

PORTFÖY OPTİMİZASYONUNDA VERİ SETLERİNİN VE OPTİMİZASYON SEÇENEKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: BİST-30 ENDEKSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Hacettepe Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi Dergisi
Cilt 38, Sayı 1, 2020
s. 139-165

Kutlay URUN

M.Sc., İstanbul Teknik Üniversitesi
İşletme Fakültesi
İşletme Mühendisliği Bölümü
urunkutlay@gmail.com

Oktay TAŞ

Prof.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi
İşletme Fakültesi
İşletme Mühendisliği Bölümü
oktay.tas@itu.edu.tr

Umut UĞURLU

Dr.Öğr. Üyesi, Bahçeşehir Üniversitesi
İktisadi İdari Sosyal Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü
umut.ugurlu@eas.bau.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Türkiye'deki BİST-30 endeksinde yer alan hisselerin 01/07/2015–31/12/2015, 01/01/2015–31/12/2015, 01/01/2014–31/12/2015 ve 01/01/2013–31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine, Geleneksel Portföy Yöntemi temel alınarak eşit ağırlıklandırma; Modern Portföy Teorisi temel alınarak risk kısıtlı getiri maksimizasyonu, getiri kısıtlı risk minimizasyonu, direkt risk minimizasyonu ve Sharpe Oranı maksimizasyonu uygulanmaktadır. Çalışmanın amacı, birinci uygulamada, yatırımcının amaç fonksiyonuna göre hangi optimizasyon seçeneğini kullanması gerektiğini, ikinci uygulamada ise yatırımcı tipine göre hangi veri setinin kullanılması gerektiğini bulmaktır. Sonuç olarak farklı amaç fonksiyonlarında farklı optimizasyon yöntemlerini kullanmak gerektiği gibi farklı yatırımcı tiplerinde de farklı uzunluklarda veri setleri kullanılması daha iyi sonuçlar vermektedir.

Anahtar Sözcükler: Portföy optimizasyonu, performans değerlendirme, BİST-30, modern portföy teorisi.

**THE COMPARISON OF THE
DATASETS AND THE OPTIMIZATION
ALTERNATIVES IN THE PORTFOLIO
OPTIMIZATION: AN APPLICATION ON
THE BIST-30 INDEX**

*Hacettepe University
Journal of Economics
and Administrative
Sciences
Vol. 38, Issue 1, 2020
pp. 139-165*

Kutlay URUN

M.Sc., Istanbul Technical University
Management Faculty
Management Engineering Department
urunkutlay@gmail.com

Oktay TAS

Prof.Dr., Istanbul Technical University
Management Faculty
Management Engineering Department
oktay.tas@itu.edu.tr

Umut UGURLU

Asst.Prof.Dr., Bahcesehir University
Faculty of Economics
Administrative and Social Sciences
Business Administration Department
umut.ugurlu@eas.bau.edu.tr

Abstract: In this research, daily returns of the stocks in BIST-30 index of Turkey are evaluated with different training set time frames; 01/07/2015–31/12/2015, 01/01/2015–31/12/2015, 01/01/2014–31/12/2015 and 01/01/2013–31/12/2015 by applying the equal weights method based of traditional portfolio theory; risk constrained return maximization, return constrained risk minimization, direct risk minimization and Sharpe ratio maximization, which are based on the modern portfolio theory. Firstly, according to the investor's objective function, the choice of the optimization technique is discussed. Secondly, according to the investor type, the choice of the time frame is investigated. Consequently, as different objective functions lead to the usage of different optimization methods, different type of investors need to use different term datasets to have better results.

Keywords: *Portfolio optimization, performance evaluation, BIST-30, modern portfolio theory.*

GİRİŞ

Portföy yönetiminde ve özellikle de portföy optimizasyonunda portföyün getirisini maksimize ederken riskini de minimize etmek, finans alanında üzerinde uzun yıllardır, bir çok makale üretilen önemli bir konudur. Portföye dahil edilecek menkul kıymetlerin ağırlıklarını belirlerken, konulacak kısıtların belirlenmesi, optimizasyon seçeneklerinin hangisinin uygulanacağı ve ek olarak geçmiş döneme ait veriler incelenirken ne kadar süre geriye gidilerek inceleme yapılacağı gibi konular literatürde üzerinde çalışmalar yapılan konulardan bazılarıdır. Portföy oluşturmada bir diğer konu da fayda maksimizasyonu ve yatırımcı tipine uygun portföyler oluşturmaktır. Yatırımcı tiplerine göre optimizasyon işlemlerinde, kısıtlar konularak, istenen portföyler oluşturulup, gelecek dönem için test edilerek en iyi portföy seçeneği araştırılmaktadır. Ancak, örneklem kümesinin oldukça geniş olması ve ülke endekslerinin birbirinden farklı bir seyir halinde olması ile ekonomik koşulların farklılığı genel geçer bir sonuç elde edilmesini zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmada BİST-30 endeksinin 01/07/2015 – 31/12/2015, 01/01/2015 – 31/12/2015, 01/01/2014 – 31/12/2015 ve 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine, Geleneksel Portföy Yöntemi temel alınarak eşit ağırlıklandırma, Modern Portföy Teorisi temel alınarak risk kısıtlı getiri maksimizasyonu, getiri kısıtlı risk minimizasyonu, direkt risk minimizasyonu ve Sharpe Oranı maksimizasyonu uygulanmaktadır. Eşit ağırlıklandırma yöntemi ile bütün hisseler eşit oranda yatırım yapıldığı durum incelenecek; risk kısıtlı getiri maksimizasyonunda riski eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün riskine eşit olacak şekilde bir getiri maksimizasyonu; getiri kısıtlı risk minimizasyonunda, getirisi eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün getirisine eşit olacak şekilde bir risk minimizasyonu; direkt risk minimizasyonunda ise eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün getiri ve risk değeri dikkate alınmadan direkt olarak bir risk minimizasyonu; Sharpe Oranı maksimizasyonunda, formül gereği risksiz faiz oranı bir sabit olduğu için, portföyün ortalama getiri ve standart sapması oranı maksimizasyonu uygulanarak yatırım oranları elde edilecektir.

Bu makale, portföylerini değerlendirmek ve geliştirmek isteyen yatırımcılar için, belirlenen yatırımcı profillerine göre çeşitli seçenekler sunmaktadır. Çalışmanın amacı ise, tüm bu optimizasyon seçenekleri uygulanarak elde edilen yatırım oranlarının, BİST-30 endeksinin 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki günlük değerlerine uygulanarak hangi veri setine göre yapılan optimizasyonun isteneni daha iyi yerine getirdiğini, beş farklı optimizasyon seçeneğinden hangisinin belirtilen dönem için daha iyi sonuç verdiğini incelemektir.

Makalede bu amaçla Modern Portföy Teorisi (Markowitz, 1952) kapsamında ortaya çıkan literatür dikkate alınmış olup, ortaya konan model ve yöntem, farklı veri setleri kullanılarak, farklı optimizasyon teknikleri uygulanarak test edilmiştir.

1. LİTERATÜR TARAMASI

1950’li yıllara kadar Geleneksel Portföy Yaklaşımı, teoride ve pratikte oldukça yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Bu yöntemin bilimsel bir temeli olmamasına rağmen, kolaylıkla uygulanabilir olmasından dolayı birçok yatırımcı tarafından talep gören bir yöntem olmuştur (Bekçioğlu, 1984).

Geleneksel portföy yaklaşımı, aşırı çeşitlendirmeye önem vermekte olup, portföye alınması düşünülen hisse senetleri arasındaki ilişkileri dikkate almamaktadır. Bu yönetime göre riskin dağıtılması esas amaçtır. Portföyde yer alan yatırım araçlarının getirileri aynı yönde hareket etmeyeceğinden, portföyün riski de tek bir menkul kıymetin riskinden daha küçük olacaktır. Bu yüzden de geleneksel portföy yönetimi, portföydeki menkul kıymetlerin çeşitlendirilmesine dayanır. Bu yaklaşıma göre, farklı endüstri kollarında olan işletmelerin menkul kıymetlerinden oluşan bir çeşitlendirmeye gidilmesinin olumlu bir etki yaratacağı düşünülmektedir (Francis, 1976; Berk, 1995).

Geleneksel Portföy Yaklaşımı baz alınarak oluşturulan portföyde yer alan finansal varlıkların getirileri arasında hiçbir ilişki bulunmadığı varsayılarak yapılan çeşitlendirmeye, önemli bir risk indirimi sağlanabilmektedir; hatta, yeterince varlık portföye dahil edilecek olursa, riskin sıfıra yaklaştırılabileceği anlaşılmaktadır. Ancak bu yaklaşım tam anlamıyla doğru değildir; gerçekte tüm finansal varlık çiftleri arasındaki ilişkinin “0” olması, dolayısı ile basit çeşitlendirmeye portföy riskinin bu denli indirilebilmesi mümkün değildir (Sharpe *vd.*, 1978; Bolak, 1998).

Geleneksel portföy yaklaşımı aşırı çeşitlendirmeye dayandığı için bir takım sakıncaları mevcuttur. Bunların başında, çok sayıda menkul değerden oluşan portföyün yönetimi oldukça güçtür; bundan ötürü bir araştırma maliyeti oluşur ki, çok sayıda yatırım aracı bulunan bir portföyde, araştırma maliyeti de oldukça yüksek olacaktır (Üstünel, 2000).

Markowitz (1952), Modern Portföy Teorisi’nin temelini atmış olup, portföy yönetimini, matematiksel ve istatistiksel açıdan anlamlı hale getirmiştir. Markowitz bu çalışmasında yatırım araçlarının getirisi ve riskini değerlendirerek optimal portföye ulaşmıştır.

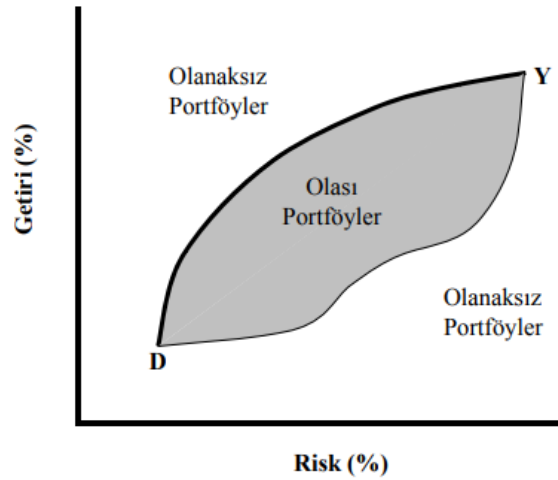
Markowitz’in Ortalama – Varyans modeli, yatırımların çeşitlendirilmesinin matematiksel bir biçimde ilk ifadesidir. Yapılan bu çalışmanın en önemli özelliği,

menkul değerlerin kendilerine ait risk değerlerinin yatırımcı için önemli olmadığıdır. Önemli olan nokta menkul değerlerin, bütün portföyün çeşitliliğine olan katkısıdır (Rubinstein, 2002).

Markowitz (1952), geleneksel portföy yaklaşımında olduğu gibi aşırı çeşitlendirmeye başvurmadan, risk ve getiri ilişkisi incelenerek de düşük riskli portföylerin oluşturulmasının mümkün olduğunu göstermiştir.

N adet menkul kıymet içeren bir portföyde, menkul kıymetlere değişik ağırlıklar verilerek, sınırsız sayıda portföy oluşturmak, mümkündür. Ancak burada amaç, belirli bir getiri oranında, risk değerini mümkün olduğu kadar düşürerek etkin portföyleri seçmektir. Daha önce de değinildiği gibi yatırımcı hem getiri hem de risk değerlerini göz önüne almak durumundadır. Portföydeki her bir menkul kıymetin payını ise matematiksel işlemlerle belirleyeceklerdir. Markowitz (1952), değişik risk ve getiri düzeylerindeki etkin portföyleri birleştiren eğriyi, etkin sınır olarak tanımlamıştır. Şekil 1'de ise etkin sınır eğrisine görsel olarak bir örnek verilmiştir.

Şekil 1. Etkin Sınır Eğrisi



Kaynak: Bolak, 1998.

N adet finansal varlıktan yararlanarak oluşturulan bir portföyün beklenen getiri ve risk değerleri, aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmaktadır (Bolak, 1998):

$$E_p = \sum_{i=1}^N X_i E_i \quad (1)$$

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \right]^{1/2} \quad (2)$$

E_p : Portföyün Beklenen Getiri Değeri

E_i : i. Hisse Senedinin Beklenen Getiri Değeri

X_i : i. Hisse Senedinin Portföy İçerisindeki Ağırlığı

X_j : j. Hisse Senedinin Portföy İçerisindeki Ağırlığı

σ_p : Portföyün Risk Değeri

σ_i : i. Hisse Senedinin Risk Değeri

σ_j : j. Hisse Senedinin Risk Değeri

$\rho_{i,j}$: i. ve j. Hisse Senetleri Arasındaki Korelasyon Katsayısı

Campbell *vd.* (2001), beklenen azami kaybın, risk yöneticisi tarafından belirlenen riske maruz değer sınırını karşılaması şartıyla, beklenen getiriye en yüksek düzeye taşımayı amaçlayan bir model üzerinde çalışmışlardır. Ortalama-varyans metodunda kullanılan Sharpe Oranına benzer bir indeks geliştirilip yapılan uygulamada, sonuçlar, birbirine oldukça benzer çıkmıştır. Buna ek olarak, Amerika Birleşik Devletleri piyasasındaki hisse senetleri ve tahviller ele alınarak yapılan çalışmada optimum portföyü elde etmek için yatırım süresinin uzunluğunun oldukça önem teşkil ettiğini gözlemlemişlerdir.

Çetin (2007), yaptığı çalışmada Markowitz kuadratik programlama ile portföy seçim modelini İMKB 30 endeksinde yer alan şirketler üzerinde incelemiştir. Çalışmada İMKB 30 şirketlerinin 03/01/2005 – 01/07/2005 tarihleri arasındaki günlük getiri değerleri baz alınmıştır. Amaç, İMKB Ulusal-30 endeksine göre oluşturulan optimal portföyün İMKB Ulusal-100, İMKB Ulusal-30 endekslerine ve eşit ağırlıklı portföye göre karşılaştırmasını yapmaktır. Standart kuadratik programlama modelini kullanarak İMKB 30 endeksi ile aynı risk düzeyinde daha yüksek getirili portföy ağırlıkları elde etmiştir. Geçmiş verilere uygulanan optimizasyondan elde edilen portföy 02/01/2006 – 30/06/2006 tarihleri arasındaki endeks değerlerine uygulandığında bu portföy %8,6 oranında getiri sağlarken, bu tarihler arasında İMKB-100 endeksi %8,67; İMKB Ulusal-30 endeksi %9,17; eşit ağırlıklı portföy %10,82 oranında götürüye neden olmuştur. Sonuç olarak da Markowitz'in modern portföy teorisi ve optimizasyonu İMKB'de yapılacak olan yatırımlar için uygun bir yöntemdir.

Kardiyen (2008), yaptığı çalışmada portföy teorisinin temelini oluşturan Markowitz'in ortalama-varyans modelinin kullanımında büyük boyutlu veriler

kullanıldığında işlem zorlukları ile karşılaşılmasından dolayı Konno ve Yamazaki tarafından geliştirilen Ortalama Mutlak Sapma (MAD) modelini test etmiştir. Yapılan çalışmada, her iki model ele alınarak, bir karşılaştırılma yapılmıştır. BİST-50 endeksinin Haziran 2000 – Aralık 2003 tarihleri arasındaki aylık getiri değerleri kullanılmış ve bu verilere her iki modelin uygulanması ile farklı hedef getiri düzeyleri için portföyler elde edilmiştir. BİST-50 verisi ile yapılan çalışmanın sonucunda, Markowitz'in ortalama-varyans modeli ve ortalama mutlak sapma modeli ile elde edilen portföylerin getirilerinin genelde birbirleri ile aynı ya da çok yakın değerlere sahip oldukları, Markowitz'in ortalama-varyans modeli ile elde edilen portföylerin ortalama mutlak sapma modeli ile elde edilen portföylerle ya aynı ya da daha düşük değerli varyans değerine sahip olduğu görülmüştür.

Çetin (2009), bir başka çalışmasına İMKB-30 endeksinde yer alan şirketler üzerinde Markowitz karesel programlama yöntemini kullanarak portföy seçiminde bulunmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında Markowitz portföy seçimi modeli, İMKB-30 endeksi ile benzer risk-getiri yapısında bir portföy oluşturacak şekilde dönüştürülmüştür. Daha sonra İMKB-30 şirketlerinin Ocak 2006 – Aralık 2006 tarihleri arasındaki günlük getiri değerleri kullanılarak beklenen getiri ve varyans-kovaryans matrisi oluşturularak model çözülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında ise karesel programlama modeli kullanılarak, İMKB-30 endeksi ile eşit getiri düzeyinde, daha düşük risk değerine sahip portföy ağırlıkları ile İMKB-30 endeksi ile eşit risk düzeyinde fakat daha yüksek getiri değerine sahip portföy ağırlıkları hesaplanmıştır. 2007 ve 2008 yıllarında yaşanan küresel krizden dolayı, bu dönem İMKB için de büyük kayıpların yaşandığı bir zaman dilimi olmuştur. Hisse senetlerine eşit ağırlıkta yer veren bir portföy oluşturulması durumunda bile zararlar karşılanmıştır. Ancak Markowitz ortalama-varyans modeli kullanılarak İMKB-30 endeksi ile aynı getiri yapısında bir portföy oluşturulduğunda, İMKB Ulusal-30 endeksinden seçilen, farklı ağırlıklara sahip 13 adet hisse senedinin getirisi, 04/01/2007 – 13/03/2008 döneminde %14,80; 17/03/2008 – 17/10/2008 döneminde %3,48 olmuştur. Bu optimizasyon yöntemi ile elde edilen portföyün getirisi, hem eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün getirisinden hem de endeks getirisinden daha yüksek çıkmıştır.

Nogales *vd.* (2009), yaptıkları çalışmada tahmin hatasını düşürmek için klasik minimum varyanslı portföy optimizasyonuna bir kısıt koyarak ilerlemişlerdir. Bu kısıt da portföylerin, ağırlık vektörlerinin, belirli bir eşikten daha düşük seviyede olmasıdır. Buna ek olarak, çalışmada çeşitli portföy stratejileri de önerilerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Beş farklı veri setine uygulanan on farklı optimizasyon seçeneğinde elde edilen sonuçlarda, Sharpe Oranı değeri, geleneksel portföy yönteminden ve literatürdeki diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlardan daha yüksek çıkmaktadır.

DeMiguel *vd.* (2009), örneklem temelli ortalama-varyans modelinin performansını artırmak ve tahmini hatayı azaltmak için bir çalışma yapmışlar ve kıyas olarak eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyü baz almışlardır. ABD hisse senedi piyasasında yapılan çalışmada tamamen genel geçer yatırım tavsiyesi verilebilmesi için 25 varlıklı bir portföyde 3000 aylık verinin, 50 varlıklı bir portföyde ise 6000 aylık verinin geriye dönük olarak incelenmesi gerektiği gözlenmiştir. Bu da optimal portföyün gerçeğe tam anlamıyla uyarlanması için gidilmesi gereken çok yol olduğunu göstermektedir.

Korhan (2013), yaptığı çalışmada en az portföy optimizasyonunun önemi kadar, menkul kıymetlerin ne kadarlık bir süre için geçmiş verileri dikkate alarak portföy oluşturulacağına önemini vurgulamıştır. Buna ek olarak da oluşturulan portföyün elde ne kadar tutulması gerekliliği üzerine de inceleme yapmıştır. Bu kapsamda 2006 ile 2011 yılları arasında BİST-30 endeksi içinde yer alan 24 hisse senedinin farklı geçmiş sürelerinden oluşan verileri, Markowitz ortalama-varyans modelinde kullanarak, çok sayıda portföy oluşturulmuş ve bu portföylerin elde tutulması halinde yatırım vadeleri ile geçmiş takip süreleri arasında ilişki tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, yatırımcı, eğer uzun vadeli yatırım yapmayı planlıyorsa, hisse senetlerinin kısa süreli geçmiş verilerini kullanarak portföy oluşturması, aynı şekilde yatırımcının kısa vadeli yatırım yapma düşüncesi varsa hisse senetlerinin uzun süreli geçmiş verilerinin kullanılmasının daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Akçayır *vd.* (2014), yaptığı çalışmada Elton, Gruber (1995) tarafından geliştirilmiş olan portföy seçim yönteminin ve Markowitz'in ortalama-varyans modelinin BİST-50 endeksi üzerindeki uygulanabilirliğini test etmektedir. Uygulamada BİST-50 endeksinde işlem görmekte olan tüm hisse senetlerinin 1 Ağustos – 30 Eylül tarihleri arasındaki günlük kapanış değerleri kullanılmış ve getiriler doğal logaritma ile hesaplanmıştır. Sonuç olarak Elton-Gruber portföy seçim yöntemi ile elde edilen risk ve getiri değerleri Markowitz kuadratik programlama yöntemi için bir kısıt olarak eklendiğinde, portföylerin içinde daha etkin, yani riski daha düşük ve getirisi daha yüksek bir portföy olarak, risk ve getiri bileşeni diğerlerine benzemeyen yeni bir portföy elde edilmiştir.

Güran, Taş (2015), yaptıkları çalışmada ilk aşamada BİST-30 endeksine ikinci dereceden stokastik baskınlık testi uygulayarak, verimli olmayan hisse senetlerini, portföy dışına atıp, ikinci aşamada geriye kalan hisse senetlerine Ortalama-Varyans optimizasyonu uygulayarak iki aşamalı bir süreci gözlemlemişlerdir. Portföyler arasında Sharpe Oranının maksimize edildiği portföy seçilerek, BİST-30 portföyü ile kıyaslanmıştır. Bu iki portföyün aynı getiri oranlarına sahip olmalarına rağmen, ikinci dereceden stokastik baskınlık testi uygulanarak oluşturulan verimli portföyün riskinin,

BİST-30 portföyünün riskinden daha büyük olduğu ve dolayısı ile de Sharpe Oranının da daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Taş *vd.* (2015), yaptıkları çalışmada BİST-30 ve DJIA endekslerine stokastik baskınlık testi uygulayarak, etkin hisseleri seçip, daha sonrasında bu hisselerin getirilerini hesaplamışlardır. Baskınlık testinde, zamanın önemini incelemek için veri setine eşit ağırlıklandırma, basit ağırlıklandırma ve logaritmik ağırlıklandırma uygulamışlardır. Daha sonrasında elde edilen verilere backtesting uygulanmıştır. BİST-30 endeksi -%6,01 getiri sağlarken, eşit ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilen portföy -%5,28; basit ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilen portföy -%6,78; logaritmik ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilen portföy ise -%5,39 oranında getiri sağlamaktadır. Burada basit ağırlıklandırma ile elde edilen portföyün getirisi, endeks getirisinin altında kalmıştır. DJIA endeksinin getirisi -%0,70 getiri sağlarken, eşit ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilen portföy %2,12; basit ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilen portföy %1,97; logaritmik ağırlıklandırma yöntemiyle elde edilen portföy ise %0,75 oranında getiri sağlamaktadır. Burada bütün yöntemlerden elde edilen portföyler endeksin üzerinde bir getiri sağlamaktadır. İki endeks incelemesinde de veri setine uygulanan eşit ağırlıklandırma yöntemi, en iyi sonucu vermektedir.

2. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Borsa İstanbul 30 (BİST-30) veri setinde bulunan hisse senetleri kullanılmıştır. Ancak PGSUS hissesinin, inceleme tarihleri içerisinde, bütün verilerinin olmaması nedeniyle inceleme 29 adet hisse üzerinden yapılacaktır. Firmaların günlük getirileri, bir önceki günkü kapanış değerine göre olan yüzdelik değişimle ifade edilmektedir. Analizlere dahil edilen 29 adet firma Tablo 1.'de gösterilmektedir.

Uygulama aşamasında BIST-30 endeksi ve endeks içerisinde yer alan hisselerin; 01/07/2015 – 31/12/2015, 01/01/2015 – 31/12/2015, 01/01/2014 – 31/12/2015 ve 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine eşit ağırlıklandırma, Ortalama – Varyans yöntemi esas alınıp getiri kısıtlı risk minimizasyonu, direkt risk minimizasyonu, risk kısıtlı getiri maksimizasyonu ve Sharpe Oranı maksimizasyonu ile hangi hisselerle hangi oranda yatırım yapılması gerektiği hesaplanacaktır. Daha sonra bu yatırım oranları, 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeks değerlerine uygulanıp bir test yapılarak, hangi dönemdeki yatırım oranlarının daha başarılı bir sonuç verdiği araştırılacaktır. Burada amaç, 1 yıl süreli yatırım için, hangi döneme ait veri setinin kullanılacağını ve hangi optimizasyon seçeneğinin daha iyi sonuç verdiğini, gözlemlemektir.

Tablo 1. Araştırmanın Yapıldığı Döneme Ait BİST-30 Endeksi Bilgileri

No	Şirket İsimleri	Sektör	Hisse Kodu
1	AKBANK	Bankacılık	AKBNK
2	ARÇELİK	Dayanaklı Tüketim	ARCLK
3	BİM	Perakende Ticaret	BIMAS
4	COCA COLA	Gıda	CCOLA
5	DOĞUŞ OTOMOTİV	Otomotiv	DOAS
6	EMLAK KONUT	Gayrimenkul Yatırım	EKGYO
7	ENKA İNŞAAT	Ortaklığı İnşaat	ENKAI
8	EREĞLİ DEMİR ÇELİK	Demir Çelik	EREGL
9	FORD OTOSAN	Otomotiv	FROTO
10	GARANTİ BANK	Bankacılık	GARAN
11	HALK BANK	Bankacılık	HALKB
12	İŞ BANK	Bankacılık	ISCTR
13	KOÇ HOLDİNG	Holding	KCHOL
14	KOZA ALTIN	Demir Çelik	KOZAL
15	KARDEMİR KARABÜK	Demir Çelik	KRDMD
16	OTOKAR	Otomotiv	OTKAR
17	PETKİM HOLDİNG	Petrokimya	PETKM
18	HACI ÖMER SABANCI HOLDİNG	Holding	SAHOL
19	TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI	Holding	SISE
20	TAV HAVALİMANLARI HOLDİNG	Ulaştırma	TAVHL
21	TURKCELL İLETİŞİM	Telekomünikasyon	TCELL
22	TÜRK HAVA YOLLARI	Ulaştırma	THYAO
23	TEKFEN HOLDİNG	Holding	TKFEN
24	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL	Otomotiv	TOASO
25	TÜRK TELEKOMÜNİKASYON	Telekomünikasyon	TTKOM
26	TÜPRAŞ TÜRKİYE PETROL RAFİNELERİ	Petrokimya	TUPRS
27	ÜLKER	Gıda	ULKER
28	VAKIFLAR BANK	Bankacılık	VAKBN
29	YAPI VE KREDİ BANKASI	Bankacılık	YKBNK

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Günlük getiriler üzerinden 01/07/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki 6 aylık veri seti için yapılan incelemede 129 gözlem, 01/01/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki 1 yıllık veri seti için yapılan incelemede 253 gözlem, 01/01/2014 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki 2 yıllık veri seti için yapılan incelemede 505 gözlem, 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki 3 yıllık veri seti için yapılan incelemede 754 gözlem bulunmaktadır.

Optimizasyon uygulamasına geçilmeden önce 4.1’de optimizasyon seçenekleri açıklanıp amaç ve kısıt fonksiyonları belirtilmektedir. 4.2’de BİST-30 endeksine Ortalama-Varyans optimizasyonu uygulanıp, elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

4.3'te, uygulanan optimizasyonlardan elde edilen portföylerin 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki performansı test edilecek ve bulgular tartışılacaktır.

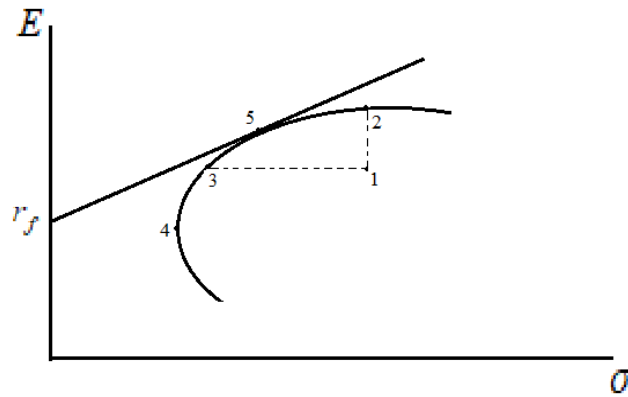
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. BİST-30 Endeksine Uygulanacak Optimizasyon Seçeneklerinin Tanımı

Bu bölümde, BIST-30 endeksine; eşit ağırlıklandırma, risk kısıtlı getiri maksimizasyonu, getiri kısıtlı risk minimizasyonu, direkt risk minimizasyonu ve Sharpe Oranı maksimizasyonu uygulanarak oluşturulacak portföyde, hangi hisseler hangi oranda yatırım yapılması gerektiği belirlenmektedir. Oluşturulacak portföyün getirisi, her bir hissenin ortalama getirisi ile portföydeki oranının çarpımlarının toplamıyla elde edilmektedir. Portföyün riski ise 2 numaralı formülün Microsoft Excel Solver (Çözücü) uygulaması üzerinden hesaplanmasıyla bulunmaktadır.

Optimizasyon seçeneklerini tek tek açıklamadan önce hepsini tek bir grafik içerisinde Şekil 2.'de görmek mümkündür.

Şekil 2. Optimizasyon Seçeneklerinin Etkin Sınır Eğrisinde Gösterimi



Kaynak: Bolak, 1998.

Şekil 2'ye göre 1 numaralı portföy, rastgele konumlandırılmış olup, her bir hisseye eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyü; 2 numaralı portföy, riski eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün riskine eşit olacak şekilde getirisi maksimize edilmiş portföyü; 3 numaralı portföy, getirisi eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün getirisine eşit olacak şekilde riski minimize edilmiş portföyü; 4 numaralı portföy, herhangi bir kısıt uygulanmadan, riski minimize edilmiş portföyü ve son olarak 5 numaralı portföy de Sharpe Oranı maksimize edilmiş portföyü temsil etmektedir. Pratikte çok daha farklı

kısıtlarla portföy kurma imkanı bulunmakla birlikte bu uygulamada, yukarıda tanımlanan portföyler arasında karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır.

3.1.1. Eşit Ağırlıklandırma Yöntemi

Bu yöntem geleneksel portföy teorisini temel almaktadır. Portföy içerisinde bütün hisselerin eşit oranda yer aldığı ve buna göre aslında diğer optimizasyon seçeneklerinde, referans değer olacak getiri ve risk değerleri, bu aşamada elde edilmektedir.

3.1.2. Risk Kısıtlı Getiri Maksimizasyonu

Risk değeri, eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün risk değerine eşit olacak şekilde portföyün getirisinin maksimize edildiği bir optimizasyon seçeneğidir. Burada kısıt denklemleri;

$$\begin{aligned} X_i &\geq 0 \\ \sum X_i &= 1 \\ \sigma_P &= \sigma_{EA} \end{aligned}$$

Amaç fonksiyonu ise;

$$Z_{\max} = \mu_P$$

X_i : i. hisseye portföy içerisinde verilecek ağırlık.

σ_P : Portföyün standart sapma değeri.

σ_{EA} : Eşit ağırlıklandırma yöntemi uygulanmış portföyün standart sapma değeri.

μ_P : Portföyün getiri değeri.

3.1.3. Getiri Kısıtlı Risk Minimasyonu

Getiri değeri, eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün getiri değerine eşit olacak şekilde, portföyün riskinin minimize edildiği bir optimizasyon seçeneğidir. Burada kısıt denklemleri;

$$\begin{aligned} X_i &\geq 0 \\ \sum X_i &= 1 \\ \mu_P &= \mu_{EA} \end{aligned}$$

Amaç fonksiyonu ise;

$$Z_{\min} = \sigma_P$$

X_i : i. hisseye portföy içerisinde verilecek ağırlık.

μ_p : Portföyün getiri değeri.

μ_{EA} : Eşit ağırlıklandırma yöntemi uygulanmış portföyün getiri değeri.

σ_p : Portföyün risk değeri.

3.1.4. Direkt Risk Minimizasyonu

Burada eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün, risk ve getiri değerlerinden herhangi biri referans olarak alınmadan oluşturulacak portföyün, riski minimize edilmektedir. Burada kısıt denklemleri;

$$X_i \geq 0$$

$$\sum X_i = 1$$

Amaç fonksiyonu ise;

$$Z_{\min} = \sigma_p$$

X_i : i. hisseye portföy içerisinde verilecek ağırlık.

σ_p : Portföyün risk değeri.

3.1.5. Sharpe Oranı Maksimizasyonu

Burada eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün risk ve getiri değerlerinden herhangi biri referans olarak alınmadan oluşturulacak portföyün Sharpe Oranı, maksimize edilmektedir. Burada risksiz getiri oranı hesaplanırken 1 yıl vadeli devlet tahvilinin günlük getirileri kullanılmaktadır. Burada kısıt denklemleri;

$$X_i \geq 0$$

$$\sum X_i = 1$$

Amaç fonksiyonu ise;

$$Z_{\max} = SO_p$$

X_i : i. hisseye portföy içerisinde verilecek ağırlık.

SO_p : Portföyün Sharpe Oranı değeri.

3.2. BİST-30 Endeksine Belirtilen Optimizasyonların Uygulanması

Bu bölümde, önceki başlıkta bahsedilen optimizasyon seçenekleri, BİST-30 endeksinin 01/07/2015 – 31/12/2015, 01/01/2015 – 31/12/2015, 01/01/2014 – 31/12/2015 ve 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getiri değerlerine uygulanmaktadır.

Buradan itibaren aşağıdaki kısaltmalardan faydalanılacaktır.

- Eşit ağırlıklandırma yöntemi; EA,
- Risk kısıtlı getiri maksimizasyonu; RKGM,
- Getiri kısıtlı risk minimizasyonu; GKRM
- Direkt risk minimizasyonu; DRM
- Sharpe Oranı maksimizasyonu SOM ifadeleri ile gösterilecektir.

BİST-30 endeksinin 01/07/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine uygulanan Ortalama-Varyans optimizasyonundan elde edilen yatırım oranları Tablo 2.'deki gibidir.

EA yöntemi ile portföyün riski, en düşük seviyede tutulabilse de ortalama getirisi negatif bir değer almaktadır. Ancak GKRM'de, aynı seviyede getiri düzeyi için, daha düşük risk seviyesinde bir portföy oluşturulmaktadır. Buna ek olarak DRM uygulanarak hem portföyün getirisi biraz daha iyileştirilmiş hem de risk seviyesi biraz daha aşağıya çekilmiştir. Son olarak da RKGM uygulanarak riski eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün risk değerine eşit olup, getirisi çok daha yüksek bir portföy elde edilmiştir. RKGM'de ve SOM'da aynı hisseler yer verilmektedir ancak kısıtlardan dolayı yatırım oranları birbirlerinden küçük farklılık göstermektedir.

Tablo 2. BİST-30 Endeksinin 01/07/2015 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki Günlük Getirilerine Uygulanan Ortalama-Varyans Optimizasyonu Sonuçları

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
Kısıtlı Değişken	Yok	$\sigma =$	$\mu =$	Yok	Yok
Değişkenin Değeri	Yok	0.01426172	-0.00099798	Yok	Yok
	Hisselerin Portföy İçerisindeki Oranları				
AKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ARCLK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
BIMAS	3.45%	10.46%	15.76%	31.09%	22.80%
COLLA	3.45%	0.00%	5.80%	3.19%	0.00%
DOAS	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
EKGYO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ENKAI	3.45%	0.00%	26.34%	23.08%	0.00%
EREGL	3.45%	0.00%	3.34%	0.00%	0.00%
FROTO	3.45%	0.00%	4.31%	0.00%	0.00%
GARAN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HALKB	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISCTR	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KCHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KOZAL	3.45%	0.00%	0.58%	0.00%	0.00%
KRDMD	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
OTKAR	3.45%	0.00%	2.02%	8.42%	0.00%
PETKM	3.45%	89.54%	0.00%	8.08%	77.20%
SAHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SISE	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TAVHL	3.45%	0.00%	13.46%	8.68%	0.00%
TCELL	3.45%	0.00%	9.13%	3.08%	0.00%
THYAO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TKFEN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOASO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TTKOM	3.45%	0.00%	17.09%	10.48%	0.00%
TUPRS	3.45%	0.00%	0.00%	1.65%	0.00%
ULKER	3.45%	0.00%	2.18%	2.23%	0.00%
VAKBN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$\sum w_i$	100%	100%	100%	100%	100%
μ	-0.00099798	0.00104290	-0.00099798	-0.00025398	0.00098425
Σ	0.01426172	0.01426173	0.01107354	0.01062957	0.01336693
Sharpe Oranı	-0.08961903	0.05348325	-0.11542122	-0.05024809	0.05267583

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

BİST-30 endeksinin 01/01/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine uygulanan Ortalama-Varyans optimizasyonundan elde edilen yatırım oranları Tablo 3.'teki gibidir.

Tablo 3. BİST-30 Endeksinin 01/01/2015 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki Günlük Getirilerine Uygulanan Ortalama-Varyans Optimizasyonu Sonuçları

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
Kısıtlı Değişken	Yok	$\sigma =$	$\mu =$	Yok	Yok
Değişkenin Değeri	Yok	0.01349571	-0.00033150	Yok	Yok
	Hisselerin Portföy İçerisindeki Oranları				
AKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ARCLK	3.45%	0.00%	6.63%	8.08%	0.00%
BIMAS	3.45%	0.00%	14.81%	18.08%	0.00%
CCOLA	3.45%	0.00%	11.07%	5.99%	0.00%
DOAS	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
EKGYO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ENKAI	3.45%	0.00%	22.00%	22.21%	0.00%
EREGL	3.45%	0.00%	3.36%	0.00%	0.00%
FROTO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
GARAN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HALKB	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISCTR	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KCHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KOZAL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KRDMD	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
OTKAR	3.45%	2.56%	0.00%	0.00%	0.00%
PETKM	3.45%	27.43%	1.35%	11.75%	18.51%
SAHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SISE	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TAVHL	3.45%	0.00%	7.43%	9.64%	0.00%
TCELL	3.45%	0.00%	12.14%	9.36%	0.00%
THYAO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TKFEN	3.45%	0.00%	8.62%	2.74%	0.00%
TOASO	3.45%	30.15%	0.00%	0.00%	36.13%
TTKOM	3.45%	0.00%	7.91%	6.31%	0.00%
TUPRS	3.45%	39.87%	0.00%	0.00%	45.37%
ULKER	3.45%	0.00%	4.68%	5.86%	0.00%
VAKBN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$\sum w_i$	100%	100%	100%	100%	100%
μ	-0.00033150	0.00097755	-0.00033150	-0.00005898	0.00102674
Σ	0.01349571	0.01349671	0.01047073	0.01032821	0.01405953
Sharpe Oranı	-0.04407440	0.05291867	-0.05680747	-0.03120544	0.05429928

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

EA yöntemi ile portföyün riski en düşük seviyede tutulabilse de ortalama getirisi negatif bir değer almaktadır. Ancak GKRM aynı seviyede getiri düzeyi için daha düşük risk seviyesinde bir portföy oluşturulmaktadır. Buna ek olarak DRM uygulanarak hem portföyün getirisi biraz daha iyileştirilmiş hem de risk seviyesi biraz daha aşağıya çekilmiştir. Son olarak da RKGM uygulanarak riski eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün risk değerine eşit olup, getirisi çok daha yüksek bir portföy elde edilmiştir. RKGM’de ve SOM’da OTKAR hissesi hariç aynı hisseler yer verilmektedir ancak kısıtlardan dolayı yatırım oranları birbirlerinden küçük farklılık göstermektedir.

BİST-30 endeksinin 01/01/2014 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine uygulanan Ortalama-Varyans optimizasyonundan elde edilen yatırım oranları Tablo 4.’teki gibidir.

EA yöntemi ile portföyün riski düşük seviyede tutulabilse de GKRM’de aynı seviyede getiri düzeyi için daha düşük risk seviyesinde bir portföy oluşturulmaktadır. Buna ek olarak RKGM uygulanarak riski EA yapılmış portföyün risk değerine eşit, getirisi iyileştirilmiş bir portföy elde etmek mümkündür. RKGM’de ve SOM’da BIMAS ve FROTO hisseleri hariç aynı hisseler yer verilmektedir; ancak, kısıtlardan dolayı yatırım oranları birbirinden farklılık göstermektedir.

Tablo 4. BİST-30 Endeksinin 01/01/2014 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki Günlük Getirilerine Uygulanan Ortalama-Varyans Optimizasyonu Sonuçları

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
Kısıtlı Değişken	Yok	$\sigma =$	$\mu =$	Yok	Yok
Değişkenin Değeri	Yok	0.01292955	0.00048338	Yok	Yok
	Hisselerin Portföy İçerisindeki Oranları				
AKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ARCLK	3.45%	0.00%	3.83%	4.07%	0.00%
BIMAS	3.45%	2.06%	15.06%	14.99%	0.00%
CCOLA	3.45%	0.00%	5.06%	8.70%	0.00%
DOAS	3.45%	13.21%	0.00%	0.00%	18.07%
EKGYO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ENKAI	3.45%	0.00%	11.44%	12.88%	0.00%
EREGL	3.45%	16.90%	10.49%	8.54%	13.45%
FROTO	3.45%	0.43%	4.81%	3.70%	0.00%
GARAN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HALKB	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISCTR	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KCHOL	3.45%	0.00%	3.27%	2.54%	0.00%
KOZAL	3.45%	0.00%	1.07%	1.81%	0.00%
KRDMD	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
OTKAR	3.45%	21.08%	3.60%	1.55%	24.76%
PETKM	3.45%	0.00%	1.99%	1.75%	0.00%
SAHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SISE	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TAVHL	3.45%	8.41%	7.78%	7.18%	3.18%
TCELL	3.45%	0.00%	13.52%	15.20%	0.00%
THYAO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TKFEN	3.45%	0.00%	0.00%	0.95%	0.00%
TOASO	3.45%	7.36%	0.00%	0.00%	7.20%
TTKOM	3.45%	0.00%	4.84%	5.96%	0.00%
TUPRS	3.45%	30.54%	6.63%	3.58%	33.34%
ULKER	3.45%	0.00%	6.61%	6.62%	0.00%
VAKBN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$\sum w_i$	100%	100%	100%	100%	100%
μ	0.00048338	0.00117789	0.00048338	0.00036894	0.00126806
Σ	0.01292955	0.01293055	0.01020807	0.01016314	0.01377179
Sharpe Oranı	0.01739125	0.07110049	0.02202777	0.01086436	0.07330501

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

BİST-30 endeksinin 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki günlük getirilerine uygulanan Ortalama-Varyans optimizasyonundan elde edilen yatırım oranları Tablo 5.'teki gibidir.

Tablo 5. BİST-30 Endeksinin 01/01/2013 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki Günlük Getirilerine Uygulanan Ortalama-Varyans Optimizasyonu Sonuçları

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
Kısıtlı Değişken	Yok	$\sigma =$	$\mu =$	Yok	Yok
Değişkenin Değeri	Yok	0.01509761	0.00027535	Yok	Yok
	Hisselerin Portföy İçerisindeki Oranları				
AKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ARCLK	3.45%	0.00%	1.26%	1.31%	0.00%
BIMAS	3.45%	1.35%	14.17%	14.14%	0.00%
COLLA	3.45%	0.00%	8.22%	8.16%	0.00%
DOAS	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
EKGYO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ENKAI	3.45%	0.21%	15.28%	15.20%	0.00%
EREGL	3.45%	19.48%	11.37%	11.51%	7.86%
FROTO	3.45%	2.58%	0.00%	0.00%	0.00%
GARAN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HALKB	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ISCTR	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KCHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
KOZAL	3.45%	0.00%	1.92%	1.74%	0.00%
KRDMD	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
OTKAR	3.45%	14.17%	0.00%	0.00%	23.47%
PETKM	3.45%	0.17%	4.48%	4.52%	0.00%
SAHOL	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SISE	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TAVHL	3.45%	22.27%	1.48%	1.69%	30.28%
TCELL	3.45%	0.00%	21.14%	20.93%	0.00%
THYAO	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TKFEN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOASO	3.45%	6.73%	0.00%	0.00%	12.88%
TTKOM	3.45%	0.00%	8.61%	8.39%	0.00%
TUPRS	3.45%	8.77%	4.23%	4.38%	0.00%
ULKER	3.45%	24.27%	7.83%	8.02%	25.51%
VAKBN	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
YKBNK	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
$\sum w_i$	100%	100%	100%	100%	100%
μ	0.00027535	0.00098921	0.00027435	0.00028313	0.00113739
Σ	0.01509761	0.01509861	0.01195290	0.01195248	0.01678161
Sharpe Oranı	0.00249028	0.04977028	0.00306179	0.00379681	0.05360840

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

EA yöntemi ile portföyün riski düşük seviyede tutulabilse de GKRM’de aynı seviyede getiri düzeyi için daha düşük risk seviyesinde bir portföy oluşturulmaktadır. Buna ek olarak RKGGM uygulanarak riski eşit ağırlıklandırma yapılmış portföyün risk değerine eşit, getirisi iyileştirilmiş bir portföy elde etmek mümkündür.

3.3. Bulguların Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Bu bölümde, geçmiş döneme ait 4 farklı veri döneminden elde edilen yatırım oranları ile oluşturulan portföyler, 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeksinin getiri ve risk değerleri baz alınarak; getiri değerine, risk değerine ve Sharpe Oranı değerine göre test edilmektedir. Burada öncelikli olarak amaç Markowitz tipi modern portföy yaklaşımı ile kurulan portföylerin geleneksel basit çeşitlendirme yaklaşımı ile kurulan portföyden daha iyi performans sağlayıp sağlamadığını görmektir. Daha sonra ise, hangi veri setine göre yapılan optimizasyondan elde edilen yatırım oranlarının 1 yıl vadeli yatırım tahmininde daha başarılı olduğunu test etmek ve hangi optimizasyon seçeneğinin daha iyi sonuçlar sağladığını incelemektir.

3.3.1. Optimizasyon Seçeneklerinin Test Edilmesi

Bu aşamada geleneksel portföy yaklaşımı baz alınarak yapılan EA yöntemi, modern portföy teorisi baz alınarak uygulanan RKGGM, GKRM, DRM ve SOM her bir zaman periyoduna göre kendi içinde incelenecek ve hangi optimizasyon seçeneğinin daha iyi sonuç verdiği gözlemlenecektir.

Tablo 6.’da 01/07/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki BİST-30 endeksinin getirilerine uygulanan optimizasyon sonuçlarından elde edilen yatırım oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki endeks değerlerine uygulanmasıyla elde edilen sonuç, test edilmektedir. Buna göre en yüksek getirili portföy, RKGGM uygulanarak oluşturulan portföyden; en düşük riskli portföy, DRM uygulanarak oluşturulan portföyden; en yüksek Sharpe Oranlı portföy ise RKGGM uygulanarak oluşturulan portföyden elde edilmektedir.

Tablo 6. 01/07/2015 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeksinin Getirilerine Uygulanan Optimizasyon Sonuçlarından Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki Endeks Değerlerine Uygulanması

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
μ	0.00078	0.00112	0.00052	0.00059	0.00104
σ	0.01289	0.01589	0.01193	0.01121	0.01466
S.O.	0.04049	0.05902	0.02133	0.02902	0.05332

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 7.'de 01/01/2015 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki BİST-30 endeksinin getirilerine uygulanan optimizasyon sonuçlarından elde edilen yatırım oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki endeks değerlerine uygulanmasıyla elde edilen sonuç, test edilmektedir. Buna göre en yüksek getirili portföy, RKGM uygulanarak oluşturulan portföyden; en düşük riskli portföy, DRM uygulanarak oluşturulan portföyden; en yüksek Sharpe Oranlı portföy ise RKGM uygulanarak oluşturulan portföyden elde edilmektedir.

Tablo 7. 01/01/2015 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeksinin Getirilerine Uygulanan Optimizasyon Sonuçlarından Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki Endeks Değerlerine Uygulanması

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
μ	0.00078	0.00103	0.00073	0.00067	0.00098
Σ	0.01289	0.01305	0.01164	0.01127	0.01367
S.O.	0.04049	0.05881	0.04053	0.03618	0.05242

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 8.'de 01/01/2014 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki BİST-30 endeksinin getirilerine uygulanan optimizasyon sonuçlarından elde edilen yatırım oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki endeks değerlerine uygulanmasıyla elde edilen sonuç, test edilmektedir. Buna göre en yüksek getirili portföy, RKGM uygulanarak oluşturulan portföyden; en düşük riskli portföy, GKRM uygulanarak oluşturulan portföyden; en yüksek Sharpe Oranlı portföy ise RKGM uygulanarak oluşturulan portföyden elde edilmektedir.

Tablo 8. 01/01/2014 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeksinin Getirilerine Uygulanan Optimizasyon Sonuçlarından Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki Endeks Değerlerine Uygulanması

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
μ	0.00078	0.00100	0.00071	0.00065	0.00099
Σ	0.01289	0.01270	0.01143	0.01154	0.01263
S.O.	0.04049	0.05836	0.03880	0.03329	0.05737

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 9.'da 01/01/2013 – 31/12/2015 tarihleri arasındaki BİST-30 endeksinin getirilerine uygulanan optimizasyon sonuçlarının elde edilen yatırım oranları 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki endeks değerlerine uygulanmasıyla elde edilen sonuç test edilmektedir. Buna göre en yüksek getirili portföy, RKGM uygulanarak oluşturulan portföyden; en düşük riskli portföy, DRM uygulanarak oluşturulan portföyden; en yüksek Sharpe Oranlı portföy ise EA uygulanarak oluşturulan portföyden elde edilmektedir.

Tablo 9. 01/01/2013 – 31/12/2015 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeksinin Getirilerine Uygulanan Optimizasyon Sonuçlarından Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki Endeks Değerlerine Uygulanması

	EA	RKGM	GKRM	DRM	SOM
μ	0.00078	0.00080	0.00068	0.00068	0.00064
Σ	0.01289	0.01370	0.01125	0.01124	0.01455
S.O.	0.04049	0.03929	0.03700	0.03694	0.02607

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

3.3.2. Veri Dönemlerinin Test Edilmesi

Bu bölümde, 4 farklı, ama birbirini kapsayan tarihlerdeki, veri setine uygulanan optimizasyonlardan elde edilen portföyler, 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki endeks değerlerine göre test edilecektir. Her optimizasyon seçeneğine göre hangi veri döneminin daha iyi sonuç verdiği gözlemlenecektir.

Tablo 10.'da BİST-30 endeksinin 4 farklı veri setine uygulanan risk kısıtlı getiri maksimizasyonundan elde edilen yatırım oranları 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeks değerlerine uygulanmıştır. Buna göre, ortalama getiri bakımından incelendiğinde en iyi getirili portföy sırasıyla 6 aylık, 1 yıllık, 2 yıllık ve 3

yıllık verilere uygulanan risk kısıtlı getiri maksimizasyonundan elde edilmektedir. Sharpe Oranı bakımından incelendiğinde en yüksek Sharpe Oranına sahip portföy sırasıyla 6 aylık, 1 yıllık, 2 yıllık ve 3 yıllık getirilere uygulanan risk kısıtlı getiri maksimizasyonundan elde edilmektedir. Yani risk kısıtlı getiri maksimizasyonu yöntemiyle getiri maksimize edilmeye çalışılacaksa veri setinin daha kısa süreli alınması gerekmektedir. Optimizasyonun amacı getiri maksimizasyonu üzerine olduğu için risk değerlerinde bir inceleme yapılmasına gerek yoktur.

Tablo 10. Risk Kısıtlı Getiri Maksimizasyonuna Göre Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeks Değerlerine Uygulanması

	6 Aylık	1 Yıllık	2 Yıllık	3 Yıllık
μ	0.00120	0.00103	0.00100	0.00080
Σ	0.01589	0.01305	0.01270	0.01370
S.O.	0.05902	0.05881	0.05836	0.03929

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 11.'de BİST-30 endeksinin 4 farklı veri setine uygulanan getiri kısıtlı risk minimizasyonundan elde edilen yatırım oranları 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeks değerlerine uygulanmıştır. Buna göre risk değeri açısından bakıldığında en düşük riskli portföy sırasıyla 3 yıllık, 2 yıllık, 1 yıllık ve 6 aylık verilere uygulanan getiri kısıtlı risk minimizasyonundan elde edilmektedir. Yani getiri kısıtlı risk minimizasyonu yöntemiyle risk minimize edilmeye çalışılacaksa veri setinin daha uzun süreli alınması gerekmektedir. Optimizasyonun amacı risk minimizasyonu üzerine olduğu için getiri ve Sharpe Oranı değerlerinde bir inceleme yapılmasına gerek yoktur.

Tablo 11. Getiri Kısıtlı Risk Minimizasyonuna Göre Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeks Değerlerine Uygulanması

	6 Aylık	1 Yıllık	2 Yıllık	3 Yıllık
μ	0.00052	0.00073	0.00071	0.00068
Σ	0.01193	0.01164	0.01143	0.01125
S.O.	0.02133	0.04053	0.03880	0.03700

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 12.'de BİST-30 endeksinin 4 farklı veri setine uygulanan direkt risk minimizasyonundan elde edilen yatırım oranları 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeks değerlerine uygulanmıştır. Buna göre risk değeri açısından bakıldığında en düşük riskli portföy sırasıyla 6 aylık, 3 yıllık, 1 yıllık ve 2 yıllık verilere uygulanan direkt risk minimizasyonundan elde edilmektedir. Burada en düşük riskli

portföyü en kısa süreli olan veri seti sağlamaktadır. Tam sırasıyla olmasa da veri seti uzadıkça risk değeri yükselmektedir. Burada da optimizasyonun amacı risk minimizasyonu üzerine olduğu için getiri ve Sharpe Oranı değerlerinde bir inceleme yapılmasına gerek yoktur.

Tablo 12. Direkt Risk Minimizasyonuna Göre Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeks Değerlerine Uygulanması

	6 Aylık	1 Yıllık	2 Yıllık	3 Yıllık
μ	0.00059	0.00067	0.00065	0.00068
Σ	0.01121	0.01127	0.01154	0.01124
S.O.	0.02902	0.03618	0.03329	0.03694

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 13.'te BİST-30 endeksinin 4 farklı veri setine uygulanan Sharpe Oranı maksimizasyonundan elde edilen yatırım oranları 01/01/2016 – 31/12/2016 tarihleri arasındaki BİST-30 endeks değerlerine uygulanmıştır. Buna göre, ortalama getiri bakımından incelendiğinde en iyi getirili portföy sırasıyla 6 aylık, 2 yıllık, 1 yıllık ve 3 yıllık verilere uygulanan Sharpe Oranı maksimizasyonundan elde edilmektedir. Risk değeri bakımından incelendiğinde en düşük riskli portföy sırasıyla 2 yıllık, 1 yıllık, 3 yıllık ve 6 aylık verilere uygulanan Sharpe Oranı maksimizasyonundan elde edilmektedir. Sharpe Oranı bakımından incelendiğinde en yüksek Sharpe Oranına sahip portföy sırasıyla 2 yıllık, 6 aylık, 1 yıllık ve 3 yıllık getirilere uygulanan Sharpe Oranı maksimizasyonundan elde edilmektedir. Sharpe Oranı maksimizasyonunda getiri, veri seti ne kadar kısaysa o derece başarılı sonuçlar verse de risk değeri açısından incelendiğinde, veri seti açısından herhangi bir ilişki söz konusu değildir. Sharpe Oranı açısından bir inceleme yapıldığında ise en uzun süreli veri seti en kötü Sharpe Oranı değerini vermektedir.

Tablo 13. Sharpe Oranı Maksimizasyonuna Göre Elde Edilen Yatırım Oranlarının 01/01/2016 – 31/12/2016 Tarihleri Arasındaki BİST-30 Endeks Değerlerine Uygulanması

	6 Aylık	1 Yıllık	2 Yıllık	3 Yıllık
μ	0.00104	0.00098	0.00099	0.00064
Σ	0.01466	0.01367	0.01263	0.01455
S.O.	0.05332	0.05242	0.05737	0.02607

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada iki farklı durumun incelendiği görülmektedir. Birinci durumda, yatırımcının amaç fonksiyonuna göre hangi optimizasyon seçeneğinin kullanılması gerektiği durumu gözlemlenmiştir. Getirisini maksimize etmek isteyen bir yatırımcı için dört veri setinde de en iyi sonucu, risk kısıtlı getiri maksimizasyonu ile oluşturulan portföy sağlarken; en kötü sonucu, getiri kısıtlı risk minimizasyonu ile oluşturulan portföyler vermektedir. Riskini minimize etmek isteyen bir yatırımcı için dört veri setinde de en iyi sonucu direkt risk minimizasyonu ve getiri kısıtlı risk minimizasyonu ile oluşturulan portföyler sağlamaktadır. Sharpe Oranını maksimize etmek, yani bir birim risk başına elde edilecek getiriyi maksimize etmek isteyen yatırımcı tipi, için genellikle en iyi sonucu, risk kısıtlı getiri maksimizasyonu ile oluşturulan portföy sağlamaktadır.

İkinci durumda ise, yatırımcı tipine göre hangi veri setinin kullanılması gerektiği gözlemlenmiştir. Belirli bir getiri düzeyinde, düşük riskli bir portföy oluşturmak isteyen bir yatırımcı, kullanacağı veri setini, uzun süreli tutmalıdır. Veri seti, kademeli olarak kısıldığında, oluşacak portföyün riski de kademeli olarak artmaktadır. Direkt olarak riski minimize edip, sonrasında bu kısıt altında yüksek getirili ve yüksek Sharpe Oranlı bir portföy oluşturmak isteyen yatırımcı da uzun süreli bir veri setini tercih etmelidir. En uzun süreli veri seti kullanılarak elde edilen portföyün getiri ve Sharpe Oranı değeri en büyük iken, en kısa süreli veri seti kullanılarak elde edilen portföyün getiri ve Sharpe Oranı değeri en küçüktür. Belirli bir risk düzeyinde yüksek getirili ve yüksek Sharpe Oranına sahip bir portföy oluşturmak isteyen bir yatırımcı kullanacağı veri setini kısa vadeli seçmelidir. Veri seti kademeli olarak uzadığında oluşacak portföyün getiri değeri ve Sharpe Oranı da kademeli olarak azalmaktadır. Direkt olarak Sharpe Oranını maksimize edip sonrasında bu kısıt altında, yüksek getirili portföy oluşturmak isteyen yatırımcı ise kısa süreli veri setini kullanmalıdır. En kısa süreli veri seti kullanılarak elde edilen portföyün getiri değeri, en yüksek iken; en uzun süreli veri seti ile oluşturulan portföyün getiri değeri ise en düşüktür.

Çalışmanın sonuçlarının Campbell *vd.* (2001)'den bir miktar farklılaştığı söylenebilir. Campbell *vd.* (2001)'nin, ABD piyasasındaki hisse senedi ve tahvilleri ele alarak yaptığı çalışmada optimal portföyü elde etmek için yatırım süresinin uzunluğunun oldukça büyük bir önem teşkil ettiğini belirtmelerine rağmen bu çalışmada kullanılan veri setinin her durumda uzun tutulmasına gerek olmadığı, aksine bazı durumlarda kısa süreli veri setinin kullanılması gerektiği gösterilmiştir. Buna ek olarak ABD gibi gelişmiş ekonomilerde sabit bir sonuç mevcutken, Türkiye gibi ekonomisi sürekli değişkenlik gösteren ülkelerde sonuçların değişken olduğu düşünülmektedir.

Korhan (2013), yaptığı çalışmada kısa süreli yatırımlar için daha uzun süreli veri setinin kullanılmasını, uzun vadeli yatırımlar için ise daha kısa süreli veri setinin kullanılmasını önermiştir. Ancak bizim makalemizde bir yıl süreli bir yatırım için getiri değeri ve Sharpe Oranı baz alınarak bakıldığında daha kısa süreli veri setinin kullanılması gerektiği, risk değeri baz alınarak bakıldığında ise daha uzun süreli veri setinin kullanılması gerektiği tespit edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda farklı veri dönemleri ve farklı ülke endeksleri ile yapılacak çalışmalar da incelenerek, model sonuçları daha güvenilir hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akçayır, Ö., B. Doğan, Y. Demir (2014), “Elton-Gruber Kısıtlı Markowitz Kuadratik Programlama ile Portföy Optimizasyonu: BİST-50 Üzerine Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 333-352.
- Bekçioğlu, S. (1984), *Portföy Yaklaşımları ve Markowitz Portföy Yaklaşımının Türk Hisse Senedi Piyasasına Uygulanması*, Ankara: ???.
- Berk, N. (1995), *Finansal Yönetim*, İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Bolak, M. (1998), *Sermaye Piyasası Menkul Kıymetler ve Portföy Analiz*, İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.
- Campbell, R., R. Huisman, K. Koedijk (2001), “Optimal Portfolio Selection in a Value-at-Risk Framework”, *Journal of Banking & Finance*, 25(9), 1789-1804.
- Çetin, A. C. (2007), “Markowitz Kuadratik Programlama ile Optimal Portföy Seçimi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 63-81.
- Çetin, A. C. (2009), “Küresel Finansal Krizde Portföy Optimizasyonu ve İMKB Uygulaması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(9), 93-114.
- DeMiguel, V., L. Garlappi, R. Uppal (2009), “Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy?”, *The Review of Financial Studies*, 22(5), 1915-1953.
- Elton, E.J., M.J. Gruber (1995), *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, New York: Wiley.
- Francis, J. C. (1976), *Investment: Analysis and Management*, New York: Mc. Graw – Hill Book Company.
- Güran, C.B., O. Taş (2015), “Making Second Order Stochastic Dominance Inefficient Mean Variance Portfolio Efficient: Application in Turkish BIST-30 Index”, *İktisat İşletme ve Finans*, 30(348), 69-94.
- Kardiyen, F. (2008), “Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(2), 335-350.

- Korhan, E. (2013), Çok Dönemli Markowitz Ortalama Varyans Portföy Optimizasyonu ile En Uygun Yatırım Vadelerinin Belirlenmesi: BİST-30 Endeks Hisseleri Üzerine Bir Uygulama, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Markowitz, H. M. (1952), "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Nogales, J.F., V. DeMiguel, L. Garlappi, R. Uppal (2009), "A Generalized Approach to Portfolio Optimization: Improving Performance by Constraining Portfolio Norms", *Management Science*, 55(5), 798-812.
- Rubinstein, M. (2002), "Markowitz's Portfolio Selection: A Fifty-year Reprospective", *The Journal of Finance*, 58(3), 1041-1045.
- Sharpe W.F. (1978), *Investments*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Tas, O., F.M. Barijough, U. Ugurlu (2015), "A Test of Second-Order Stochastic Dominance With Different Weighting Methods: Evidence from BIST-30 and DJIA", *Journal of Business, Economics and Finance*, 4(4), 723-731.
- Üstünel, İ.E. (2000), *Durağan Portföy Analizi ve İMKB Verilerine Uygulanması*, Ankara: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası.