

ALTERNATİF YÖNTEMLERE DAYALI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Önder BÜBERKÖKÜ*

ÖZ

Bu çalışmada koşullu riske maruz değer (Conditional value-at-risk, CVaR), maksimum düşüş oranı (Maximum drawdown, MDD), Omega rasyosu ve Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminden oluşan dört farklı portföy optimizasyon yönteminin performansları aylık veriler kullanılarak Ocak 2000 ile Eylül 2020 dönemi için karşılaştırılmıştır. Portföy optimizasyon yöntemleri hedeflenen üç farklı yıllık getiri oranı dikkate alınarak uygulanmıştır. Portföy optimizasyon yöntemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde Sharpe rasyosu, Treynor rasyosu, Bilgi rasyosu, Sortino rasyosu, Calmar rasyosu ve Jensen (alfa) kriterinden yararlanılmıştır. Çalışma bulguları incelenen dönem için en iyi performansı Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon yönteminin sergilediği sonucuna işaret etmektedir. Fakat, bulgular Omega rasyosuna dayalı portföylerin yoğunlaşma riskine ilaveten önemli oranda piyasa riski de içerdiğini göstermektedir.

Anahtar Kavramlar: Portföy Optimizasyonu, Omega Rasyosu, Koşullu Riske Maruz Değer, Maksimum Düşüş Oranı.

*Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş İşletme Fakültesi, Finans Bilim Dalı, e-posta: onderbuber@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7140-557X>.

Makalenin gönderilme tarihi: Şubat 2021

Kabul tarihi: Mayıs 2021

PORTFOLIO OPTIMISATION BASED ON ALTERNATIVE METHODS

ABSTRACT

In this study, the performances of four different portfolio optimisation methods consisting of the Omega ratio, conditional value-at-risk (CVaR), maximum drawdown (MDD), and Markowitz (1952) mean variance methods are compared using monthly data for the period from January 2000 to September 2020. Portfolio optimisation methods are applied by taking into account three different targeted annual return rates. Sharpe ratio, Treynor ratio, Information ratio, Sortino ratio, Calmar ratio, and Jensen's alpha measure are used to evaluate the performance of portfolio optimisation methods. The study findings indicate that the portfolio optimisation method based on the Omega ratio exhibits the best performance for the period examined. However, findings also indicate that optimal portfolios based on the Omega ratio contain significant concentration risk in addition to high market risk.

Keywords: Portfolio Optimisation, Omega Ratio, Conditional Value-At-Risk, Maximum Drawdown.

GİRİŞ

Pay senedi piyasalarının temel işlevlerinden biri toplanan fonların (tasarrufların) şirketler arasındaki etkin dağılımının sağlanmasıdır. Pay senedi piyasalarının bu işlevi daha çok fiyat mekanizması ile yerine getirdiği ifade edilebilir. Çünkü, etkin piyasalar hipotezi varsayımı altında şirketlerin durumunu en iyi şekilde yansıtan unsur şirketlerin pay senetlerinin piyasa fiyatlarıdır (Rejeb ve Boughrara, 2013, s.187). Yatırımcılarda bu piyasa fiyatlarında meydana gelen değişimler sonrasında ortaya çıkan risk / getiri potansiyelini analiz ederek yatırım kararlarını vermektedirler. Fakat, burada yatırımcılar için kritik unsuru çeşitli risk / getiri potansiyeline sahip alternatif portföyler arasından optimal portföyün belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla da hem literatürde hem de uygulamada portföy optimizasyon yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Literatürde öneminden dolayı oldukça farklı portföy optimizasyon yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemlere örnek olarak genetik algoritmaya dayalı portföy optimizasyon yöntemi, parçacık sürü optimizasyon yöntemi, çok amaçlı genetik algoritma yöntemi, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları, hedef programlama yöntemi, bulanık ortalama mutlak sapma yöntemi, Black-Litterman yöntemi, yapay sinir ağı yöntemi ve stokastik programlamaya dayalı yöntemler verilebilir (Örneğin bakınız: Çelengi, Eğrioğlu ve Çorba, 2015; Fernandez ve Gomez, 2007; Gökmen, 2009; Klega, 2013; Ma, Han ve Wang, 2021; Özdemir, 2011; Solatikia, Kiliç ve Weber, 2014; Yakut ve Çankal, 2016)

Bu yöntemlerin yanı sıra CVaR ve MDD yöntemleri ile Omega rasyosu gibi alternatif portföy optimizasyon yöntemlerinin de özellikle uluslararası yazında oldukça ilgi gördükleri anlaşılmaktadır¹. Örneğin; Deng, Ma ve Yand (2011) CVaR yöntemine dayalı portföy optimizasyon yöntemini Çin pay senedi piyasalarına uyguladıkları çalışmalarında bu yöntemin Markowitz (1952) ortalama varyans yönteminden daha etkin bir yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Dai ve Wen (2014) ABD pay senedi piyasaları için alternatif CVaR yöntemlerinin performanslarını karşılaştırdıkları çalışmalarında kendi geliştirdikleri CVaR yönteminin diğer alternatiflere göre daha iyi bir performans sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Najafi ve Mushakhian (2015) CVaR yöntemini Tahran pay senedi piyasasında işlem gören 24 farklı şirkete uyguladıkları çalışmalarında bu yöntemin etkin bir portföy optimizasyon yöntemi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Lim, Shanthikumar ve Vahn (2011) ise CVaR yönteminin tahmin hatalarına bağlı olarak portföy optimizasyonu açısından kırılğan bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Receiz ve León (2008) MDD portföy optimizasyon yönteminin performansını inceledikleri çalışmalarında bu yöntemin Markowitz (1952) ortalama varyans yönteminin bazı dezavantajlarını giderebildiğini ve bu nedenle de portföy optimizasyonu için faydalı bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir. Chekhlov, Uryasev ve Zabaranin (2003) koşullu riske maruz düşüş oranına (Conditional drawdown at-risk) dayalı risk fonksiyonunu esas aldıkları çalışmalarında bu yaklaşımın alternatif yaklaşımlara göre portföy riskini daha başarılı bir şekilde öngördüğünü ve daha istikrarlı portföyler oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Almahdi ve Yang (2017) beş farklı borsa yatırım fonunu dikkate aldıkları çalışmalarında beklenen maksimum düşüş oranına dayalı amaç fonksiyonlarının portföy optimizasyon performanslarının Sharpe ve Sterling rasyolarına dayalı amaç fonksiyonlarının portföy optimizasyon performanslarından daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Favre-Bulle ve Pache (2003) hedge fon endekslerinin yanı sıra MSCI endeksi gibi klasik pay senedi endeksleri için Omega rasyosu, Markowitz (1952) ortalama varyans yöntemi ve riske maruz değer yönteminin performanslarını karşılaştırdıkları çalışmalarında Omega rasyosunun diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. Sharma, Utz ve Mehra (2017) S&P500 endeksinde yer alan pay senetlerini dikkate aldıkları çalışmalarında Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon yönteminin koşullu riske maruz değer yönteminden daha iyi performans sergilediği sonucuna ulaşmışlardır. Bernard, Vanduffel ve Ye (2018) ise Omega rasyosunun etkinliğini inceledikleri çalışmalarında, bu yöntemin portföy optimizasyon analizlerinde kullanılmasının oldukça riskli portföylerin oluşturulmasına yol

¹ Literatürde MDD, portföy değerinin yeni bir zirve noktasına ulaşmasından önceki zirve noktasından dip noktasına doğru gerçekleşen maksimum fiyat düşüş oranı olarak tanımlanmaktadır.

çababileceğini, bu nedenle de bu yöntemin temkinli bir şekilde kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Castro, Tito, Brandão ve Gomes (2019) ise pay senedi endeksleri ile kripto para birimlerinden oluşan varlık setine Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon yöntemini uyguladıkları çalışmalarında optimal portföyün kripto para birimlerinden ziyade pay senedi endeksleri gibi geleneksel finansal varlıklardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Fakat, ulusal yazına bakıldığında bu yöntemlerin henüz oldukça sınırlı sayıda kullanıldıkları görülmektedir. Çünkü, ulusal yazında Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon analizlerine rastlanmazken, MDD ve CVaR yöntemlerine dayanan sadece birer adet çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmaların ilkinde Uyar ve Küçükşahin (2017) MDD yöntemini BİST100 ve S&P500 endekslerindeki pay senetlerine uygulamış ve portföylerin performanslarının analizinde Sharpe ve Treynor rasyolarından yararlanmışlardır. Çalışma bulgularına göre düşük riskli portföylerin yüksek riskli portföylerden daha iyi performans sergilediklerini belirtmişlerdir. İkinci çalışma ise Gökgez (2006) tarafından yapılmıştır. Gökgez (2006) çalışmasında VaR ile CVaR yöntemlerine dayalı portföy optimizasyon analizlerine yer vermiştir. Bu nedenle bu çalışmada ulusal yazındaki ilgili boşluk dikkate alınarak Omega rasyosu ile CVaR ve MDD portföy optimizasyon yöntemlerinin performanslarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilgili portföy optimizasyon yöntemleri önde gelen bazı ABD’li şirketlerin pay senetlerine uygulanmıştır. Bunun temel nedeni ilgili portföy optimizasyon yöntemlerinin bazı temel dinamiklerinin gelişen ve yapısal sorunları bulunan sermaye piyasalarından ziyade gelişmiş ve dolayısıyla yeterli derinliği olan sermaye piyasaları ile daha uyumlu olmasıdır². Çalışmada ayrıca literatürdeki temel portföy optimizasyon yöntemlerden biri olması nedeniyle Markowitz (1952) ortalama varyans yöntemine de yer verilmiştir.

Çalışmanın literatüre çeşitli açılardan katkı sağladığı düşünülmektedir. Öncelikle daha önce de ifade edildiği gibi ulusal yazında portföy optimizasyon konusunun oldukça ilgi görmesine rağmen, Omega rasyosu ile CVaR ve MDD yöntemlerinin henüz pek kullanılmadığı görülmektedir. İkinci olarak, bilindiği gibi, ilgili dört portföy optimizasyon yönteminin ortak bir noktası bulunmaktadır. O da şudur ki; ilgili dört portföy optimizasyon yönteminin de optimal portföyleri oluşturabilmesi için optimal portföyün hedeflenen yıllık getiri oranının yatırımcı tarafından önceden belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada farklı yaklaşımlara karşı dirençli (robust) sonuçlar elde edebilmek amacıyla tek bir hedef getiri oranı yerine ilgili dört portföy optimizasyon yöntemi için de üç farklı hedef getiri oranı dikkate alınmıştır. Son olarak da bu çalışmada optimal portföylerin performansları karşılaştırılırken

² Çalışmada ABD’li şirketlerin incelenmesinin bir diğer önemli nedeni ise özellikle Omega rasyosu ile MDD yöntemine ait kodların sadece finance yahoo web sitesinden ABD’li ve Avrupalı şirketlerin pay senetlerine ait verilerin paket programa aktarılmasına izin vermesidir.

Sharpe rasyosu, Treynor rasyosu, Calmar rasyosu, Sortino rasyosu, Bilgi rasyosu ve Jensen (alfa) ölçütü olmak üzere altı farklı kriterden yararlanılmıştır.

I. VERİ

Bu çalışma Ocak 2000 ile Eylül 2020 dönemini kapsamakta ve aylık verilerden oluşmaktadır. Literatürde portföy optimizasyon yöntemlerinin uygulanacağı finansal varlık seti belirlenirken çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. Genel olarak BİST100 ve S&P500 endeksleri gibi gösterge borsa endekslerinde yer alan şirketlerin tamamını dikkate alan çalışmalar olduğu gibi belli sektörlerde faaliyet gösteren ve / veya belli büyüklüğe sahip az sayıdaki şirketi dikkate alan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Klega (2013) çalışmasında 6 önemli ABD’li şirkete ait pay senetlerini dikkate alırken; Mishra, Pisipati ve Vyas (2011) 9 farklı sektörel pay senedi endeksini, Solatikia vd. (2014) ise Almanya pay senedi piyasalarında işlem gören ve farklı sektörlerde ait olan 6 farklı şirkete ait pay senetlerini dikkate almışlardır. Bu çalışmadaki analizlerde de bu yaklaşımlar doğrultusunda Forbes Global 2000 listesine göre küresel bazda önemli bir büyüklüğe sahip olan ve faaliyet alanları çeşitlilik gösteren 10 adet ABD’li şirketin pay senetleri kullanılmıştır. Çalışmada piyasa portföyü olarak S&P500 endeksi, risksiz faiz oranı olarak ise 3 ay vadeli ABD hazine bonusu faiz oranları kullanılmıştır. Pay senetlerine ilişkin veriler finance yahoo web sitesinden (<https://finance.yahoo.com>), risksiz faiz oranlarına ait veriler ise FED (Federal Reserve Bank, FED) veri tabanından (<https://www.federalreserve.gov/data.htm>) temin edilmiştir. İlgili şirketler ve bu şirketlere ait temel bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Portföy Optimizasyon Yöntemlerinin Uygulanacağı Şirketler

Sembol	Şirket	Temel faaliyet alanı
PFE	Pfizer,Inc	Sağlık sektörü, sağlık ürünlerinin geliştirilmesi ve üretimi, ilaç
AMZN	Amazon	Çevrimiçi perakendecilik, alışveriş hizmetleri, internet üzerinden perakende satış
DIS	Walt Disney	Eğlence, kitle iletişim araçları, haberleşme
GS	GoldmanSachsGroup	Finans, finansal hizmetler
GE	General Electric	Özel endüstriyel makineler
PEP	PepsiCo,Inc	Gıda ve içecek
HD	Home Depot,Inc	Tüketiciye dönük ev dekorasyonu, ev aletleri, ev geliştirme perakendeciliği
CAT	Caterpillar, Inc	Tarımsal makineler, ağır iş makineleri
UPS	United ParcelService,Inc	Entegre nakliye, taşımacılık, lojistik
LMT	Lockheed Martin Corporation	Havacılık ve savunma sanayi

II. METODOLOJİ

Daha önce ifade edildiği gibi bu çalışmada koşullu riske maruz değer, maksimum düşüş oranı, Omega rasyosu ve Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminden oluşan dört farklı portföy optimizasyon yönteminin performansları karşılaştırılmıştır. Fakat, ilgili portföy optimizasyon yöntemlerine dayalı analizlere başlamadan önce yatırımcı tarafından hedeflenen yıllık portföy getirisinin önsel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada farklı yaklaşımlara karşı dirençli sonuçlar elde edebilmek amacıyla %12, %15 ve %18'den oluşan üç farklı hedeflenen yıllık getiri oranı dikkate alınarak ilgili portföy optimizasyon yöntemlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Bu oranlar belirlenirken iki temel unsur dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki etkin sınırdır. Çünkü, zaten etkin sınır yıllık portföy getirisinin olası değer aralığını doğrudan belirlenmektedir. Örneğin bu çalışmada incelenen dönem ve dikkate alınan hisse senetleri için etkin sınır kapsamında belirlenen minimum yıllık portföy getirisi %11.45'tir. İkinci unsur ise piyasa portföyünün sunduğu getiri oranıdır. İncelenen dönem için piyasa portföyünün yıllık getiri oranı %10'un altındadır. Dolayısıyla gerçekçi bir yaklaşım sergilenerek yatırımcının hedeflediği yıllık optimal portföy getirisi önsel olarak belirlenirken piyasa portföyünün sunduğu bu getiri oranı da dikkate alınmıştır.

A. MARKOWITZ (1952) ORTALAMA-VARYANS YÖNTEMİ

Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemi Denklem (1), (2), (3), (4) ve (5)'teki gibi ifade edilmektedir (Uygurtürk ve Korkmaz, 2015: 70):

$$\max E(r_p) = \max \sum_{i=1}^n w_i r_i \quad (1)$$

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j cov_{ij} \quad (2)$$

$$\text{Kısıt 1: } \sum_{i=1}^n w_i r_i \geq \bar{r} \quad (3)$$

$$\text{Kısıt 2: } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4)$$

$$\text{Kısıt 3: } 0 \leq w_i \leq 1; \quad i = 1, 2, 3, 4, \dots \dots n \quad (5)$$

Burada;

n ; Portföye dahil edilen toplam menkul kıymet sayısını

r_i ; Portföy içerisindeki ilgili menkul kıymetin getiri oranını

cov_{ij} ; İlgili değişkenler arasındaki kovaryans değerini

\bar{r} ; Yatırımdan beklenen getiri oranını

w_i ; İlgili varlığın portföy içerisindeki ağırlığını

$E(r_p)$; Portföyün beklenen getiri oranını ifade etmektedir.

Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemi portföy optimizasyonunda kullanılırken amaç fonksiyonu hedeflenen yıllık getiri düzeyinde portföy riskinin minimize edilmesi olarak belirlenmiştir.

B. OMEGA RASYOSUNA DAYALI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminin hem literatürde hem de uygulamada oldukça sık kullanılan bir yöntem olmasına rağmen, bu yöntemin bazı önemli eksiklikleri de bulunmaktadır. Örneğin, Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemi pay senedi getirilerinin standart normal dağılıma uyduğu ve yatırımcıların fayda fonksiyonunun kuadratik bir yapı sergilediği varsayımlarına dayanmaktadır. Fakat, bir çok farklı çalışmada gösterildiği gibi pay senedi getirileri çoğu zaman standart normal dağılıma uymamaktadır. Ayrıca, yatırımcıların fayda fonksiyonunun kuadratik bir yapıya sahip olduğunun varsayılması dapratik hayattaki gelişmelerle pek uyuşmamaktadır (Chang, Yang ve Chang, 2009:10529).

Bu varsayımların aksine Keating ve Shadwick (2002) tarafından geliştirilen Omega rasyosu ise pay senetlerinin getiri dağılımının tüm momentlerini (özelliklerini) dikkate alabilmekte ve fayda fonksiyonunun yapısı konusunda önsel olarak herhangi bir varsayımda bulunmamaktadır.

Keating ve Shadwick (2002) tarafından geliştirilen Omega rasyosunun genel yapısı Denklem (6)' gösterilmiştir:

$$\Omega(L) = \frac{I_2(L)}{I_1(L)} \quad (6)$$

Burada, $I_1(L) = \int_a^L F(x)dx$ ve $I_2(L) = [1 - \int_a^L F(x)]dx$ olduğundan, Denklem (6) yeniden Denklem (7)' deki gibi ifade edilebilmektedir:

$$\Omega(L) = \frac{[1 - \int_a^L F(x)]dx}{\int_a^L F(x)dx} \quad (7)$$

Burada, L zarar eşiğini (loss threshold), bir diğer ifadeyle yatırımdan beklenen minimum getiri oranını; $F(x)$ kümülatif dağılım fonksiyonunu; (a, b) pay senedi getirilerindeki değişimin alt ve üst limitlerini; $I_2(L)$, beklenen minimum getiri oranının üzerindeki getiri oranlarının ağırlıklı ortalamasını; $I_1(L)$ ise beklenen minimum getiri oranının altındaki getiri oranlarının ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir.

Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon yöntemi kullanılırken amaç fonksiyonu hedeflenen getiri düzeyinde Omega rasyosunun maksimize edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle Denklem (9) ve (10)'daki kısıtlar dikkate alınarak, Denklem (8)'de gösterilen amaç fonksiyonunun maksimize edilmesi gerekmektedir (Castro vd., 2019):

$$\text{maksimize et, } \Omega(L) = \frac{EG_p(L)}{EL_p(L)} = \frac{E[\text{maksimum}(R_p-L;0)]}{E[\text{maksimum}(L-R_p;0)]} \quad (8)$$

$$\text{Kısıt 1: } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (9)$$

$$\text{Kısıt 2: } 0 \leq w_i \leq 1; \quad (10)$$

Burada EG_p , P portföyünden beklenen kazancı; EL_p , P portföyünden beklenen zararı; R_p portföy getirisini; L portföyden beklenen minimum getiri oranını ifade etmektedir.

C. MDD YAKLAŞIMINA DAYALI PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Portföy yönetiminde yapılan yatırımın riskinin nasıl ölçülmesi gerektiği tartışmalı bir konudur. Bu noktada MDD aslında portföy yönetimi açısından aşağı yönlü riskleri dikkate alan yeni bir risk ölçütü sunmaktadır. Bu risk ölçütünün standart sapma ve / veya varyans gibi risk ölçütlerine göre bazı önemli avantajları bulunmaktadır. Örneğin, MDD standart sapma ve /veya varyans gibi yatırım süreci içerisinde gerçekleşen ortalama risk düzeyine değil, yatırım süreci içerisinde gerçekleşen ekstrem durumların yol açtığı aşağı yönlü risk düzeyine odaklanmaktadır (Roy, 1952). Bu tür bir yaklaşım da finansal kurumların karşılaşabileceği ekstrem finansal şoklardan en az zararlı çıkabilmeleri açısından önemli olabilmektedir (Magdon-İsmail ve Atiya, 2004).

Literatürde genel olarak MDD Denklem (11)'deki gibi ifade edilmektedir:

$$MDD_{0,t} = \text{minimum} \left[\frac{P-L}{P}, MDD_{0,t-1} \right] \quad (11)$$

Burada P , pay senedi fiyatlarında en büyük düşüşün yaşanmasından önceki tepe noktasındaki pay senedi değerini; L , yeni tepe noktası öncesindeki en düşük pay senedi değerini; $MDD_{0,t-1}$, bir dönem önceki maksimum düşüş oranını ifade etmektedir.

MDD yöntemi kullanılarak portföy optimizasyonu yapılırken amaç fonksiyonu hedeflenen getiri düzeyinde MDD değerinin minimize edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda MDD yöntemi ile portföy optimizasyonu yapılırken Denklem (13), (14) ve (15)'teki kısıtlar dikkate alınarak Denklem (12)'deki amaç fonksiyonunun minimize edilmesi gerekmektedir (Receiz ve Leon, 2008):

$$\text{minimize et, } MDD_p = MDD(A.W) \quad (12)$$

$$\text{Kısıt 1: } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (13)$$

$$\text{Kısıt 2: } \sum_{i=1}^n w_i TR_i = TR.W^T = TR_p \quad (14)$$

$$\text{Kısıt 3: } w_i > 0 \quad (15)$$

Burada TR_i , i .varlığın toplam getirisini; TR_p , portföyün toplam getirisini; TR , varlıkların toplam getirisinin sütun vektörünü; W ilgili varlıkların ağırlıklarının sütun vektörünü; A ise ilgili varlıkların fiyat matrisini ifade etmektedir.

D. KOŞULLU RİSKE MARUZ DEĞER YÖNTEMİ

CVaR yöntemi bir portföyün değerinde piyasa riskinden dolayı meydana gelen kayıp tutarının klasik VaR modelleri tarafından belirlenen kayıp tutarlarını aşması durumunda ortalama kayıp tutarlarının hangi seviyelere ulaşabileceğini ölçen bir yöntemdir (Najafi ve Mushakhian, 2015, s. 446). Bu yönüyle CVaR yöntemi aslında portföy yönetimi açısından MDD yönteminde olduğu gibi aşağı yönlü riskleri dikkate alan bir risk ölçütü sunmaktadır.

CVaR yöntemi ile bir portföyün piyasa riski Denklem(16)'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Deng vd., 2011:175):

$$CVaR_{t,\alpha}(x) = E[-x \mid -x \geq VaR_{t,\alpha}] \quad (16)$$

Burada α , güven düzeyini; $VaR_{t,\alpha}$ klasik yöntemle belli bir güven düzeyi dikkate alınarak hesaplanan piyasa riskini; $-x$ ise $VaR_{t,\alpha}$ değerlerine eşit ve onu aşan negatif getiri oranlarını ifade etmektedir.

$CVaR_{t,\alpha}(x)$ yönteminin portföy optimizasyonunda kullanılması Rockafellar ve Uryasev (2000) tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntem kullanılarak portföy optimizasyonu yapılırken amaç fonksiyonu hedeflenen getiri düzeyinde $CVaR_{t,\alpha}$ değerinin minimize edilmesi olarak belirlenmektedir. Bu çalışmadaki analizlerde de %95 güven düzeyi için hedeflenen getiri düzeyinde CVaR değerini minimum kılan portföy optimal portföy olarak belirlenmiştir³.

E. OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİNİN PERFORMANSLARININ ÖLÇÜLMESİ

Bu çalışmada farklı yaklaşımlara karşı dirençli sonuçlar elde edebilmek amacıyla ilgili portföy optimizasyon yöntemlerinin performanslarının analizinde Sharpe rasyosu, Treynor rasyosu, Bilgi rasyosu, Sortino rasyosu, Calmar rasyosu ve Jensen-alfa ölçütünden oluşan altı farklı kriterden yararlanılmıştır. Nihai karar verilirken de sayıca ilgili kriterler tarafından en çok desteklenen optimizasyon yönteminin en başarılı optimizasyon yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

³Çalışmada ilgili tüm optimizasyon yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarının daha net bir şekilde analiz edilebilmesi için optimal portföylere dahil edilebilecek pay senetleri için herhangi bir ağırlık kısıtı girilmemiş, sadece açığa satış işlemleri kısıtlanmıştır.

1. Sharpe rasyosu

Sharpe (1966) tarafından geliştirilen bu rasyo risk ölçütü olarak standart sapma parametresini esas alan bir yaklaşımdır. Risk ölçütü olarak standart sapma parametresinin esas alınması beklenen getiriden hem aşağı hem de yukarı yönlü sapmaların risk olarak tanımlandığı anlamına gelmektedir. Bir portföyün Sharpe rasyosu ne kadar yüksek ise o portföyün performansının o kadar iyi olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Sharpe rasyosu Denklem (17)'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{Sharpe rasyosu} = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (17)$$

Burada;

r_p ; Portföy getirisini,

r_f ; Risksiz faiz oranını,

σ_p ; Portföyün standart sapma değerini göstermektedir.

2. Sortino rasyosu

Sortino (2000) tarafından geliştirilen bu rasyo risk ölçütü olarak kısmi standart sapma (semi-variance) parametresini esas alan bir yaklaşımdır. Çünkü, Sharpe rasyosunun aksine Sortino rasyosu sadece yatırımcının beklediği minimum getiri oranından aşağı yönlü sapmaları risk olarak tanımlamaktadır. Sortino rasyosu Denklem (18)'de gösterilmiştir:

$$\text{Sortino rasyosu} = \frac{r_p - r_{expmin}}{\sigma_d} \quad (18)$$

Burada,

r_p ; Portföy getirisini,

r_{expmin} ; Yatırımcının kabul ettiği minimum getiri oranını,

σ_d ; Kısmi (semi-variance) standart sapma parametresini ifade etmektedir.

3. Calmar rasyosu

Young (1991) tarafından geliştirilen Calmar rasyosu risk ölçütü olarak MDD değerini dikkate almakta ve MDD başına düşen yıllık ortalama getiri oranını performans ölçütü olarak kullanmaktadır. Calmar rasyosu Denklem (19)'da gösterilmiştir:

$$\text{Calmar rasyosu} = \frac{r_{mean}}{|MDD|} \quad (19)$$

Burada,

r_{mean} ; Aylık veriler kullanılarak son 36 ay için hesaplanan yıllık ortalama getiri oranını,

MDD; Aylık veriler kullanılarak son 36 ay için hesaplanan MDD değerinin ifade etmektedir.

4. Treynor rasyosu

Treynor (1965) tarafından geliştirilen bu oran rasyonel yatırımcıların beklenen çeşitlendirme etkisine sahip portföyler oluşturabilecekleri varsayımı altında risk ölçütü olarak sistematik risk parametresini esas alan bir yaklaşımdır. Treynor rasyosu Denklem (20)'de gösterilmiştir:

$$\text{Treynor rasyosu} = \frac{r_p - r_f}{\beta_p} \quad (20)$$

Burada;

r_p ; Portföy getirisini,

r_f ; Risksiz faiz oranını,

β_p ; Portföyün beta katsayısını göstermektedir.

5. Bilgi rasyosu

Grinold (1989) tarafından geliştirilen bilgi rasyosu, portföyün performansını referans alınan (benchmark) başka bir endeksin performansı ile kıyaslamaktadır. Bu analizde referans alınan endeks gösterge pay senedi endeksidir. Bu kapsamda bilgi rasyosu Denklem (21)'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{Bilgi rasyosu} = \frac{r_p - r_b}{\sigma_{pd}} \quad (21)$$

Burada;

r_p ; Portföy getirisini,

r_b ; Referans alınan endeksin getirisini,

σ_{pd} ; Portföy getirisi ile referans alınan endeksin getirisi arasındaki farkın standart sapmasını (tracking error) göstermektedir.

6. Jensen alfa ölçütü

Jensen (1968) tarafından geliştirilen bu yaklaşım portföylerin performanslarının analizinde alfa değerini esas alan bir yaklaşımdır. Bir portföyün alfa değeri sıfırdan ne kadar büyük ise o portföyün o kadar iyi bir performans sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Jensen alfa ölçütü Denklem (22)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$\alpha_p = r_p - [r_f + \beta(r_m - r_f)] \quad (22)$$

Burada;

α_p ; Portföyün alfa değerini,

r_p ; Portföy getirisini,

r_f ; Risksiz faiz oranını,

β ; Portföyün beta katsayısını,

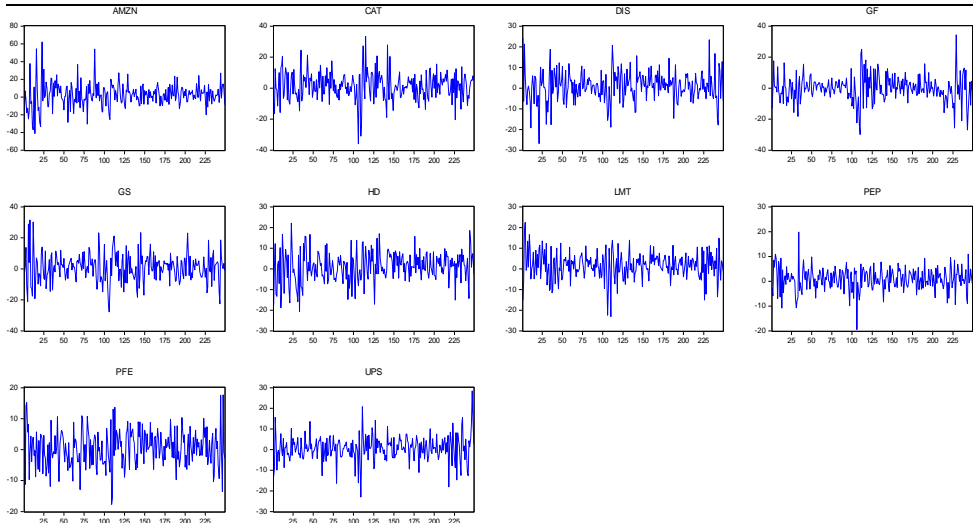
r_m ; Piyasa getirisini göstermektedir.

III. BULGULAR

A. ÖNSEL ANALİZ SONUÇLARI

Çalışmada kullanılan pay senetlerinin getiri serileri Şekil 1’de, bu getiri serilerine ait temel betimleyici istatistikler ise Tablo 2’de sunulmuştur. Tablo 2’deki bulgular incelendiğinde ilgili dönemde GF pay senedi dışındaki tüm pay senetlerinin pozitif bir ortalama getiri oranına sahip oldukları görülmektedir. En yüksek pozitif getiri oranını yaklaşık %2.40 ile AMZN pay senedi sunarken; en düşük pozitif getiri oranını yaklaşık %0.50 ile PFE pay senedi sunmaktadır.

Şekil 1: Pay Senetlerinin Getiri Serileri



Tablo 2: Pay Senedi Getiri Oranlarına İlişkin Betimleyici İstatistikler

Paylar	Ortalama	Std.sapma	Çarpıklık	Basıklık	JB
AMZN	% 2.392	% 13.43	0.414	6.200	113.4*[0.00]
CAT	% 1.451	% 9.041	-0.147	4.812	34.9*[0.00]
DIS	% 0.949	% 7.244	-0.139	4.555	25.9*[0.00]
GF	% -0.23	% 8.341	-0.034	5.187	49.7*[0.00]
GS	% 0.823	% 9.218	0.132	3.886	8.89*[0.02]
HD	% 0.995	% 7.303	-0.203	3.361	3.07[0.216]
LMT	% 1.575	% 6.404	-0.371	4.443	27.3*[0.00]
PEP	% 0.858	% 4.532	-0.273	5.131	50.2*[0.00]
PFE	% 0.499	% 5.821	0.018	3.312	1.03[0.59]
UPS	% 0.753	% 6.178	-0.016	5.740	77.9*[0.00]

*,%5 anlamlılık düzeyini göstermektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

Toplam riskin bir ölçütü olarak standart sapma parametrelerine bakıldığında en yüksek riske AMZN (%13.44), en düşük riske ise PEP (%4.53) pay senetlerinin sahip oldukları anlaşılmaktadır. Çarpıklık değerlerine bakıldığında AMZN, GS ve PFE pay senetlerinin getiri dağılımının standart normal dağılıma göre sağa, diğer pay senetlerinin ise sola çarpık bir dağılım özelliği sergiledikleri anlaşılmaktadır. Bu bulgu AMZN, GS ve PFE pay senetlerinin pozitif getiri oranı sunma olasılıklarının negatif getiri oranı sunma olasılıklarından daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Basıklık değerlerine bakıldığında en yüksek değerlere sırasıyla AMZN (6.20) ile UPS (5.741) pay senetlerinin, en düşük değerlere ise sırasıyla PFE (3.313) ile HD (3.362) pay senetlerinin sahip oldukları görülmektedir. Bu bulgu da AMZN ve UPS pay senetlerinde ekstrem fiyat hareketlerinin gerçekleşme olasılığının diğer pay senetlerine göre daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Pay senetlerinin getiri serilerinin dağılım özelliklerine bakıldığında Jarque-Bera (JB) test istatistiğine göre iki pay senedi (PFE ve HD) dışındaki tüm pay senetlerinin getiri serilerinin dağılımının standart normal dağılıma uymadığı görülmektedir. Bu sonuçların da Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemden ziyade Omega rasyosunun temel varsayımları ile daha uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Portföy yönetiminde değişkenler arasındaki korelasyon değerlerinin de önemli işlevleri bulunmaktadır. Çünkü, değişkenler arasındaki korelasyon değerlerinin düşüklüğü beklenen çeşitlendirme etkisinin ortaya çıkabilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle Tablo 3 ve 4'te sunulan korelasyon matrislerine bakıldığında inceleme kapsamındaki tüm pay senedi getirileri arasındaki korelasyon değerlerinin birbirinden farklı olmakla birlikte pozitif değerlere sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 3: Pay Senedi Getirileri Arasındaki Korelasyon Matrisi

	AMZN	CAT	DIS	GF	GS
AMZN	1	0.264749	0.320003	0.226445	0.309771
CAT	0.264749	1	0.432682	0.450506	0.423929
DIS	0.320003	0.432682	1	0.465432	0.446921
GF	0.226445	0.450506	0.465432	1	0.461978
GS	0.309771	0.423929	0.446921	0.461978	1
HD	0.33054	0.376071	0.398349	0.366238	0.417369
LMT	0.037867	0.24675	0.269607	0.311256	0.200896
PEP	0.10327	0.241283	0.354429	0.25927	0.191544
PFE	0.105643	0.294252	0.333502	0.258492	0.218532
UPS	0.274996	0.497028	0.353621	0.411991	0.303234

En düşük korelasyon değerinin AMZN ile LMT pay senedi getirileri arasında olduğu (0.0379), en yüksek korelasyon değerinin ise UPS ile CAT pay senedi getirileri arasında olduğu (0.4970) anlaşılmaktadır. Ayrıca genel olarak diğer pay senedi getirileri ile en düşük ortalama korelasyon değerine AMZN pay senedi getirilerinin sahip olduğu ardından ise LMT pay senedi getirilerinin geldiği görülmektedir. Bunun yanı sıra diğer pay senedi getirileri ile en yüksek ortalama korelasyon değerine DIS pay senedi getirilerinin sahip olduğu ardından ise GF pay senedi getirilerinin geldiği ifade edilebilir.

Tablo 4: Pay Senedi Getirileri Arasındaki Korelasyon Matrisi

	HD	LMT	PEP	PFE	UPS
AMZN	0.33054	0.037867	0.10327	0.105643	0.274996
CAT	0.376071	0.24675	0.241283	0.294252	0.497028
DIS	0.398349	0.269607	0.354429	0.333502	0.353621
GF	0.366238	0.311256	0.25927	0.258492	0.411991
GS	0.417369	0.200896	0.191544	0.218532	0.303234
HD	1	0.230554	0.283136	0.263656	0.413411
LMT	0.230554	1	0.314114	0.342892	0.305197
PEP	0.283136	0.314114	1	0.398776	0.262874
PFE	0.263656	0.342892	0.398776	1	0.267705
UPS	0.413411	0.305197	0.262874	0.267705	1

B. PORTFÖY OPTİMİZASYON SONUÇLARI

1. Hedeflenen yıllık getiri %12 iken elde edilen portföy optimizasyon sonuçları

Çalışmada öncelikle yatırımcının hedeflediği yıllık portföy getirisinin %12 olduğu varsayımı altında elde edilen sonuçlar üzerinde durulmuştur. Bu hedef kapsamında elde edilen bulgular Tablo 5'te sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine göre belirlenen optimal portföyün en yüksek ağırlığa PEP (%47.03), en düşük ağırlığa ise GS (%2.72) pay senetleri sahip olacak şekilde PFE, AMZN, GS, PEP, HD, UPS ve LMT pay senetlerinden oluştuğu anlaşılmaktadır. CVaR yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyün en yüksek ağırlığa PEP (%44.51) en düşük ağırlığa ise GS (%5.02) ile UPS (%5.03) pay senetleri sahip olacak şekilde PFE, AMZN, GS, PEP, UPS ve LMT pay senetlerinden oluştuğu anlaşılmaktadır. Burada ayrıca hem Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine hem de CVaR yöntemine göre oluşturulan optimal portföylerde PEP pay senetlerinin tek başına oldukça yüksek bir ağırlığa sahip olmasının yoğunlaşma riski açısından dikkate edilmesi gereken bir durum olduğu da ifade edilmelidir. MDD yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyde AMZN, PEP ve HD pay senetlerinin yer aldığı ve bu pay senetlerinin ağırlıklarının sırasıyla %23.13, %56.25 ve %20.62 olduğu görülmektedir. Omega rasyosuna ait sonuçlar incelendiğinde ise optimal portföyde AMZN ve LMT pay senetlerinin sırasıyla %35.88 ve %64.12 ağırlık oranları ile yer aldıkları anlaşılmaktadır. Bu bulgular MDD yöntemi ile Omega rasyosunun portföy çeşitlendirmesi ve yoğunlaşma riski açısından ilk iki yöntemle göre daha riskli yöntemler olabilecekleri anlamına gelmektedir.

Tablo 5: Optimal Portföyler (Hedeflenen getiri %12)

Paylar	Ağırlıkları
Markowitz (%12)	
PFE	% 14.39
AMZN	% 2.91
GS	% 2.72
PEP	% 47.03
HD	% 3.96
UPS	% 14.78
LMT	% 14.21
MDD (%12)	
AMZN	% 23.13
PEP	% 56.25
HD	% 20.62
Omega (%12)	
AMZN	% 35.88
LMT	% 64.12

Tablo 5'in devamı...

Paylar	Ağırlıkları
CVaR (%12)	
PFE	%28.30
AMZN	%10.52
GS	%5.02
PEP	%44.51
UPS	%5.03
LMT	%6.61

Belirtilen portföy optimizasyon analizlerine ilaveten portföy yönetimi açısından önemli olan bir diğer noktayı da yatırımcıların belirlenen portföylere yatırım yapmaları durumunda ne kadarlık bir riske katlanacaklarının ölçülmesi oluşturmaktadır. Portföy yönetiminde bu amaçla çeşitli risk ölçütlerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada standart sapma ile ölçülen toplam risk, beta ile ölçülen sistematik risk, MDD ile ölçülen aşağı yönlü risk ve CVaR ile ölçülen aşağı yönlü piyasa riski üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Optimal Portföylerin Risk Düzeylerinin Ölçümü

	Standart sapma	Beta	CVaR	MDD
Markowitz	%13.01	0.59	-%8.44	-%37.21
MDD	%17.28	0.80	-%10.08	-%29.40
Omega	%22.27	0.90	-%13.33	-%38.33
CVaR	%13.85	0.65	-%7.90	-%37.32

Not: Standart sapma değerleri aylık standart sapma değerlerinin $\sqrt{12}$ ile çarpılmasıyla elde edilen yıllıklandırılmış standart sapma değerleridir. CVAR değerleri %95 güven düzeyindeki aşağı yönlü aylık piyasa riskini göstermektedir.

Bulgular incelendiğinde her dört risk ölçütüne göre de en yüksek risk düzeyine Omega rasyosu ile oluşturulan portföyün sahip olduğu, ardından MDD yöntemine göre oluşturulan portföyün geldiği en son sırada ise CVaR yöntemi ile Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine göre oluşturulan portföylerin yer aldığı anlaşılmaktadır.

Belirtilen risk analiz sonuçlarına rağmen portföy performansı açısından önemli olan nokta ne tek başına portföylerin risk düzeyidir ne de getiri düzeyidir. Portföy performansları açısından önemli olan nokta en uygun risk / getiri bileşiminin elde edilebilmesidir. Bu amaçla kullanılan ve daha önce de ifade edilen portföy performans ölçütlerine ait sonuçlar incelendiğinde (Tablo 7) risk ve / veya getiri tanımlarının birbirinden farklı olmasına rağmen altı farklı performans kriterinin tamamının en iyi performansı Omega rasyosunun sergilediği sonucuna işaret ettikleri anlaşılmaktadır. Ardından MDD yöntemi gelmekte, Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemi ise üçüncü sırada yer almaktadır. En kötü performansı ise CVaR yöntemi sergilemektedir.

Tablo 7: Optimal Portföylerin Performanslarının Analizi

	Markowitz	MDD	Omega	CVaR
Jensen alfa	%6.85	%8.87	%15.52	%6.38
Sharpe	0.75	0.77	0.93	0.70
Treynor	% 16.60	% 16.73	% 23.21	% 15.03
Bilgi rasyosu	0.39	0.63	0.87	0.39
Calmar	0.88	1.76	0.98	0.96
Sortino	1.15	1.29	1.57	1.13

Not: Jensen alfa değerleri yıllıklandırılmış değerlerdir.

2. Hedeflenen getiri %15 iken elde edilen portföy optimizasyon sonuçları

Çalışmanın bu aşamasında yatırımcının hedeflediği yıllık portföy getirisinin %15 olduğu varsayımı altında elde edilen bulgular üzerinde durulmuştur. Bu hedef kapsamında elde edilen bulgular Tablo 8’de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine göre belirlenen optimal portföyde en yüksek ağırlığa PEP (%46.04), en düşük ağırlığa ise GS (%0.56) pay senetleri sahip olacak şekilde PFE, AMZN, GS, PEP, HD, CAT, UPS ve LMT pay senetlerinin yer aldığı görülmektedir. CVaR yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyde en yüksek ağırlığa PEP (%47.39) en düşük ağırlığa ise UPS (%0.82) pay senetleri sahip olacak şekilde PFE, AMZN, PEP, HD, CAT, UPS ve LMT pay senetlerinin yer aldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca hem Markowitz (1952) ortalama varyans yöntemine hem de CVaR yöntemine göre PEP pay senetlerinin yol açtığı yoğunlaşma riskinin devam ettiği görülmektedir.

Tablo 8: Optimal Portföyler (Hedeflenen Getiri Oranı %15)

Markowitz	Ağırlıklar
PFE	%4.09
AMZN	%7.80
GS	%0.56
PEP	%46.04
HD	%5.14
CAT	%1.04
UPS	%8.34
LMT	%26.98
MDD	
AMZN	%23.13
PEP	%56.25
HD	%20.62
Omega	
AMZN	%43.71
LMT	%56.29

Tablo 8'in devamı...

CVaR	
PFE	%13.26
AMZN	%15.19
PEP	%47.39
HD	%5.27
CAT	%3.25
UPS	%0.82
LMT	%14.83

MDD yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyde AMZN, PEP ve HD pay senetlerinin yer aldığı ve bu pay senetlerinin ağırlıklarının sırasıyla %23.13, %56.25 ve %20.62 olduğu anlaşılmaktadır. Omega rasyosuna ait sonuçlar incelendiğinde ise optimal portföyde AMZN ve LMT pay senetlerinin sırasıyla %43.71 ve %56.29 ağırlık oranları ile yer aldıkları anlaşılmaktadır. Bu bulgular da hedeflenen getiri oranının %15 olması durumunda da hem Omega rasyosunun hem de MDD yönteminin yoğunlaşma riski açısından ilk iki yönetime göre daha riskli olmaya devam ettikleri anlamına gelmektedir.

Optimal portföylerin risk düzeylerine ait analiz sonuçlarına bakıldığında (Tablo 9) her dört risk ölçütüne göre de en yüksek risk düzeyine Omega rasyosunun sahip olduğu, ardından MDD yönteminin geldiği en son sırada ise CVaR yöntemi ile Markowitz (1952) ortalama varyans yönteminin yer aldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 9: Optimal Portföylerin Risk Düzeyinin Ölçülmesi

	Standart sapma	Beta	CVaR	MDD
Markowitz	%13.62	0.62	-%8.86	-%35.75
MDD	%17.28	0.80	-%10.08	-%29.40
Omega	%24.21	0.97	-%14.45	-%40.21
CVaR	%14.37	0.69	-%8.31	-%35.02

Belirtilen risk düzeylerine rağmen portföy performansı açısından temel belirleyici unsur olan optimal risk / getiri bileşimine ait sonuçlar incelendiğinde (Tablo 10) altı farklı performans kriterinden dört tanesinin en iyi performansı Omega rasyosunun sergilediği sonucuna işaret ettikleri, ardından ise Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminin geldiği anlaşılmaktadır. En kötü performansı ise MDD yönteminin sergilediği, CVaR yönteminin ise üçüncü sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 10: Optimal Portföylerin Performanslarının Analizi

	Markowitz	MDD	Omega	CVaR
Jensen alfa	%9.30	%8.87	%15.62	%8.77
Sharpe	0.91	0.77	0.89	0.86
Treynor	%20.13	%16.73	%22.21	%18.13
Bilgi rasyosu	0.64	0.63	0.82	0.66
Calmar	1.01	1.76	1.10	1.25
Sortino	1.42	1.29	1.50	1.40

Not: Jensen alfa değerleri yıllıklandırılmış değerlerdir.

3. Hedeflenen getiri %18 iken elde edilen portföy optimizasyon sonuçları

Çalışmanın bu aşamasında yatırımcının hedeflediği yıllık portföy getirisinin %18 olduğu varsayımı altında elde edilen sonuçlar üzerinde durulmuştur. Bu hedef kapsamında elde edilen bulgular Tablo 11’de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine göre belirlenen optimal portföyde AMZN, PEP, HD, CAT ve LMT pay senetlerinin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, optimal portföyde en yüksek ağırlığa %40.15 ile LMT pay senetlerinin sahip olduğu, ardından %38.05 ile PEP pay senetlerinin geldiği, en düşük ağırlığa ise sırasıyla %4.21 ve %4.36 ile HD ve CAT pay senetlerinin sahip oldukları anlaşılmaktadır. CVaR yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyde AMZN, PEP, HD, CAT, UPS ve LMT pay senetlerinin yer aldığı görülmektedir. Optimal portföyde en yüksek ağırlığa %38.11 ile PEP pay senetlerinin sahip olduğu, ardından %26.85 ile LMT pay senetlerinin geldiği, en düşük ağırlığa ise sırasıyla %2.42 ile %2.76 oranları ile HD ve UPS pay senetlerinin sahip oldukları anlaşılmaktadır. Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminde olduğu gibi CVaR yönteminde de PEP ve LMT pay senetlerinin optimal portföyde yüksek oranlı ağırlıklara sahip olmalarının yoğunlaşma riski açısından dikkate edilmesi gereken bir unsur olduğu ifade edilmelidir.

Tablo 11: Optimal Portföyler (Hedeflenen Getiri Oranı %18)

Markowitz	Ağırlıklar
AMZN	%13.24
PEP	%38.05
HD	%4.21
CAT	%4.36
LMT	%40.15
MDD	
AMZN	%22.43
PEP	%30.59
HD	%31.12
LMT	%15.86

Tablo 11'in devamı...

Omega	
AMZN	%51.66
LMT	%48.34
CVaR	
AMZN	%17.62
PEP	%38.11
HD	%2.42
CAT	%12.23
UPS	%2.76
LMT	%26.85

MDD yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde optimal portföyde AMZN, PEP, HD ve LMT pay senetlerinin yer aldığı ve bu pay senetlerinin ağırlıklarının sırasıyla %22.43, %30.59, %31.12 ve %15.86 olduğu görülmektedir. Omega rasyosuna ait sonuçlar incelendiğinde ise optimal portföyde AMZN ve LMT pay senetlerinin sırasıyla %51.66 ve %48.34 ağırlık oranları ile yer aldıkları anlaşılmaktadır. Bu bulgular hedeflenen getiri oranının %18 olması durumunda da Omega rasyosu ve MDD yönteminin yoğunlaşma riski açısından ilk iki yönetime göre daha riskli olmaya devam ettikleri anlamına gelmektedir.

Optimal portföylerin risk düzeylerine ait sonuçlar Tablo 12'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde her dört risk ölçütüne göre de en yüksek risk düzeyine Omega rasyosunun sahip olduğu, ardından MDD yönteminin geldiği en son sırada ise CVaR yöntemi ile Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminin yer aldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 12: Optimal Portföylerin Risk Düzeyinin Ölçümü

	Standart sapma	Beta	CVaR	MDD
Markowitz	%15.06	0.68	-%9.89	-%36.18
MDD	%17.81	0.88	-%11.06	-%30.50
Omega	%26.64	1.05	-%16.09	-%52.16
CVaR	%15.67	0.78	-%9.38	-%37.80

Belirtilen risk düzeyleri sonrasında portföy performansına ait sonuçlar incelendiğinde (Tablo 13) en iyi performansı Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminin sergilediği, ardından CVaR yönteminin geldiği, en kötü performansı ise MDD yöntemi ile Omega rasyosunun sergilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 13: Optimal Portföylerin Performanslarının Analizi

	Markowitz	MDD	Omega	CVaR
Jensen alfa	%11.43	%9.85	%15.73	%10.68
Sharpe	1.00	0.84	0.83	0.96
Treynor	22.14	17.01	21.15	19.38
Bilgi rasyosu	0.84	0.83	0.74	0.93
Calmar	1.07	1.57	1.22	1.31
Sortino	1.59	1.39	1.41	1.54

Not: Jensen alfa değerleri yıllıklandırılmış değerlerdir

Dolayısıyla bu aşamaya kadar üç farklı yıllık getiri oranı dikkate alınarak yapılan tüm analizler birlikte değerlendirildiğinde en iyi performansı sergileyen yöntemin Omega rasyosu olduğu, ardından Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminin geldiği, üçüncü sırada CVaR yönteminin yer aldığı, en kötü performansı ise MDD yönteminin sergilediği anlaşılmaktadır.

C. ÇALIŞMA BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde bu aşamaya kadar elde edilen bulgular kısaca değerlendirilecektir. Öncelikle çalışma bulgularının en iyi performansı sergileyen yöntemin Omega rasyosu olduğu sonucuna işaret etmesinin Favre-Bulle ve Pache (2003) ile Bernard vd.'nin (2018) çalışma bulguları ile uyumlu olduğu ifade edilebilir. Çünkü bu çalışmalar da Omega rasyosunun Markowitz (1952) ortalama varyans yöntemi ile riske maruz değer yönteminden daha iyi performans sergilediğini, fakat bu yöntemin risk düzeyi yüksek portföyler oluşturma riskinin bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra burada dikkate edilmesi gereken noktalardan birinin de hedeflenen portföy getirisi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Çünkü bulgular hedeflenen portföy getirisi arttıkça Omega rasyosunun performansının azaldığına işaret etmektedir. Bu nedenle bu alanda daha sonra yapılacak çalışmalarda farklı yıllık hedeflenen portföy getiri oranlarının kullanılabilmesi düşünülmektedir. Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemine ait sonuçlar değerlendirildiğinde her ne kadar en iyi performansı sergileyen ikinci yöntem olduğu sonucuna ulaşılsa da bu yöntemin özellikle Omega rasyosu ve MDD yaklaşımına göre göreceli olarak yoğunlaşma riski daha az portföyler oluşturduğu da belirtilmelidir. Çünkü, bu yöntemle göre belirlenen optimal portföylerde diğer yöntemlere nazaran hem sayıca daha çok pay senedi yer almakta hem de bu pay senetleri daha makul ağırlıklara sahip olmaktadır.

MDD yöntemine gelince daha önce ifade edildiği gibi bu yöntem aslında aşağı yönlü riskleri dikkate alan yeni bir risk ölçütü sunmakta ve bu yönüyle finansal kurumlara ekstrem finansal şokların olası etkileri konusunda fikir vermektedir. Fakat, bu özelliklerine rağmen en kötü performansı sergileyen yöntemin MDD yöntemi olduğu sonucuna ulaşılmasının bu yöntemin sunduğu alternatif risk ölçütünün etkinliğini azaltan bir unsur olduğu ifade edilebilir. Bu

nedenle örneğin Chekhlov vd.'nin (2003) çalışmalarında olduğu gibi portföy optimizasyon analizlerinde bu yöntemin daha farklı versiyonlarının kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olabileceği düşünülmektedir. CVaR yöntemine ait sonuçlara gelince MDD yönteminden sonra bu yöntemin en kötü performansı sergileyen ikinci yöntem olduğu sonucuna ulaşılmasında kullanılan dağılım varsayımının etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir. Çünkü literatürde oldukça yaygın bir şekilde finansal zaman serilerinin dağılımının kalın kuyruk (fat-tail) özelliği sergilediği ifade edilmektedir. Nitekim bu çalışmanın önsel analiz sonuçlarının sunulduğu kısımda da çalışma kapsamında kullanılan pay senetlerinin getiri oranlarının iki istisna dışındaki her durumda standart normal dağılıma uymadığı gösterilmişti. Bu nedenle CVaR yöntemine dayalı analizlerde Student t dağılımı gibi alternatif dağılım varsayımlarından yararlanılmasının elde edilebilecek sonuçlar açısından önemli olabileceği düşünülmektedir⁴.

SONUÇ

Bu çalışmada Ocak 2000 ile Eylül 2020 dönemi için aylık veriler kullanılarak koşullu riske maruz değer (Conditional value-at-risk, CVaR), maksimum düşüş oranı (Maximum drawdown, MDD), Omega rasyosu ve Markowitz (1952) ortalama-varyans yönteminden oluşan dört farklı portföy optimizasyon yönteminin performansları karşılaştırılmıştır. İlgili portföy optimizasyon yöntemleri Forbes Global 2000 listesine göre küresel bazda önemli bir büyüklüğe sahip olan ve faaliyet alanları çeşitlilik gösteren 10 adet ABD'li şirketin pay senetleri dikkate alınarak uygulanmıştır. Çalışmada piyasa portföyü olarak S&P500 endeksi kullanılmıştır. Risksiz faiz oranı olarak 3 ay vadeli ABD hazine bonusu faiz oranları kullanılmıştır. Portföy optimizasyon yöntemlerinin performansları hedeflenen üç farklı yıllık getiri oranı dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Portföy optimizasyon yöntemlerinin performanslarının karşılaştırılmasında Sharpe rasyosu, Treynor rasyosu, Bilgi rasyosu, Sortino rasyosu, Calmar rasyosu ve Jensen (alfa) ölçütünden yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada optimal portföylerin risk düzeyleri ayrıca incelenmiştir. Bu amaçla standart sapma ile ölçülen toplam risk, beta ile ölçülen sistematik risk, MDD ile ölçülen aşağı yönlü risk ve CVaR ile ölçülen aşağı yönlü piyasa riski üzerinde durulmuştur.

Çalışma bulguları Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon yönteminin en başarılı yöntem olduğunu göstermektedir. Ardından ise Markowitz (1952) ortalama-varyans yöntemi gelmektedir. En kötü performansı ise sırasıyla MDD ile CVaR yöntemlerinin sergiledikleri anlaşılmaktadır. Fakat,

⁴ Bu çalışmada CVaR yönteminin sadece standart normal dağılım varsayımı altında tahmin edilmesinin nedeni analizlerde kullanılan kodlarda Student t dağılım varsayımı gibi alternatif dağılım varsayımlarının bulunmamasıdır.

bulgular Omega rasyosunun en iyi performansı sergileyen yöntem olmakla birlikte, bu yönteme dayalı optimal portföyün hem önemli bir yoğunlaşma riski içerdiğini hem de toplam risk, sistematik risk ve aşağı yönlü piyasa riski açısından en riskli portföy olduğunu göstermektedir

Çalışma bulgularının uygulamalı analizler açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Öncelikle optimal portföylerin analizinde risk ve / veya getiri tanımları birbirinden farklı olan altı farklı portföy performans kriterinin kullanılmasına rağmen, Omega rasyosunun en uygun yöntem olduğu sonucuna ulaşılmasının yatırımcılar açısından önemli bir bilgi olduğu düşünülmektedir. Çünkü, çalışma bulguları yatırımcıların sahip oldukları fonları etkin bir şekilde değerlendirebilmeleri için bu çalışmada belirtilen diğer yöntemlerin yerine Omega rasyosundan yararlanabileceklerini göstermektedir. Fakat, gerek yoğunlaşma riskine gerekse diğer risk ölçütlerine ait sonuçlar dikkate alındığında yatırımcıların Omega rasyosuna dayalı portföy optimizasyon analizlerinde temkinli olması gerektiği de anlaşılmaktadır.

Daha önce ifade edildiği gibi Omega rasyosu ile şartlı riske maruz değer ve MDD yöntemlerine dayalı portföy optimizasyon analizleri henüz ulusal yazında yeterince yer almamaktadır. Bu nedenle bu alanda yapılabilecek daha sonraki çalışmalarda BİST100 endeksinde yer alan pay senetlerinin dikkate alınabileceği veya özellikle MDD ve CVaR yöntemlerinin alternatif varsayımlar altında tahmin edilebileceği düşünülmektedir. Bu tür yaklaşımların konu ile ilgili olarak daha kapsamlı ve güvenilir sonuçların elde edilebilmesi açısından önemli olabileceği ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

- Almahdi, S., and Yang, S.Y. (2017). An adaptive portfolio trading system: A risk-return portfolio optimization using recurrent reinforcement learning with expected maximum drawdown. *Expert Systems With Applications*, 87, 267–279.
- Bernard, C., Vanduffel, S., and Ye, J. (2018). Optimal strategies under omega ratio. *European Journal of Operational Research*, 275 (2), 755-767.
- Castro, J.G., Tito, E.A.H., Brandão, L.E.ET., and Gomes, L.L. (2019). Crypto-assets portfolio optimization under the omega measure. *The Engineering Economist*, 65 (2), 114-134.
- Chang, T-J., Yang, S.C., and Chang, K-J. (2009). Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 36, 10529–10537.
- Chekhlov, A., Uryasev, S., and Zabarankin, M. (2003). Portfolio Optimization With Drawdown Constraints. Pardalos, P.M., Migdalas, A. ve

- Baourakis, G. (Eds.). *Supply Chain and Finance* içinde (s.209-228). London, England: World Scientific publishing Co.Pte.Ltd.
- Çelengi, A. Z., Eğrioğlu, E., ve Çorba, B.Ş. (2015). İMKB 30 indeksini oluşturan hisse senetleri için parçacık sürü optimizasyonu yöntemlerine dayalı portföy optimizasyonu. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(1), 25-33.
- Dai, Z., and Wen, F. (2014). Robust CVaR-based portfolio optimization under a genal affine data perturbationun certainty set. *Journal of Computational Analysis and Applications*, 16(1), 93-103.
- Deng, L., Ma, C., and Yang, W. (2011). Portfolio optimization via pair copula-GARCH-EVT-CVaR model. *Systems Engineering Procedia*, 2, 171 – 181.
- Favre-Bulle, A., and Pache, S. (2003). *The omega measure: Hedge fund portfolio optimization*. (Unpublished MBF master's thesis). University of Lausanne – Ecole Des Hec.
- Fernandez, A., and Gomez, S. (2007). Portfolio selection using neural net works. *Computers & Operations Research*, 34, 1177-1191.
- Gökgöz, E. (2006). *Riske maruz değer (VaR) ve portföy optimizasyonu* (1. Baskı) Ankara: Sermaye Piyasası Kurulu Yayınları, Yayın No: 190.
- Gökmen, Y. (2009). *Stokastik programlama ile optimal portföy oluşturma*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Grinold R. C. (1989). The fundamental law of active management. *Journal of Portfolio Management*, 15 (3), 30-37.
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23 (2), 389-416.
- Keating, C., and Shadwick, W. F. (2002). A universal performance measure. *Journal of Performance Measurement*, 6(3), 59–84.
- Klega, D. (2013). *My ventures are not in one bottom trusted: Comparative study to modern portfolio theory and Black-Litterman portfolio formation*. (Unpublished Rigorous Thesis). Charles University, Faculty of Social Sciences.
- Lim, A.E.B., Shanthikumar, J.G., and Vahn, G-Y. (2011). Conditional value-at-risk in portfolio optimization: Coherent but fragile. [Operations Research Letters](#), 39 (3), 163-171.
- Ma, Y., Han, R., and Wang, W. (2021). Portfolio optimization with return prediction using deep learning and machine learning. [Expert Systems with Applications](#), 165(1), 1139-73.

- Magdon-Ismail, M., and Atiya, A. (2004). An analysis of the maximum drawdown risk measure. *Risk Magazine*, 17 (10): 99–102.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Mishra, A. K., Pisipati, S., and Vyas, I. (2011). An equilibrium approach for tactical asset allocation: Assessing Black-Litterman model to Indian stock market. *Journal of Economics and International Finance*, 3 (10), 553-563.
- Najafi, A. A., and Mushakhian, S. (2015). Multi-stages to chastic mean–semi variance–CVaR portfolio optimization under transaction costs. *Applied Mathematics and Computation*, 256, 445–458.
- Özdemir, M. (2011). Genetik algoritma kullanılarak portföy seçimi. *İktisat İletme ve Finans*, 26 (299), 43-66.
- Receiz, A. and León, C.E. (2008). Efficient Portfolio Optimization in the Wealth Creation and Maximum Drawdown Space. Berkelaar, A., Coche, J. ve Nyholm, K. (Eds.). *Interest Rate Models, Asset Allocation and Quantitative Techniques For Central Banks And Sovereign Wealth Funds* içinde (s.1-23). Bogota, Colombia: Palgrave Macmillan.
- Rejeb, A.B., and Boughrara, A.(2013). Financial liberalization and stock markets efficiency: New evidence from emerging economies. *Emerging Markets Review*, 17, 186–208.
- Rockafellar, R.T., and Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of Risk*, 2, 21–41.
- Roy, A. D. (1952). Safety first and the holding of assets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 20 (3), 431-449.
- Sharma, A., Utz, S., and Mehra, A. (2017). Omega-CVaR portfolio optimization and its worst case analysis. *OR Spectrum*, 39, 505–539.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39, 119-138.
- Solatikia, F., Kiliç, E ., and Weber, G.W. (2014). Fuzzy optimization for portfolio selection based on embedding theorem in fuzzy normed linear spaces. *Organizacija*, 47(2), 90-97.
- Sortino F. A. (2000). Measuring risk: Upside-potential ratios vary by investment style. *Pensions and Investments*, 28(22), 30–35.
- Treynor, J. L. (1965). How to rate management of investment funds. *Harvard Business Review*, 43 (1), 63-75.

- Uyar, U., ve Küçükşahin, H. (2017). Portföy seçiminde expected maximum drawdown yaklaşımı: BİST100-S&P500 Uygulaması. *Business and Economics Research Journal*, 8 (4), 727-748.
- Uygurtürk, H., ve Korkmaz, T. (2015). Portföy optimizasyonunda Markowitz modelinin kullanımı: Bireysel emeklilik yatırım fonları üzerine bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 68, 67-82.
- Yakut, E., ve Çankal, A. (2016). Çok amaçlı genetik algoritma ve hedef programlama metotlarını kullanarak hisse senedi portföy optimizasyonu: BİST 30'da bir uygulama. *Business and Economics Research Journal*, 7(2),43.62.
- Young T. W. (1991). Calmar ratio: A smoother tool. *Futures (Cedar Falls, Iowa)*, 20 (11), 1-22.