

Olasılık Dağılımları ve Kolektif Risk Modellemesi Çerçevesinde Portföy Getiri Tahmini: Bist 30 Uygulaması*

Portfolio Return Estimation within the Scope of Probability Distributions and Collective Risk Modeling: An Application on the BİST

Mahmut KARTAL^a Ebuzer ARSLAN^b

^a Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sivas, Türkiye. mkartal@cumhuriyet.edu.tr

^b Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Yıldızeli MYO, Sağlık Kurumları İşletmeciliği, Sivas, Türkiye. ebuzerarslan@cumhuriyet.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Olasılık Dağılımları
Kolektif Risk Modellemesi
Monte Carlo Simülasyonu
Portföy
Portföy Getirisi

Amaç – Araştırmada tasarruflarını portföy oluşturarak borsada değerlendirmeyi düşünen yatırımcılar için portföyde yer alan hisse senetlerinin dağılımlarını ve dağılım parametrelerini belirleyerek kolektif risk modellemesi çerçevesinde portföylerin getiri ve risk düzeylerini istatistiksel yöntemlerle belirlemektir.

Yöntem – Belirlenen amaca ulaşabilmek için BİST-30 endeksinde 2018-2021 yıllarında aktif olarak işlem gören hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatları alınmış ve söz konusu verilerin uygunluk gösterdiği istatistiksel dağılımlar ve dağılım parametreleri hesaplanmıştır. SWARA ve MOORA yöntemleriyle düşük, orta ve yüksek riskli olmak üzere üç farklı kategoride portföy oluşturulmuş bu portföyler için Monte Carlo simülasyon yöntemi uygulanarak beklenen ortalama getiri, getiri olasılığı ve risk seviyesi tahminlenmiştir.

Gönderilme Tarihi 1 Mart 2023
Revizyon Tarihi 23 Mayıs 2023
Kabul Tarihi 5 Haziran 2023

Bulgular – Araştırmanın sonucunda farklı (düşük, orta ve yüksek) risk düzeylerinde portföy oluşturularak yapılan analizlerde portföylerin risk düzeylerinin tüm portföyler için yaklaşık %1 ve %2 oranında olduğu tespit edilmiştir. Portföylerin ortalama getirileri incelendiğinde en yüksek günlük ortalama getirinin %2,8 oranında olacağı ve bunun %61 olasılıkla gerçekleşeceği tahminlenmiştir.

Makale Kategorisi:
Araştırma Makalesi

Tartışma – Portföylere ilişkin ortalama getiri ve risk düzeyinin olasılık dağılım parametreleri bilindiğinde Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle daha kolay hesaplanabileceği ortaya konulmuş ve klasik yöntemle benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca simülasyon yöntemiyle portföy getirisi üzerinde etkili olana hisse senetleri belirlenmiştir. Kullanılan Monte Carlo Simülasyon yöntemi literatürle karşılaştırıldığında, kuadratik programlama (Abay 2013), Finnet Portfolio Advisor programı (Zerey ve Terzi 2015), Yapay Sinir Ağları (Yavuz 2012) yöntemleriyle benzer sonuçlara ulaşıldığı tespit edilmiştir. Diğer yöntemlere göre Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle hisse senetlerinin ağırlıkları, varlık sayısı daha hızlı değiştirilerek sonuçların hesaplanabilmesi açısından daha kolay ve etkili olduğu saptanmıştır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Probability Distribution
Collective Risk Modeling
Monte Carlo Simulation
Portfolio, Portfolio Return

Purpose – Examining the distributions and distribution parameters of the shares included in the portfolio for investors, who goals to invest their savings in exchange market by creating a portfolio, the present study goals to statistically estimate the return and risk levels of the portfolios within the scope of collective risk modeling.

Design/Methodology/Approach – For this purpose, the daily opening and closing prices of shares, which have been actively traded in the BİST-30 index during the period 2018-2021, were obtained and the distribution parameters and statistical distributions that the data fit were calculated. Using the SWARA and MOORA methods, portfolios were created at three risk levels as low, moderate, and high. Implementing the Monte Carlo simulation method for these portfolios, the average expected return, return probability, and risk levels were estimated.

Received 1 March 2023
Revised 23 May 2023
Accepted 5 June 2023

Findings – As a result of the research, during the analyses conducted creating of risk portfolios at different (low, moderate, and high) risk levels, it was determined that the risk level of portfolios was approx. 1% and 2% for all the portfolios. Examining the average return s of the portfolios, it was estimated that the highest daily return would be 2.8% and its probability would be 61%.

* Bu çalışma Prof. Dr. Mahmut KARTAL'ın danışmanlığında tamamlanmış olan "Olasılık Dağılımları ve Kolektif Risk Modellemesi Çerçevesinde Portföy Getiri Tahmini: BİST 30 Uygulaması" başlıklı doktora tezinden uyarlanmıştır.

Önerilen Atıf / Suggested Citation

Kartal, M., Arslan, E. (2023). Olasılık Dağılımları ve Kolektif Risk Modellemesi Çerçevesinde Portföy Getiri Tahmini: Bist 30 Uygulaması, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15 (2), 1461-1484.

Article Classification:
Research Article

Discussion – Discussion- It has been revealed that the average return and risk level of the portfolios can be calculated more easily with the Monte Carlo Simulation method when the probability distribution parameters are known. These calculations showed similar results with the classical method. In addition, the stocks that are effective on the portfolio return were determined by the simulation method. When the Monte Carlo Simulation method used was compared with the literature, it was determined that similar results were obtained with the quadratic programming (Abay 2013), Finnet Portfolio Advisor program (Zerey and Terzi 2015), Artificial Neural Networks (Yavuz 2012) methods. Compared to other methods, the Monte Carlo Simulation method has been found to be easier and more effective in terms of calculating the results by changing the weights of stocks and the number of assets faster.

1. GİRİŞ

Portföy, belirli amaçları gerçekleştirmek isteyen yatırımcıların sahip olduğu birbirleriyle ilişkisi olan ve kendine öz ölçülebilir özellikleri olan finansal varlıktır. Portföy seçimi ve yönetimi yatırım ve finansman konularının ortaya çıkmasından beri var olan; finansal araçların ve finansal pazarların gelişmesiyle birlikte ilgi çekici bir konu haline gelmiştir. Yatırımcılar farklı finansal kriterleri kullanarak sektörel veya kendine özgü risklere sahip finansal araçlarla optimum portföy oluşturma ve portföy yönetiminde önemli unsurlarından biri risk ve getiri arasında ilişki kurmaktadır.

Risk, belirli bir zaman aralığında, hedeflenen bir sonuca ulaşamama, kayba ya da zarara uğrama olasılığıdır (Fıkrkoca,2003:24). Gelecekte karşılaşılması muhtemel sorunları, tehdit ve tehlikeleri işaret eder. Risk genellikle tam ve net olarak bilinemez veya öngörülemez, zamana bağlı olarak değişir ve sonuç üzerinde olumsuz etkileri vardır. Fakat risk yönetilebilir bir olgudur. Ancak risk sadece olumsuz etkileri olan bir kavram olarak düşünülmemelidir. Riske kazanç elde etme fırsatı olarak bakılmalı, fırsata dönüştürülmesi için sistematik bir çaba gösterilmelidir. Beklenen getirideki belirsizlik (risk) ne kadar yüksekse yatırımdan elde edilmesi umulan getiri oranı da o kadar yüksek olacaktır. Başka ifadeyle yatırımcı ancak daha yüksek getiri söz konusu olursa riski üstlenmeyi kabul edecektir. Yatırımcıların davranışlarının fayda teorisine dayandığını ve her yatırımcının belirlediği bir risk düzeyinde fayda elde etmeyi amaçladığı söylenebilir. Fayda ve risk arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik çalışma kapsamında, kolektif risk ölçütleri temelinde Borsa İstanbul’da (BİST 30 endeksinde) işlem gören hisse senetlerinin her birinin dağılımları ve kolektif risk ölçümlerinin yapılması planlanmaktadır.

Bu kapsamda çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, portföy seçimine ilişkin yapılmış olan çalışmaların yer aldığı literatür taramasına, İkinci bölümde, yatırımcının portföy oluştururken dikkat etmesi gereken önemli unsurdan olan risk kavramı tanımı, çeşitleri, risk modellemesi, portföylerde risk ölçümü ve getiri hesaplama gibi konulara değinilmiş ve portföy kavramı genel olarak açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, araştırmanın amacı, önemi, kullanılan veri ve yöntemlere ilişkin bilgilere yer verilmiş olup son bölümde ise, uygulama kapsamında 2018-2021 yıllarında BİST 30 endeksinde aktif işlem gören hisse senedi kapanış fiyatlarının olasılık dağılımları ve dağılım parametreleri hesaplanmıştır. Sonrasında çok kriterli karar verme yöntemiyle üç farklı risk düzeyinde portföy oluşturulmuştur. Oluşturulan portföylerin getiri ve risk düzeyleri önce matris yöntemiyle; ardından dağılım parametreleri kullanılarak Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle simüle edilerek portföylerin getiri ortalaması ve getiri olasılık düzeyleri hesaplanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Finans literatüründe risk ve getiri arasındaki ilişkiyi ölçmek, en fazla tartışılan konulardan bir tanesidir. Genellikle portföy yönetim mekanizmasında rastgele çeşitlendirme yoluna gidilerek portföy riski azaltılabilir fakat bu durum her zaman gerçekleşmeyebilir. Riski azaltmaya yönelik bir diğer yöntemin ise Modern Portföy yaklaşımıyla gündeme gelen finansal varlıkların sayısal verileri dikkate alarak riski azaltmaya yönelik çeşitlendirme yapan “ortalama – varyans modeli” olduğu söylenebilir.

Geleneksel yaklaşım, Hicks’in (1935) “Para Teorisi’nin Basitleştirilmesi için Bir Öneri” adlı eseriyle başlamıştır. Söz konusu eserde para teorisi hususunda açıklamalar yapılırken temel olarak portföy yaklaşımı ortaya

konmuştur. Risk faktörü, yatırımcının yatırımından beklediği net getiri ile bu getirinin ne zaman elde edileceğini etkileyen bir unsur olduğunu iddia ederek finansal varlık risklerinin önemli bir değişken olduğuna dikkat çekmiştir. Fakat Hicks bu açıklamalarını istatistiksel olarak sadece ortalamayı kullanarak desteklemiştir.

Geleneksel yaklaşımın temellerine imza atan bir diğer çalışma ise Markowitz'in doktora tez danışmanı olan Marschak'ın (1938) eseridir. Marschak (1938), Hicks'e (1935) benzer bir portföy teorisi geliştirme çabası taşımaktadır. Teorinin oluşmasında değişkenlerin sayısının fazla olabileceğine dikkat çekmiştir. Söz konusu araştırmalar neticesinde Williams'in 1938 yılında kaleme aldığı kitabında menkul kıymetlerde bulunan risk faktörüne değinmiştir. Williams (1938), fonları arz edenlerin sermaye maliyetlerinin (beklenen getirinin) kesin bir şekilde tahmin edilemeyeceğini vurgulamıştır. Portföy teorisine ilişkin son çalışma ise Leavens'in 1945 yılındaki eseridir. Araştırmayla menkul kıymet risk faktörlerinin dikkate alınarak çeşitlendirme yoluna gidilmesinin sebepleri açıklanmıştır. Leavens (1945) tek sektörde faaliyetine devam eden işletmelere ait menkul kıymetlere yatırım yapmanın o sektörde oluşabilecek olumsuzluklardan etkilenme derecesini ve bu durumun ise riski artıracığına değinmiştir (Uyar ve Kangallı 2012: 184-185).

Modern portföy yaklaşımı, 1952 yılında Markowitz'e ait "Portföy Seçimi" isimli makalesiyle gündeme gelmiştir. Markowitz söz konusu çalışmasıyla portföy yönetimi için bir çok katkıda bulunmuştur. Bu katkıların ilki; benzer getiri sağlayan portföyden riski düşük olanın; benzer risk seviyesindeki portföylerden ise getirisi en yüksek portföyün seçilmesi gereğidir. Bu amaçla yatırımcı en yüksek beklenen getiriyi en düşük risk düzeyini belirten etkin sınır üstündeki bir risk düzeyini seçerek oluşturabilir. İkincisi oluşturulan çeşitlendirmeye portföyün riski portföyü oluşturan menkul kıymetin riskinden daha düşük olabilmekte hatta risk elimine edilebilmektedir. Dolayısıyla birbiriyle yüksek korelasyonu olan menkul kıymetlerle portföy oluşturulmaktan kaçınılmaktadır (Markowitz, 1959: 5). Menkul kıymetler arası ilişki baz alındığında portföy varyansı orijinal portföyün her birimin varyansından küçük olabilmektedir (Markowitz, 1952: 89). Üçüncüsü; karesel programlama yöntemiyle her risk düzeyinde en yüksek getiriyi sağlayan portföy bileşimleri "etkin sınır" ile elde edilebilmektedir. Etkin sınır üstündeki portföylerin belirli bir risk düzeyinde beklenen getiriye sahip olurlar. Dolayısıyla yatırımcının etkin sınır üstündeki hangi portföyü tercih edeceği riske karşı davranışına göre değişebilmektedir. Portföy sahibi, özelliklerini ve tutumlarını baz alarak istediği risk seviyesinde getirisini yüksek düzeylere çıkaracak portföy bileşimi oluşturabilmektedir (Atan 2005: 2).

Modern yaklaşımda Markowitz'in ardından birçok bilim adamı ortalama - varyans modeline katkıda bulunmuştur. Tobin (1958), Sharpe (1964) ve Lintner (1965) yatırımcının portföyünün ne kadarının (yüzdesinin) riskli varlıklardan oluşturmasına, borç alma-ödünç verme, kısa vadeli satışlar, işlem maliyetleri ve vergiler gibi gerçek hayat kısıtlamalarını modele adapte etmişlerdir. Brennan (1971) ödünç alma ve ödünç verme oranları konusunu, Turnbull (1977) kişisel vergilendirme, belirsiz enflasyon ve piyasa dışı varlıklar konusunda çalışmışlardır. Levy (1983) ve Schnabel'de (1984) kısa vadeli satış problemiyle ilgilenmişlerdir.

Menkul kıymetlerin sayısında artış, optimal portföyden beklenen getiri ve varyans belirlenmesine ilişkin zorluklarla Sharpe'nin (1963) "Tekli Endeks Modeli ve Perold (1984)'ın "Çoklu Endeks Modelleri" gibi çalışmalarla aşılmıştır. Ortalama- Varyans modellemesi üzerindeki çalışmalar matematiksel ve mantıksal işlemleri bünyesinde barındıran Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modelini (SVFM) gündeme getirmiştir (Harrington,1983:12). Sharpe (1964), Lintner (1965) ve Mossin (1966) Markowitz'in etkin sınırından hareketle risksiz bir finansal varlığı modele ilave etmişlerdir.

Portföy performansına ilişkin çalışmalar incelendiğinde genellikle A ve B Tipi Yatırım Fonları ile Emeklilik Fonları gibi konularda yoğunlaştığı görülmektedir. Fakat çeşitli kriterler dikkate alınarak oluşturulan portföylerin performanslarını ölçen araştırmalara da son zamanda rastlanmaktadır.

Gürsoy ve Erzurumlu (2001), 1998-2000 dönemindeki A ve B tipi yatırım fonlarının performanslarını Sharpe, Treynor, Jensen ve Graham&Harvey kriterlerini kullanarak Hazine Bonosu ve İMKB-100 indeksine kıyasla ölçmeyi amaçlamışlar, yapılan analizin sonucunda kullanılan dört kriterin portföy performansını değerlendirmede benzer sonuç verdiğine ulaşmışlardır.

Altay, Muradoğlu ve Mercan (2002) gelişmekte olan piyasaların zamana bağlı getiri dağılımlarının sebebini "Sharpe Oranları" dikkate alarak izah etmeye çalışmışlardır. Çalışmada, 1986-1997 yıllarında etkin sınırı belirlemek amacıyla İMKB'de işlem gören menkul kıymetleri baz almış ve portföyleri aylık olarak dikkate

aldıkları varsayımından hareketle etkin sınır hisse senetlerinin getirilerini kullanarak tahmin etmeye çalışmışlardır. Varyans – kovaryans matrisini bilmek ve beklenen getirilerin tahmini için geriye dönük 24 aylık periyotlar kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, 1989-1993 yıllarında ortalama varyans etkin portföylerin performans sergilenmektedir. Piyasada yabancı yatırımcı oranının artması, İMKB'nin dünya piyasalarıyla yüksek etkileşimi ve 1994 kriziyle portföy performansları düşüş yönünde bir ivme göstermiştir.

Kıyılar ve Eroğlu (2004) çalışmalarında, 2004 Ocak ayında İMKB Ulusal 30 Endeks'inde yer alan plan hisse senetlerine Ocak 2003 ve Aralık 2003 dönemlerini dikkate alarak bir yıllık düzeltilmiş getirilerine tek endeks modeli uygulamışlardır. Subjektif kriterle 24 farklı portföy oluşturulmuş. Sonuç olarak tek endeks modeliyle seçilen portföyün subjektif kriterlerle oluşturulan portföyden daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

Brandt, Santa-Clara ve Valkanov (2005) portföy optimizasyon üzerinde yapılan çalışmalarında, optimal portföy oluşturabilmek amacıyla gerçekleştirdikleri model sonucunda küçük hisselerin getirilerinin yüksek defter değeri/ piyasa değeri oranı olan hisselerden ağırlığının artırılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Kardiyen (2008), Haziran 2000- Aralık 2003 dönemlerine ait İMKB -50 endeksinde bulunan 15 hisse senedinin getiri değerlerine iki modeli de uygulayarak değişik hedef getirileri için portföyler oluşturmuştur. Söz konusu çalışmanın genellenebilir özellikte olup olmadığı ve farklı parametrelerin sonuçlarında ortaya çıkabilecek değişimleri incelemek amacıyla kapsamlı bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda, riskten kaçan bir yatırımcının portföy seçim problemini MAD Modeli yerine, Markowitz'in Ortalama-Varyans Modeli ile çözmesi önerilmiştir.

Altaylıgil (2008) çalışmasında, finansal yatırım araçlarında optimal portföy tercihini yapmak amacıyla ilk olarak çarpıklık baz alınarak ortalama-varyans-çarpıklık (MVS) modellemesi oluşturulmuş daha sonra çeşitliliğin etkin olması için ortalama-varyans-çarpıklık- entropi (MUSE) 9 modelini tanıtmıştır. İMKB -30'daki hisse senetlerinin içerisinde portföy geliştirmek amacıyla ulaşılan netice Markowitz'in ortalama-varyans (MV) modeliyle kıyaslanmıştır. Araştırma sonucunda MVS modeli MV modelinden daha etkin neticeler verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Karabayır ve Doğanay (2010) çalışmalarında, hiyerarşik kümeleme analizi kullanılarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası-100 (İMKB-100) Endeksinde işlem gören hisse senetlerinin risk-getiri kıstaslarına göre sınıflandırılmasını yapmışlar, böylece bilgilendirilmiş bir yatırımcının kümeleme analizi yardımıyla nasıl daha rasyonel yatırımlar yapabileceğini göstermeye çalışmışlardır. İMKB-100 Endeksinde işlem gören hisse senetlerini 10 kümeye ayırmışlar ve elde edilen bulgulara göre yatırımcının ilk zaman aralığında seçtiği hisse senetlerinden oluşan kümeyi, ikinci zaman aralığında portföyünde tuttuğunda kazanç sağlayacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Uyar ve Kangallı (2012), çalışmalarında, BİST-30'da yer alan hisse senetlerinden Markowitz'in ortalama-varyans modelini baz alınarak portföy optimizasyon metodu sınırlarında, hisse senetlerine ait işlem hacimlerini optimum portföy oluşturmak için, tercih kısıtlarına işlem hacmi ilave etmişlerdir. Araştırma sonucunda işlem hacminin yatırımcının portföy tercihini etkileyen bir kısıt olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Abay (2013) çalışmasında, Markowitz programlama ile portföy seçim modelini BİST-30 endeksinde yer alan hisse senetleri üzerinde uygulama çalışmıştır. Öncelikle kuadratik programlama Markowitz portföy seçim modeli ile BİST 30 hisselerinin 2005 yılındaki 12 aylık getiri değerleri kullanılarak beklenen getiri ve varyans – kovaryans matrisi oluşturulmuş ve model çözümlenmesi yapılmıştır. Daha sonra standart kuadratik programlama modeli kullanılarak İMKB-30 endeksi ile aynı getiriye sahip daha düşük riskli portföyler bulunmuştur. Son olarak da BİST-30 endeks değeri ile aynı riske sahip fakat daha yüksek getiriye sahip portföyler bulunmuştur. Portföy oluştururken risk ve getiri oranları hesaplanarak hangi ürünlerin portföye hangi oranlarda gireceği ya da hangi ürünlerin portföyden çıkarılacağı tespit edilmiştir.

Zerey ve Terzi (2015) çalışmalarında, BİST-30 endeksinde yer alan 30 hisse senedinin 29/04/2013 - 27/02/2015 tarihleri arasında yer alan 96 haftalık ve 460 günlük kapanış verisi üzerinde işlem yapmışlardır. Bu hisselerin ilgili tarihteki günlük ve haftalık kapanış fiyatlarının, R programında normal dağılıma uygunluğuna Jarque-Bera testi ile tespit etmişlerdir. Test sonuçları Finnet Portfolio Advisor programıyla değerlendirilmiş ve yatırımın hangi hisse senetleri üzerinde yoğunlaşması gerektiğine karar verilmiştir. Araştırma sonucunda günlük verilere göre, minimum riskle maksimum getiri sağladığından en çok tercih edilmesi gereken hisse senedi MGROS olduğu tespit edilmiştir.

Bayramoğlu ve Yayalar (2017) yaptıkları çalışmada, toplam riske dayalı portföy performans ölçütlerinden hangisinin portföy optimizasyonunda daha başarılı olduğunu ortaya koymuşlar ve elde edilen bulgular çerçevesinde teori ve uygulamaya bağlı portföy optimizasyonu hakkında çıkarımlarda bulunmuşlardır. Bu amaçla Markowitz Ortalama Varyans Modeli ile çeşitli yatırım kısıtları çerçevesinde oluşturulan portföy optimizasyonlarında Sharpe, M2, Fama ve VaR performans ölçütleri kullanılmıştır. Bu kapsamda BİST- 30 Endeksi'nde yer alan 11 farklı sektörden 22 pay ile 24 aylık yatırım dönemi (31.12.2013 - 30.11.2015) için 576 adet portföy optimizasyonu yapılmıştır. Araştırma, en başarılı performans ölçütünün Fama olduğunu, ardından Sharpe ve M2 performans ölçütlerinin geldiğini ve en düşük performans VaR performans ölçütünün verdiğini, dolayısıyla toplam riski ve beklenen getiriye aynı anda dikkate alan performans ölçütlerinin daha fazla olduğunu ortaya koymuştur.

Padmantlyo ve Prasojo'nun (2019) alışmasında, portföy çeşitlendirmesindeki ulusal ve uluslararası hisse senetlerinin etkisini belirlemeye yönelik ABD, Almanya ve Endonezya borsasında işlem gören hisse senetlerini üzerinde çalışmıştır. Analiz sonucunda uluslararası çeşitlendirme ile oluşturulan portföylerin risk düzeyinin ulusal çeşitlendirme ile oluşturulan portföylere göre daha düşük olduğu görülmüş ve portföyde ne kadar çok hisse senedi varsa, risk seviyesinin o kadar düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada çeşitlendirmenin hisse senedi yatırımı üzerindeki etkisinin pozitif olduğu ve düşük risk gösterdiği tespit edilmiştir.

Özçalıcı (2021) alışmasında, portföydeki menkul kıymet sayısı ile risk arasındaki ilişkiyi matematiksel bir modelle ifade etmiştir. Oluşturulan, modelin parametrelerinin genetik algoritma ile optimize edilmesi sonucunda, portföydeki menkul kıymet sayısı ile risk arasındaki ilişkinin gerçek ve tahmini değerlerinin literatürdeki değerlerden daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Konusu

Bu araştırmanın konusunu, BİST-30 endeksinde işlem gören hisse senetlerinin kolektif risk ölçütleri temelinde her birinin dağılımları belirlenerek düşük, orta ve yüksek riskli olmak üzere üç farklı kategoride portföy oluşturularak Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle ortalama getiri ve getirinin gerçekleşme oranının tahminlenmesi oluşturmaktadır.

3.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amaçları şunlardır:

- ▶ Borsada işlem gören hisse senetlerinin tarihsel verilerinden yola çıkarak hisse senetlerinin getiri dağılımlarını ve dağılım parametrelerini belirlemek,
- ▶ Farklı risk düzeylerinde portföyler oluşturmak suretiyle bu portföyler için Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle risk ve getirilerinin tahminlenmek,
- ▶ Ayrıca elde edilen bilgiler çerçevesinde yatırımcıların, yatırım kararlarında etkili olabilecek bilimsel bir yöntem ortaya koymak amaçlanmıştır.

3.3. Araştırmanın Önemi

Araştırma, tasarruflarını borsada değerlendirmeyi düşünün yatırımcılar ve yatırım uzmanlarının farklı kategorilerde portföy oluşturmak istediklerinde dikkat etmeleri gereken kriterleri, ortalama getiri ve getirinin gerçekleşme oranının tahminlenmesine yönelik çözüm önerisi sunmaktır.

3.4. Veri Setinin Oluşturulması

Veriler, Borsa İstanbul (Data Store) biriminden elde edilmiştir. Hisse senetlerinin günlük kapanış fiyatları üzerinden hesaplanan getiri değerlerinin dağılımları ve bu dağılımlara ilişkin parametreleri belirlemeye yönelik yapılan analizlerde verilerin olasılık dağılımlarına uygunluk göstermediği tespit edilmiştir. Verilerin trend içermesinden kaynaklı oluşan kısıtı özöbilmek için BİST-30 endeksindeki hisse senetlerinin 2018-2021 yıllarını kapsayan 20 hisse senedine ilişkin veri seti 6 aylık dönemlere ayrılarak incelenmiştir. Dönelere ayrılan hisse senetleri günlük getirileri Normal (Bir x rassal değerinin olasılık dağılımı beklenen değer

etrafında simetrik, yani çarpıklık ölçüsü $\alpha_3 = 0$ ise ve dağılımın basıklık ölçüsü $\alpha_4 = 3$ çıkarsa dağılımın Normal Dağılım uygun olduğu söylenebilir. (Karagöz 2015: 165). ve Lognormal (Lognormal dağılım en basit haliyle logaritma değerleri normal dağılım gösteren değişkenlerin bir dağılımı olarak tanımlanabilir (Saygı 2007: 27)) dağılımlarından hangilerine uygunluk gösterdiği Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling uyum iyiliği testleriyle incelenmiştir. Testlerin hipotezleri,

H_0 : Hisse senedi kapanış fiyatları söz konusu dağılıma uygundur.

H_1 : Hisse senedi kapanış fiyatları söz konusu dağılıma uygun değildir şeklinde kurulmuştur.

3.5. Çalışmanın Metodolojisi

Araştırmanın bir diğer aşamasında 3 farklı (Düşük, Orta ve Yüksek) riskli kategorilerinde portföy oluşturmaya yönelik yapılan araştırmalar ve literatürdeki benzer çalışmalar dikkate alınarak 2 yatırım uzmanı ve 5 akademisyen ile görüşülmek suretiyle portföy seçimi için portföydeki varlık sayısı, finansal varlığın portföydeki ağırlığı, finansal varlığın standart sapması, finansal varlık getirileri arasındaki korelasyonun yönü, finansal varlığın getiri ortalaması, finansal varlığın β riski olmak üzere 6 kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterinin ağırlıkları The Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) kriter ağırlıklandırma yöntemi ile hesaplanmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinde işlem maliyetinin az olması, kolay uygulanabilir olması ve karar vericilere önceliklerini belirleme noktasında daha fazla olanak tanınması gibi faktörler rol oynamaktadır. Kriterlerin değerlendirilmesi kriterler hakkında yeterince bilgiye sahip 5 karar verici (uzman) tarafından yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeden sonra SWARA yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanmış olup bu kriter ağırlıklarıyla birlikte Multi-Objective and Optimization on The Basis of Raito Analysis (MOORA)yöntemi ile farklı kategorilerde portföy secimi yapılmıştır. (Zolfani ve Saparauskas 2013: 410-411). MOORA yönteminin tercih edilmesinde karar seçeneklerini sıralanma ve seçmede etkili bir araç olmasının yanısıra negatif verilerle de işlem yapılabilmesi rol oynamaktadır.

Araştırmanın veri analizinde öncelikle SPSS programı ile betimleyici istatistikler sonrasında EasyFit 5.6 programıyla hisse senedi getiri değerlerinin olasılık dağılımları ve bu dağılımlara ilişkin parametreler, son olarak ise Oracle Risk Management Excel uygulamasıyla hisse senedi getirilerine ilişkin tespit edilen dağılımlar çerçevesinde kolektif risk modellemesi yapılarak Monte Carlo Similasyon yöntemiyle portföy getirisi ve getiri olasılığı tahminlenmiştir. Araştırmada kullanılan istatistiki yöntemlere kısaca başlıklar halinde yer verilmiştir.

3.5.1. SWARA Ağırlıklandırma Yöntemi

SWARA yöntemi ilk olarak Keršulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılından hesaplanmıştır. Yöntemin uygulanabilirliğinin kolay olması ve karar vericilere öncelikleri belirleme noktasında daha fazla olanak tanınması popülaritesini artırmaktadır. Kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanırken karar vericilerin kendilerine özgü yapmış oldukları sıralama dikkate alınmaktadır. Yöntem beş adımda aşağıdaki gibi hesaplanır (Keršulienė, Zavadskas ve Turskis 2010: 249):

- 1. Adım: Kriterlerin önem sıralamasının yapılması:** Bu adımda karar vericilerden kendilerine göre en önemli kriterin birinci sırada olması koşuluyla tüm kriterlere ilişkin bir sıralama yapılması istenmektedir.
- 2. Adım: Her bir kriterin önem düzeyinin belirlenmesi:** Bu adımda her bir kriter için s_j değeri hesaplanır. j kriterinin bir önceki kriter ($j-1$) ile ikili kıyaslamasının yapılmasıyla karşılaştırılan kriterin ne kadar önemli olduğunu gösterir.
- 3. Adım: k_j katsayısının hesaplanması:** Bu adımda aşağıdaki eşitlik yardımıyla k_j değeri hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases}$$

- 4. Adım: q_j Önem vektörünün hesaplanması:** Bu adımda aşağıdaki eşitlik yardımıyla q_j önem vektörü hesaplanır.

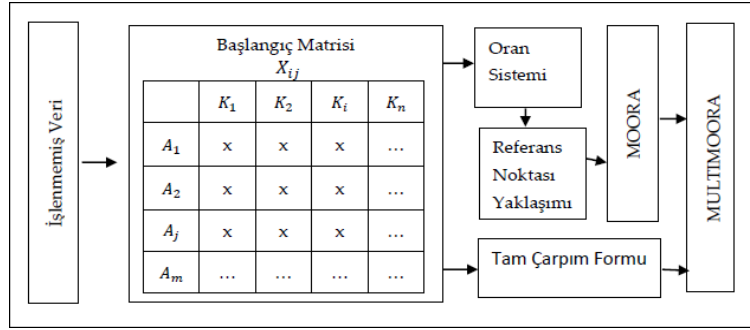
$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_j - 1}{k_j} & j > 1 \end{cases}$$

5. **Adım: w_j kriterlere ait göreceli önem ağırlıklarının hesaplanması:** Bu adımda aşağıdaki eşitlik yardımıyla w_j j. kriterin göreceli önem ağırlıkları hesaplanır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^n q_j}$$

3.5.2. MOORA Yöntemi

Brauers ve Zavadskas tarafından 2006 yılında geliştirilen *Multi-Objective ve Optimization on The Basis of Raito Analysis (MOORA)* yöntemi çok kriterli karar verme problemlerin çözümünde sıkça kullanılan yöntemlerden biridir. MOORA yöntemi, karmaşık problemlerin çözüm sürecinde uygun kararları alabilmek için farklı öngörülerini gruplandırarak çözüm aramaktadır (Brauers ve Zavadskas, 2006). Yöntemle ulaşılan sonuçlar her bir karar seçeneği için ölçülebilir değerler ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar en iyi karar seçeneğinin belirlenmesi için seçeneklerin karşılaştırmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle MOORA yöntemi karar seçeneklerini sıralanma ve seçmede etkili bir araç niteliği taşımaktadır (Gadakh 2011: 743; Mandal ve Sarkar 2012: 302; Dey ve Diğerleri 2012: 652). MOORA yöntemi oransal analize dayalı olmasından kaynaklı olarak MOORA-Oran, MOORA-Referans Noktası, MOORA Önem Katsayısı, MOORA-Tam Çarpım Formu ve MULTIMOORA adında farklı sürümleri geliştirilmiştir. Bu sürümler grafiksel olarak şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Multimoora Diyagramı (Brauers ve Zavadskas: 2012:8)

Yöntemin üstün tarafı karar seçenekleri ve ölçütler arasındaki tüm etkileşimleri tek tek değil de aynı anda bütüncül olarak göz önüne alması ve subjektif ağırlıklı normalleştirme yerine subjektif olmayan tarafsız değerler kullanması en önemli üstünlüğüdür. MOORA yöntemi kullanılırken en uygun sonucu elde etmek için tüm etkenleri hesaba katmalı, tüm ölçütler dikkate alınmalı ve nesnel olmalıdır. Nihai değerlendirme farklı MOORA yaklaşımları dikkate alınarak yapılabilir. MOORA yönteminin aşamaları şu şekildedir (Brauers ve Zavadskas 2006; 2010; 2012; 2013).

1. **Adım: Karar matrisinin oluşturulması:** Değerlendirme kriterlerine ilişkin karar matrisi m karar seçeneklerini ve n ise kriter sayısı olmak üzere i. Alternatifin j. kriterine göre değerini temsil eden değerlerinden oluşan karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2. **Adım: Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması:** Kriterleri karşılaştırabilmek için karar matrisindeki tüm öğeler maksimizasyon (fayda) ve minimizasyon (maliyet) yönlü olup olmadığına bakılmaksızın;

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}}}; \quad i = 1,2,3, \dots, m; \quad j = 1,2,3, \dots, n;$$

denklem kullanılarak normalize edilmektedir.

3. **Adım: "MOORA-Oran Yaklaşımı" ile Karar seçeneklerinin Performansının Hesaplanması:** Normalize edilmiş karar matrisi oluşturulduktan sonra maksimizasyon yönlü performans değerleri toplamından minimizasyon yönlü performans değerleri toplamı çıkarılır. Bu işlem aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij} - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}$$

g, maksimize edilecek, (n-g) minimize edilecek kriterlerin sayısını ve y_i ise i. seçeneğinin tüm kriterlere göre normalize edilmiş değerlerini ifade etmektedir. y_i değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır ve y_i sıralamasına göre birinci sıradaki seçenek en uygun seçenek olarak belirlenir.

3.5.3. Portföy Getiri ve Riskinin Hesaplanması

Her dönem için farklı risk düzeylerinde oluşturulan N varlıklı portföylerin; portföy getirisi ve portföyün riski matris notasyonu ile aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

N varlıklı bir portföyde matris notasyonu ile beklenen getiri formülü

$$E[r_p] = w'R$$

gibidir. w' portföyde yer alan hisse senetlerinin ağırlık matrisinin transpozunu ifade ederken; R ise her bir hisse senedinin getiri ortalamasıdır. Portföylerde getiri kadar katlanılması düşünülen risk seviyesinde oldukça önemlidir. Bu yüzden portföy risk seviyesini gösteren portföyün standart sapması;

$$\sigma_p = \sqrt{w' \cdot \Sigma \cdot w}$$

formül yardımıyla hesaplanır. Formülde Σ , NxN varyans kovaryans matrisini göstermektedir. Portföy riskinin hesaplanması için öncelikle portföyde yer alan hisse senetlerinin varyans kovaryans matrisi sonrasında portföyün varyansı hesaplanmalı daha sonra portföyün varyansın karekökü alınarak portföyün risk düzeyine ulaşılabacaktır.

3.5.4. Portföylerde Simülasyon (Monte Carlo) Yöntemiyle Risk Analizi

Simülasyon kelimesi "benzer, taklit" anlamına gelmekte olup Türkçe literatüre bakıldığında yaygın olarak "benzetim" anlamında kullanıldığı görülmektedir. Simülasyonla amaçlanan gerçek sisteme benzeyen bir model oluşturmaktır. Oluşturulan model sayesinde gelecekte ortaya çıkabilecek durumları değerlendirmek ve en iyi olanı seçmek olacaktır (Sengupta vd., 2017). Yöntemin tarihsel süreci incelendiğinde Çin savaş oyunlarına kadar dayandığı fakat 1780'li yıllarda askeri stratejilerin test edilmesiyle yaygınlaştığı görülmektedir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Monte-Carlo benzetim yöntemi, Nicholas Constantine Metropolis tarafından geliştirilmiş ve Stanislaw Ulam tarafından günümüze taşınmıştır. Yöntem, çok sayıda tekrarlanan rastgele örneklemelerle, bir takım nümerik sonuçlar elde etmeye yarayan ve bilimin birçok alanında yaygın olarak kullanılan bir sayısal hesaplama algoritmaları sınıfıdır. Stokastik olayların yer aldığı fiziksel süreçlerin sonuçlarının tahmin edilmesinde çok kullanışlıdır. Ayrıca, rastgele seçimlerin işe yaradığı ve prensipte deterministik olan birtakım problemlerin çözümünde de kullanılmaktadır.

Deney girdileri belirli olmayan, kesin olmayan bir şekilde gelmesi bekleniyorsa ve dağılım bir fonksiyonla hesaplanabileceyse Monte Carlo benzetim yöntemi kullanılabilir. Monte Carlo benzetim yöntemi, rastgele sayıları veya tarihsel verileri kullanarak tahmini modellemeleri: hücre simülasyonu, borsa modelleri, dağılım fonksiyonları, sayısal analiz, doğal olayların simülasyonu gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Borsa verilerinde simülasyon yöntemi geçmiş getiri değerlerinden ampirik bir getiri dağılımı elde etmektir yani parametrik yöntemde olduğu gibi ortalama ve standart sapma tahmini gerekmemektedir. Benzetim yöntemi geçmiş verilerden hareket ederek dağılım kuyruklarını tahmin etmeye çalıştığı için esnek, basit ve anlaşılır olması en önemli avantajları arasındadır. Yatırımcının elinde t zamanda, N adet hisse senedi olduğu varsayıldığında bu hisse senetlerinin fiyatları P ile gösterildiğinde portföyün t noktasındaki değeri;

$$V_{p,t} = \sum_{i=1}^N w_i t, P_{i,t}$$

formülüyle hesaplanabilir. Bu denklemde her hisse senedinin portföy içindeki ağırlıkları w_i ile fiyatları P_i ile ve t noktasındaki portföy değeri $V_{p,t}$ ile gösterilsin. Portföy ağırlıkları w_i sabit tutulmak üzere bir önceki fiyatlarla değerlendirildiğinde portföyün bir gün önceki piyasa değeri elde edilir.

$$V_{p,t-1} = \sum_{i=1}^N w_i t, P_{i,t-1}$$

Bu portföy değerlemesi aslında yatırım pozisyonlarının bugünkü değerini sabit tutarak yapılan teorik bir değerlemedir. Bu yöntemle hisse senedinin varlık dağılımının geçmiş bir yıl boyunca sabit tutulduğu

varsayılmaktadır. Buradaki amaç geçmiş bir yıllık dağılım verileri baz alınarak geleceğe yönelik bir risk tahmininde bulunmaktır. t Günlük getiri simülasyonlarından portföy getirilerinin olasılık dağılımı elde edilmektedir. Bu dağılımda temel hedef kayıpların hangi olasılıkla gerçekleşeceğini ön görmektir.

$$r_{p,t} = \frac{V_{p,t} - V_{p,t-1}}{V_{p,t}}$$

$r_{p,t}$ portföyün t günü getirisini göstermektedir.

4. BULGULAR

4.1. Hisse Senedi Verilerine Yönelik Bulgular

Araştırmanın bulgular kısmında BİST-30 endeksinde yer alan hisse senetlerinin 2018-2021 yılları arasındaki günlük kapanış fiyatları borsa verilerinin trend eğiliminden dolayı dönemlere ayrılmıştır. Hisse senedi verileri 2018 yılının ikinci altı ayından (Temmuz-Aralık) başlanarak 2021 yılının ilk altı ayını (Ocak- Haziran) içeren altışar aylık altı döneme ayrılmıştır. Araştırma çerçevesinde kolektif risk modellemesinin yapılabilmesi için hisse senetlerinin sabit bir dönem içerisinde günlük getirileri belirli bir dağılıma sahip olmalıdır. Bu çerçevede dönemlere ayrılan hisse senedi kapanış verilerinden hisse senedi günlük getirileri hesaplanmış ve analizler bu veriler üzerinden yapılmıştır.

4.1.1. Hisse Senedi Günlük Getirilerinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Dönemlere ayrılarak getirileri hesaplanan hisse senetlerinin getirilerine ilişkin betimleyici istatistikleri ve korelasyon değerleri SPSS yardımıyla analiz edilerek tüm yıllara tez kapsamında yer verilirken, tablo sayısı artacağından makalede örnek teşkil etmesi için sadece altıncı dönem betimleyici istatistik sonuçları Tablo 1’de verilmiştir?

Tablo 1. Hisse Senedi Getirilerine İlişkin Altıncı Dönem Betimleyici İstatistikleri

İstatistikler	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Beta Katsayısı	En Küçük Değer	En Büyük Değer
AKBNK	-0,004	0,171	-0,192	0,554	0,43	-0,490	0,430
ALARK	-0,003	0,053	-0,192	1,427	0,41	-0,190	0,160
ARCLK	0,002	0,307	-0,097	0,452	0,41	-0,810	0,930
BIMAS	0,077	0,585	0,428	0,708	-0,07	-1,380	2,020
EREGL	-0,018	0,201	0,056	1,038	-0,05	-0,670	0,650
FROTO	-0,068	1,322	-0,297	3,688	-0,26	-5,820	4,670
GARANB	-0,004	0,232	-0,629	1,774	0,51	-0,890	0,520
ISCTR	-0,009	0,122	-1,345	4,080	0,30	-0,590	0,220
KCHOL	-0,001	0,257	-0,144	0,740	0,12	-0,880	0,670
KOZMA	0,072	1,386	-0,159	0,586	0,08	-4,340	3,980
KRDMD	-0,018	0,106	0,262	0,499	-0,17	-0,280	0,290
PETKM	0,004	0,101	1,001	6,611	0,12	-0,310	0,550
SISE	0,068	2,893	-0,047	1,817	-0,14	-10,640	10,010
TAHVL	0,012	0,786	0,049	0,634	-0,14	-2,280	2,310
TCELL	0,026	0,514	-0,114	-0,163	-0,33	-1,290	1,150
THYAO	0,017	0,479	-0,003	-0,355	0,10	-1,310	1,220
TKFFN	-0,008	0,120	-0,717	2,882	0,45	-0,550	0,300
TTKOM	0,005	0,270	-0,570	1,739	0,29	-0,960	0,760
VAKBN	-0,007	0,122	-0,656	1,553	0,39	-0,450	0,310
VESTL	-0,030	0,199	0,726	3,711	0,25	-0,520	0,900

Tablo 1’de hisse senetlerinin getirilerine ilişkin altıncı dönem betimleyici istatistik değerleri verilmiştir. Tablo incelendiğinde en yüksek getiri ortalaması BIMAS (0,077); en düşük getiri ortalamasının ise FROTO (-0,068) hisse senedinin olduğu görülmektedir. Standart sapma değerleri incelendiğinde ise getiri ortalamasında en fazla değişkenliğin SISE (2,893); en az değişkenliğin ise ALARK (0,053) hisse senedinde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. Hisse Senetlerinin Günlük Getirilerinin Dağılımının Belirlenmesi

Dönemlere ayrılan hisse senetleri günlük getirileri Normal ve Log-normal dağılımlarından hangilerine uygunluk gösterdiği Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling uyum iyiliği testleriyle incelenmiştir. Testlerin hipotezleri,

H_0 : Hisse senedi getirileri söz konusu dağılıma uygundur.

H_1 : Hisse senedi getirileri söz konusu dağılıma uygun değildir.

şeklinde kurulmuştur. Bu doğrultuda yapılan analiz sonucu elde edilen bulgular tablolar halinde verilecektir.

Tablo 2. Altıncı Dönem Hisse Senetlerinin Getirileri İçin Sürekli Dağılımlara Uygunluk Testi Sonuçları

Hisse Senetleri Getirileri Dağılımları							
Hisse Senetleri	Testler	Kolmogorov-Smirnov Testi			Anderson-Darling Testi		
	Dağılımlar	Test İstatistiği	p	$\alpha=0,05$ için karar	Test İstatistiği	Kritik Değer	$\alpha=0,05$ için karar
AKBNK	Normal	0,0745	0,4741	H_0 Kabul	0,5846	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0759	0,4502	H_0 Kabul	0,6465	2,5018	H_0 Kabul
ALARK	Normal	0,0936	0,2141	H_0 Kabul	0,9723	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0960	0,1910	H_0 Kabul	0,9936	2,5018	H_0 Kabul
ARCLK	Normal	0,0753	0,4601	H_0 Kabul	0,5327	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0742	0,4800	H_0 Kabul	0,5758	2,5018	H_0 Kabul
BIMAS	Normal	0,0599	0,7416	H_0 Kabul	0,4875	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0545	0,8348	H_0 Kabul	0,3094	2,5018	H_0 Kabul
EREGL	Normal	0,0653	0,6409	H_0 Kabul	0,5675	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0620	0,7043	H_0 Kabul	0,5346	2,5018	H_0 Kabul
FROTO	Normal	0,0904	0,2477	H_0 Kabul	1,4635	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0978	0,1743	H_0 Kabul	1,5118	2,5018	H_0 Kabul
GARNB	Normal	0,0655	0,6383	H_0 Kabul	0,8416	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0631	0,6838	H_0 Kabul	0,8590	2,5018	H_0 Kabul
ISCTR	Normal	0,1030	0,1339	H_0 Kabul	1,6890	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,1042	0,1260	H_0 Kabul	1,8744	2,5018	H_0 Kabul
KCHOL	Normal	0,0951	0,1994	H_0 Kabul	0,9611	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0918	0,2327	H_0 Kabul	0,9834	2,5018	H_0 Kabul
KOZMA	Normal	0,0448	0,9551	H_0 Kabul	0,3145	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0432	0,9670	H_0 Kabul	0,3159	2,5018	H_0 Kabul
KRDMD	Normal	0,0828	0,3435	H_0 Kabul	0,8709	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0799	0,3870	H_0 Kabul	0,8441	2,5018	H_0 Kabul
PETKM	Normal	0,0982	0,1710	H_0 Kabul	1,6424	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,1004	0,1531	H_0 Kabul	1,4853	2,5018	H_0 Kabul
SISE	Normal	0,0689	0,5749	H_0 Kabul	0,6369	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0669	0,6110	H_0 Kabul	0,6325	2,5018	H_0 Kabul
TAHVL	Normal	0,0697	0,5589	H_0 Kabul	0,5491	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0639	0,6686	H_0 Kabul	0,5192	2,5018	H_0 Kabul
TCELL	Normal	0,0345	0,9974	H_0 Kabul	0,1477	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0426	0,9712	H_0 Kabul	0,1918	2,5018	H_0 Kabul
THYAO	Normal	0,0514	0,8814	H_0 Kabul	0,3072	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0534	0,8531	H_0 Kabul	0,2875	2,5018	H_0 Kabul
TKFFN	Normal	0,0790	0,4011	H_0 Kabul	0,8915	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0835	0,3348	H_0 Kabul	0,9949	2,5018	H_0 Kabul
TTKOM	Normal	0,0954	0,1965	H_0 Kabul	1,3689	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0942	0,2077	H_0 Kabul	1,4285	2,5018	H_0 Kabul
VAKBN	Normal	0,0756	0,4561	H_0 Kabul	0,7501	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0850	0,3145	H_0 Kabul	0,9773	2,5018	H_0 Kabul
VESTL	Normal	0,1039	0,1279	H_0 Kabul	1,4694	2,5018	H_0 Kabul
	Lognormal	0,0924	0,2257	H_0 Kabul	1,4138	2,5018	H_0 Kabul

Tablo 2'deki Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling uyum iyiliği testleri sonuçlarına göre altıncı dönem hisse senedi getirileri Normal ve Lognormal dağılımlara uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan analiz sonuçlarında diğer tüm dönemlerde uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir.

4.2. Farklı Kategorilerde Portföy Seçimi

Düşük, orta ve yüksek riskli olmak üzere üç farklı kategoride portföy seçimi yapabilmek için araştırmada, belirlenen kriterler ağırlıklandırılırken SWARA yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak karar vericilerden kriterleri önem seviyesine göre sıralamaları ve ikili kıyaslama yaparak görece önem değerlerini belirlemeleri istenmiştir. Karar vericiler tarafından yapılan sıralama ve önem değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Karar Vericilerin Kriter Sıralamaları ve Karşılaştırmalı Önem Değerleri

Kriterler KV_1	Düşük Riskli		Orta Riskli		Yüksek Riskli	
	Sıra	s_j	Sıra	s_j	Sıra	s_j
Portföydeki Varlık Sayısı	6	0,10	6	0,20	6	0,10
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	5	0,30	5	0,40	5	0,40
Finansal Varlığın Standart Sapması	2	0,90	1		1	
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	4	0,60	3	0,80	2	0,70
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	1		2	0,95	3	0,80
Finansal Varlığın β riski	3	0,80	4	0,70	4	0,60
Kriterler KV_2	Düşük Riskli		Orta Riskli		Yüksek Riskli	
	Sıra	s_j	Sıra	s_j	Sıra	s_j
Portföydeki Varlık Sayısı	5	0,20	5	0,20	5	0,20
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	2	0,10	2	0,05	3	0,05
Finansal Varlığın Standart Sapması	6	0,10	3	0,05	6	0,10
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	3	0,05	6	0,05	4	0,15
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	4	0,10	4	0,10	2	0,15
Finansal Varlığın β riski	1		1		1	
Kriterler KV_3	Düşük Riskli		Orta Riskli		Yüksek Riskli	
	Sıra	s_j	Sıra	s_j	Sıra	s_j
Portföydeki Varlık Sayısı	5	0,50	5	0,60	6	0,60
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	4	0,45	4	0,50	5	0,55
Finansal Varlığın Standart Sapması	2	0,35	2	0,40	2	0,55
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	3	0,45	3	0,65	3	0,60
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	1		1		1	
Finansal Varlığın β riski	6	0,60	6	0,45	4	0,60
Kriterler KV_4	Düşük Riskli		Orta Riskli		Yüksek Riskli	
	Sıra	s_j	Sıra	s_j	Sıra	s_j
Portföydeki Varlık Sayısı	1		3	0,05	6	0,10
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	2	0,05	1		5	0,05
Finansal Varlığın Standart Sapması	5	0,05	2	0,05	1	
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	6	0,05	4	0,05	4	0,05
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	3	0,10	6	0,05	2	0,05
Finansal Varlığın β riski	4	0,10	5	0,05	3	0,10
Kriterler KV_5	Düşük Riskli		Orta Riskli		Yüksek Riskli	
	Sıra	s_j	Sıra	s_j	Sıra	s_j
Portföydeki Varlık Sayısı	6	0,50	6	0,50	6	0,30
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	3	0,15	4	0,15	4	0,20
Finansal Varlığın Standart Sapması	4	0,15	2	0,20	2	0,10
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	1		1		1	
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	2	0,15	3	0,25	3	0,15
Finansal Varlığın β riski	5	0,20	5	0,30	5	0,20

Tablo 3'de üç farklı risk düzeyinde portföy oluşturmaya yönelik belirlenen kriterlerin karar vericiler tarafından yapılan önem sıralamaları ve ağırlıkları görülmektedir. Karar verici bir (KV_1) için katsayı değeri k_j , ardından önem vektörü q_j , son olarak ise kriter önem ağırlıkları w_j , hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Karar Verici 1 (KV_1)'e Ait Kriter Ağırlıkları

Karar Verici (Uzman) – 1- Düşük Riskli Portföy					
Kriterler	Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	1		1,00	1,00	0,44
Finansal Varlığın Standart Sapması	2	0,90	1,90	0,53	0,23
Finansal Varlığın Beta riski	3	0,80	1,80	0,29	0,13
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	4	0,60	1,60	0,18	0,08
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	5	0,30	1,30	0,14	0,06
Portföydeki Varlık Sayısı	6	0,10	1,10	0,13	0,06
Karar Verici (Uzman) – 1- Orta Riskli Portföy					
Kriterler	Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Finansal Varlığın Standart Sapması	1		1,00	1,00	0,46
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	2	0,95	1,95	0,51	0,23
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	3	0,80	1,80	0,28	0,13
Finansal Varlığın Beta riski	4	0,70	1,70	0,17	0,08
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	5	0,40	1,40	0,12	0,05
Portföydeki Varlık Sayısı	6	0,20	1,20	0,10	0,05
Karar Verici (Uzman) – 1- Yüksek Riskli Portföy					
Kriterler	Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
Finansal Varlığın Standart Sapması	1		1,00	1,00	0,42
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	2	0,70	1,70	0,59	0,25
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	3	0,80	1,80	0,33	0,14
Finansal Varlığın Beta riski	4	0,60	1,60	0,20	0,09
Finansal Varlığın Portföydeki Ağırlığı	5	0,40	1,40	0,15	0,06
Portföydeki Varlık Sayısı	6	0,10	1,10	0,13	0,06

Tablo 4 incelendiğinde; karar verici (KV_1) için üç farklı risk düzeyinde SWARA yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıkları verilmiştir. Karar verici (KV_1) düşük riskli portföy oluştururken dikkat edilmesi gereken en önemli kriterin “finansal varlığın getiri ortalaması” olduğu; diğer kriterlere nazaran en az önemli olan kriterin ise “portföydeki varlık sayısı” olduğu hesaplamalar neticesinde tespit edilmiştir. Ayrıca orta ve yüksek riskli portföyler için en önemli kriterin “finansal varlığın standart sapması” diğerlerine göre daha önemsiz olan kriterin ise “portföydeki varlık sayısı” olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Diğer karar vericiler içinde benzer hesaplamalar yapılarak her bir kriterin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplanan kriter önem ağırlıkları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Kriterlerin Karar Vericiler Bazında Hesaplanan Ağırlıkları

Düşük Riskli Portföy İçin Karar vericiler Bazında Önem ağırlıkları					
Kriterler	$KV-w_1$	$KV-w_2$	$KV-w_3$	$KV-w_4$	$KV-w_5$
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,441	0,163	0,335	0,171	0,207
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,232	0,124	0,248	0,148	0,157
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,081	0,180	0,171	0,141	0,238
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,062	0,189	0,118	0,188	0,180
Finansal Varlığın Beta riski	0,129	0,208	0,049	0,155	0,131
Portföydeki Varlık Sayısı	0,056	0,136	0,079	0,197	0,087
Orta Riskli Portföy İçin Karar vericiler Bazında Önem ağırlıkları					
Kriterler	$KV-w_1$	$KV-w_2$	$KV-w_3$	$KV-w_4$	$KV-w_5$
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,417	0,164	0,365	0,147	0,174
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,245	0,180	0,261	0,179	0,218
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,136	0,130	0,158	0,162	0,262
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,061	0,190	0,105	0,188	0,152
Finansal Varlığın Beta riski	0,085	0,199	0,045	0,154	0,117
Portföydeki Varlık Sayısı	0,055	0,137	0,066	0,170	0,078

Yüksek Riskli Portföy İçin Karar vericiler Bazında Önem ağırlıkları					
Kriterler	KV-w ₁	KV-w ₂	KV-w ₃	KV-w ₄	KV-w ₅
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,417	0,120	0,248	0,196	0,210
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,136	0,191	0,385	0,178	0,183
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,245	0,158	0,155	0,162	0,231
Finansal Varlığın Beta riski	0,085	0,219	0,103	0,170	0,127
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,061	0,181	0,067	0,154	0,152
Portföydeki Varlık Sayısı	0,055	0,132	0,042	0,140	0,098

Tablo 5 incelendiğinde her bir karar vericinin üç farklı risk düzeyinde portföy oluşturmaya yönelik hesaplanan kriter ağırlıkları verilmiştir. Nihai kriter değerine ulaşmak için bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada her bir karar vericiye ait kriter ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak, Tablo 6'daki nihai kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır.

Tablo 6. Nihai Kriter Ağırlıkları

Düşük Riskli Portföy İçin Nihai Kriter Ağırlıkları	
Kriterler	Nihai Kriter Ağırlığı
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,263
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,182
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,162
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,147
Finansal Varlığın Beta riski	0,134
Portföydeki Varlık Sayısı	0,111
Orta Riskli Portföy İçin Nihai Kriter Ağırlıkları	
Kriterler	Nihai Kriter Ağırlığı
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,253
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,217
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,170
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,139
Finansal Varlığın Beta riski	0,120
Portföydeki Varlık Sayısı	0,101
Yüksek Riskli Portföy İçin Nihai Kriter Ağırlıkları	
Kriterler	Nihai Kriter Ağırlığı
Finansal Varlığın Standart Sapması	0,238
Finansal Varlığın Getiri Ortalaması	0,215
Finansal Varlık Getirileri Arasındaki Korelasyonun Yönü	0,190
Finansal Varlığın Beta riski	0,141
Finansal Varlığın Portföydeki ağırlığı	0,123
Portföydeki Varlık Sayısı	0,093

Tablo 6 incelendiğinde, üç farklı risk düzeyi için nihai kriter ağırlıklarına göre düşük ve orta riskli portföy oluşturmak için yatırımcının dikkat etmesi gereken en önemli kriterin “finansal varlığın getiri ortlaması” yüksek riskli portföy oluşturmak için en önemli kriterin ise “finansal varlığın standart sapması” olduğu görülmektedir. Tüm risk düzeyleri için “portföydeki varlık sayısı” sıralamada en az ağırlığı olan kriter olduğu tespit edilmiştir. Her bir kritere ilişkin nihai kriter ağırlıkları elde edildikten sonra yapılacak olan işlem; elde edilen kriter ağırlıkları da dikkate alınarak, her dönem için farklı risk düzeyinde alternatiflerin sıralaması ve seçimidir. Alternatiflerin sıralanması ve seçimi MOORA yöntemi ile yapılacak olup ilk aşama portföy oluşturmaya yönelik birinci dönem alternatiflerinin sıralanması ve seçimi için karar matrisinin oluşturulmasıdır. Kriterler ve alternatiflere (20 hisse senedi) göre karar matrisi Tablo 7'deki gibi oluşturulur.

Tablo 7. Birinci Dönem Karar Matrisi

		Ortalama	Standat s.	Beta K	Korelasyon	Varlık S.	Varlık Ağ.
		Mak.	Min.	Min.	Min.	Mak.	Mak.
Düşük Riskli	Ağırlıklar	0,263	0,182	0,134	0,162	0,111	0,147
Orta Riskli	Ağırlıklar	0,253	0,217	0,120	0,170	0,101	0,139
Yüksek Riskli	Ağırlıklar	0,215	0,238	0,141	0,190	0,093	0,123
	Hisseler	Ortalama	Standat s.	Beta K	Korelasyon	Varlık S.	Varlık Ağ.
1	AKBNK	-0,002	0,021	-0,121	0,468	1	1
2	ALARK	0,000	0,027	-0,307	0,386	1	1
3	ARCLK	0,001	0,022	-0,126	0,454	1	1
4	BIMAS	-0,001	0,017	-0,153	0,336	1	1
5	EREGL	0,003	0,023	-0,455	0,451	1	1
6	FROTO	0,004	0,040	-0,176	0,280	1	1
7	KRDMD	0,001	0,027	-0,390	0,427	1	1
8	KCHOL	-0,001	0,021	-0,157	0,518	1	1
9	KOZMA	0,001	0,030	-0,178	0,310	1	1
10	PETKM	0,001	0,024	-0,268	0,345	1	1
11	TAHVL	0,001	0,027	-0,233	0,411	1	1
12	TCELL	-0,001	0,022	-0,318	0,426	1	1
13	THYAO	0,001	0,022	-0,285	0,438	1	1
14	TKFFN	-0,002	0,019	-0,205	0,513	1	1
15	TTKOM	0,000	0,017	-0,167	0,453	1	1
16	GARANB	-0,001	0,023	-0,139	0,465	1	1
17	ISCTR	-0,002	0,020	-0,087	0,513	1	1
18	SISE	-0,001	0,019	-0,086	0,486	1	1
19	VAKBN	-0,002	0,021	-0,080	0,467	1	1
20	VESTL	0,003	0,030	-0,209	0,246	1	1

Tablo 7’de karar matrisi verilmiştir. Karar matrisinde her bir alternatif için hesaplanan ortalama, standart sapma, beta katsayısı, korelasyon değeri verilmiştir. Ayrıca portföyler oluşturulurken varlık sayısı ve varlıkların ağırlığı eşit olacak şekilde planlandığı için karar matrisinde bu kriterlerin değeri bir olarak verilmiştir. SWARA yöntemiyle üç farklı risk düzeyi için hesaplanmış kriter ağırlıklarında tabloda gösterilmiştir. Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir alternatifin değeri alternatiflere ilişkin değerlerinin kareleri toplamının kareköküne bölünmek suretiyle normalizasyon matrisi elde edilmiş ve sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Birinci Dönem Normalizasyon Matrisi

	Ortalama	Standat s.	Beta K	Korelasyon	Varlık S.	Varlık Ağ.
AKBNK	-0,249	0,197	-0,118	0,245	0,224	0,224
ALARK	0,032	0,252	-0,298	0,202	0,224	0,224
ARCLK	0,078	0,201	-0,122	0,238	0,224	0,224
BIMAS	-0,153	0,156	-0,149	0,176	0,224	0,224
EREGL	0,370	0,213	-0,443	0,236	0,224	0,224
FROTO	0,447	0,366	-0,171	0,147	0,224	0,224
KRDMD	0,178	0,251	-0,380	0,224	0,224	0,224
KCHOL	-0,089	0,196	-0,153	0,271	0,224	0,224
KOZMA	0,158	0,278	-0,173	0,162	0,224	0,224
PETKM	0,087	0,220	-0,261	0,181	0,224	0,224
TAHVL	0,168	0,252	-0,227	0,215	0,224	0,224
TCELL	-0,091	0,202	-0,309	0,223	0,224	0,224
THYAO	0,087	0,206	-0,277	0,230	0,224	0,224
TKFFN	-0,254	0,172	-0,199	0,269	0,224	0,224
TTKOM	0,025	0,155	-0,162	0,238	0,224	0,224
GARANB	-0,169	0,213	-0,135	0,244	0,224	0,224
ISCTR	-0,275	0,184	-0,085	0,269	0,224	0,224
SISE	-0,130	0,176	-0,084	0,255	0,224	0,224
VAKBN	-0,283	0,196	-0,078	0,245	0,224	0,224
VESTL	0,434	0,279	-0,203	0,129	0,224	0,224

Tablo 8’de verilmiş olan normalizasyon matrisindeki her bir alternatifin değeri düşük orta ve yüksek risk seviyesi için SWARA yöntemiyle ayrı ayrı hesaplanan kriter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisleri elde edilecektir. İlk önce normalizasyon matrisi düşük riskli portföy kriter ağırlıklarıyla çarpılmış ve düşük riskli portföy ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Birinci Dönem Düşük Riskli Portföy İçin Ağırlıklandırılmış Normalizasyon Matrisi

	Ortalama	Standat s.	Beta K	Korelasyon	Varlık S.	Varlık Ağ.
AKBNK	-0,066	0,036	-0,016	0,040	0,025	0,033
ALARK	0,008	0,046	-0,040	0,033	0,025	0,033
ARCLK	0,020	0,037	-0,016	0,039	0,025	0,033
BIMAS	-0,040	0,028	-0,020	0,029	0,025	0,033
EREGL	0,097	0,039	-0,059	0,038	0,025	0,033
FROTO	0,118	0,067	-0,023	0,024	0,025	0,033
KRDMD	0,047	0,046	-0,051	0,036	0,025	0,033
KCHOL	-0,023	0,036	-0,020	0,044	0,025	0,033
KOZMA	0,042	0,051	-0,023	0,026	0,025	0,033
PETKM	0,023	0,040	-0,035	0,029	0,025	0,033
TAHVL	0,044	0,046	-0,030	0,035	0,025	0,033
TCELL	-0,024	0,037	-0,041	0,036	0,025	0,033
THYAO	0,023	0,037	-0,037	0,037	0,025	0,033
TKFFN	-0,067	0,031	-0,027	0,044	0,025	0,033
TTKOM	0,007	0,028	-0,022	0,039	0,025	0,033
GARANB	-0,044	0,039	-0,018	0,040	0,025	0,033
ISCTR	-0,072	0,033	-0,011	0,044	0,025	0,033
SISE	-0,034	0,032	-0,011	0,041	0,025	0,033
VAKBN	-0,074	0,036	-0,010	0,040	0,025	0,033
VESTL	0,114	0,051	-0,027	0,021	0,025	0,033

Tablo 9’da düşük riskli portföy için ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi verilmiştir. Ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisi elde edildikten sonra maksimizasyon yönlü performans değerleri toplamından minimizasyon yönlü performans değerleri çıkarılarak alternatiflerin performanslarının hesaplanması ve sıralaması yapılmaktadır. Yapılan performans hesaplaması ve sıralama sonucu Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Birinci Dönem Düşük Riskli Portföy İçin Alternatif Sıralaması

	Ortalama	Standat s.	Beta K	Korelasyon	Varlık S.	Varlık Ağ.	Referans
EREGL	0,097	0,039	-0,059	0,038	0,025	0,033	0,137
VESTL	0,114	0,051	-0,027	0,021	0,025	0,033	0,127
FROTO	0,118	0,067	-0,023	0,024	0,025	0,033	0,108
KRDMD	0,047	0,046	-0,051	0,036	0,025	0,033	0,073
TAHVL	0,044	0,046	-0,030	0,035	0,025	0,033	0,052
PETKM	0,023	0,040	-0,035	0,029	0,025	0,033	0,046
KOZMA	0,042	0,051	-0,023	0,026	0,025	0,033	0,046

Tablo 10 incelendiğinde, yapılan sıralamaya göre birinci altı aylık dönemde yedi hisse senediyle düşük riskli bir portföy oluşturmak için performans sıralamasında en yüksek performansa sahip yedi “EREGL, VESTL, FROTO, KRDM, TAHVL, PETKM ve KOZMA hisse senedine yer verilerek düşük riskli portföy oluşturulmuştur.

Bu dönemde orta riskli ve yüksek riskli portföy oluşturulmak istendiğinde ve diğer dönemler içinde düşük orta ve yüksek risk düzeyleri dikkate alınarak benzer hesaplamalar yapılmış ve portföylerde yer alması muhtemel hisse senetleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Dönemler İçin Her Risk Düzeyinde Alternatif Sıralaması ve Seçimi

Dönemler	Düşük Riskli	Orta Riskli	Yüksek Riskli	Dönemler	Düşük Riskli	Orta Riskli	Yüksek Riskli
Birinci Dönem	EREGL VESTL FROTO KRDMD TAHVL PETKM KOZMA	THYAO ALARK TTKOM ARCLK TCELL BIMAS	KCHOL SISE GARANB TKFFN AKBNK ISCTR VAKBN	Dördüncü Dönem	ALARK BIMAS KRDMD KOZMA AKBNK GARANB SISE	TKFFN VAKBN VESTL ISCTR FROTO ARCLK	PETKM KCHOL TAHVL THYAO TTKOM TCELL EREGL
İkinci Dönem	KRDMD FROTO KCHOL KOZMA ALARK BIMAS AKBNK	ARCLK PETKM VAKBN TKFFN ISCTR SISE	TCELL TTKOM GARANB VESTL THYAO TAHVL EREGL	Beşinci Dönem	VESTL ALARK KCHOL VAKBN TTKOM ISCTR AKBNK	TCELL TKFFN PETKM KOZMA FROTO TAHVL	KRDMD ARCLK GARANB BIMAS SISE THYAO EREGL
Üçüncü Dönem	BIMAS VESTL TTKOM KRDMD FROTO KOZMA ISCTR	PETKM TKFFN ARCLK VAKBN TCELL KCHOL	SISE ALARK EREGL AKBNK THYAO TAHVL GARANB	Altıncı Dönem	THYAO BIMAS KOZMA TCELL PETKM TAHVL SISE	TTKOM FROTO ARCLK GARANB KCHOL TKFFN	AKBNK ALARK VAKBN ISCTR VESTL KRDMD EREGL

Tablo 11 incelendiğinde her dönem için farklı risk düzeylerinde yapılan sıralama ve seçim sonuçları verilmiştir. Birinci dönem analiz sonucuna göre “EREGL, VESTL, FROTO, KRDMD, TAHVL, PETKM ve KOZMA” hisse senedinin yer aldığı düşük riskli portföy; “THYAO, ALARK, TTKOM, ARCLK, TCELL ve BIMAS” hisse senetlerinin yer aldığı orta riskli portföy; “KCHOL, SISE, GARANB, TKFFN, AKBNK, ISCTR ve VAKBN” hisselerinin yer aldığı yüksek riskli portföy oluşturulmuştur. Diğer dönemler içinde analiz sonuçlarına göre düşük orta ve yüksek riskli portföylerde yer alması gereken hisse senetleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda hisse senetleriyle 6 dönem için farklı risk düzeylerinde 18 portföy oluşturulmuştur.

4.3. Portföy Getiri ve Riskinin Hesaplanması

Farklı risk düzeylerinde oluşturulan portföylerde yer alan hisse senetlerinin ortalama getirileri, Standart sapmaları, kovaryans matrisleri ve portföydeki ağırlıkları dikkate alınarak altı dönem için portföylerin günlük ortalama getirileri, risk düzeyleri ve risk getiri aralık tahminleri hesaplanarak elde edilen sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Portföylerin Ortalama Getiri ve Risk Düzeylerine İlişkin Matris Notasyon Sonuçları

Dönemler		Düşük Riskli	Orta Riskli	Yüksek Riskli
Birinci Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0021$	$E[r_p] = -0,00003$	$E[r_p] = -0,0016$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0182$	$\sigma_p = 0,0156$	$\sigma_p = 0,0175$
	Aralık Tahmini	$-%3,4 < \mu < %3,8$	$-%3,1 < \mu < %3,1$	$%3,6 < \mu < %3,3$
İkinci Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0028$	$E[r_p] = 0,0020$	$E[r_p] = 0,0017$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0153$	$\sigma_p = 0,0189$	$\sigma_p = 0,0167$
	Aralık Tahmini	$-%2,7 < \mu < %3,3$	$-%3,5 < \mu < 3,9$	$-%3,1 < \mu < %3,5$
Üçüncü Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0015$	$E[r_p] = 0,0002$	$E[r_p] = -0,0014$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0192$	$\sigma_p = 0,0221$	$\sigma_p = 0,0222$
	Aralık Tahmini	$-%3,6 < \mu < %3,9$	$-%4,3 < \mu < 4,4$	$-%4,5 < \mu < %4,2$
Dördüncü Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0021$	$E[r_p] = 0,0012$	$E[r_p] = 0,0002$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0112$	$\sigma_p = 0,0142$	$\sigma_p = 0,0127$
	Aralık Tahmini	$-%2,0 < \mu < %2,4$	$-%2,7 < \mu < 2,9$	$-%2,5 < \mu < %2,5$
Beşinci Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0031$	$E[r_p] = 0,0019$	$E[r_p] = 0,0011$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0183$	$\sigma_p = 0,0150$	$\sigma_p = 0,0149$
	Aralık Tahmini	$-%3,3 < \mu < %3,9$	$-%2,7 < \mu < 3,1$	$-%2,8 < \mu < %3,0$

Altıncı Dönem	Beklenen Getiri $E[r_p]$	$E[r_p] = 0,0017$	$E[r_p] = -0,0002$	$E[r_p] = -0,0023$
	Risk Düzeyi σ_p	$\sigma_p = 0,0154$	$\sigma_p = 0,0181$	$\sigma_p = 0,0218$
	Aralık Tahmini	$-%2,9\mu < \%3,2$	$-%3,6 < \mu < 3,5$	$-%4,5 < \mu < \%4,0$

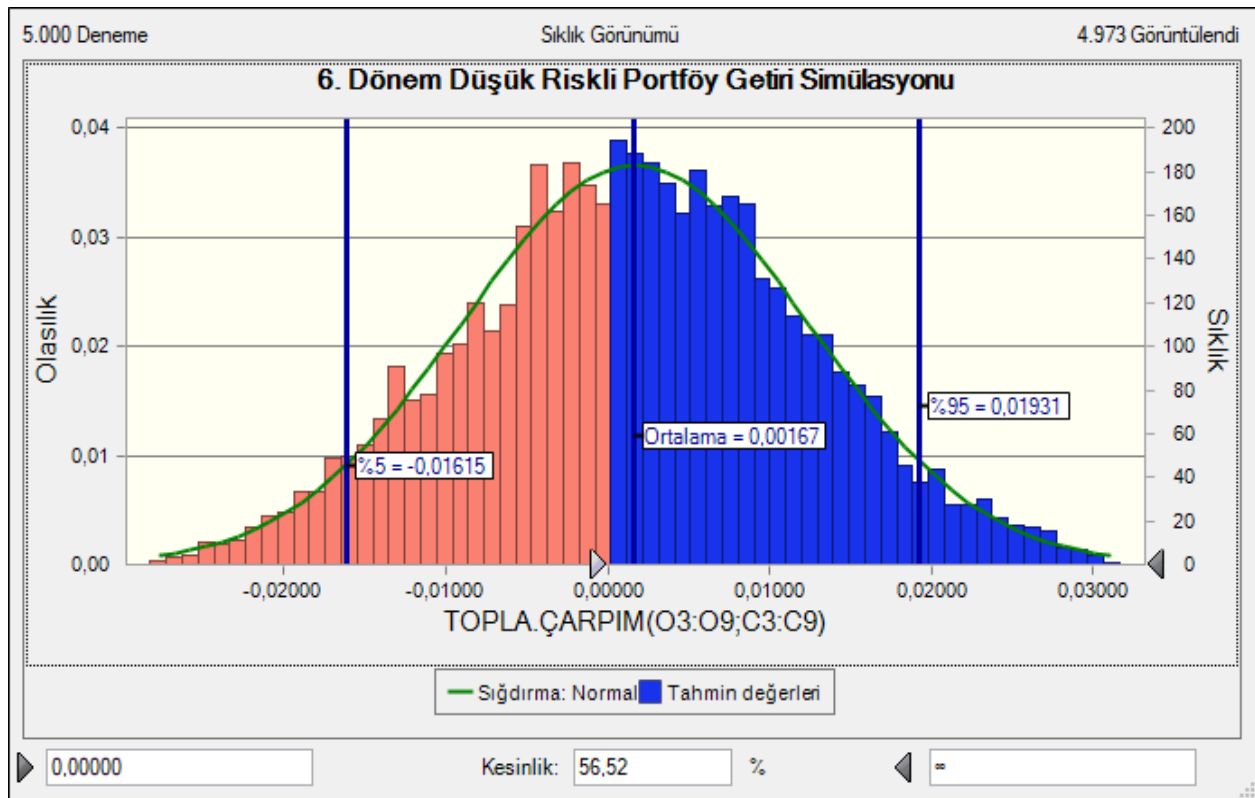
Tablo 12 incelendiğinde; portföylerin risk seviyesi arttıkça ortalama beklenen getiri oranının azaldığı görülmektedir. Hesaplanan en yüksek ortalama getiri %2,8 olurken; oluşturulan orta ve yüksek risk düzeylerinde birkaç portföyün ortalama beklenen getiri oranının negatif olduğu tespit edilmiştir. Beklenen getiri oranının negatif olması yatırımcının kaybını göstermekte olup en yüksek kayıp oranının -%2,3 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama getirilere yönelik güven aralıkları tahmin edildiğinde günlük ortalama getirilerin geniş bir dağılım aralığı gösterdiği tespit edilmiştir. Oluşturulan portföylerin risk düzeyleri genel olarak değerlendirildiğinde tüm portföyler için yaklaşık %1 ve %2 aralığında olduğu görülmektedir.

4.4. Kolektif Risk Modellemesi Çerçevesinde Getiri Simülasyonu

Hisse senedi getirilerinin uygunluk gösterdiği Normal ve Lognormal dağılım parametreleri kullanılarak altı dönem için çok kriterli karar verme yöntemiyle üç farklı risk düzeyinde oluşturulan on sekiz portföyün her biri için ayrı ayrı getiri tahmin simülasyonları yapılacaktır. Elde edilen simülasyon sonuçları tarihsel verilerle karşılaştırılarak portföylere ilişkin ortalama getiri ve getiri olasılıkları tahmin edilecektir.

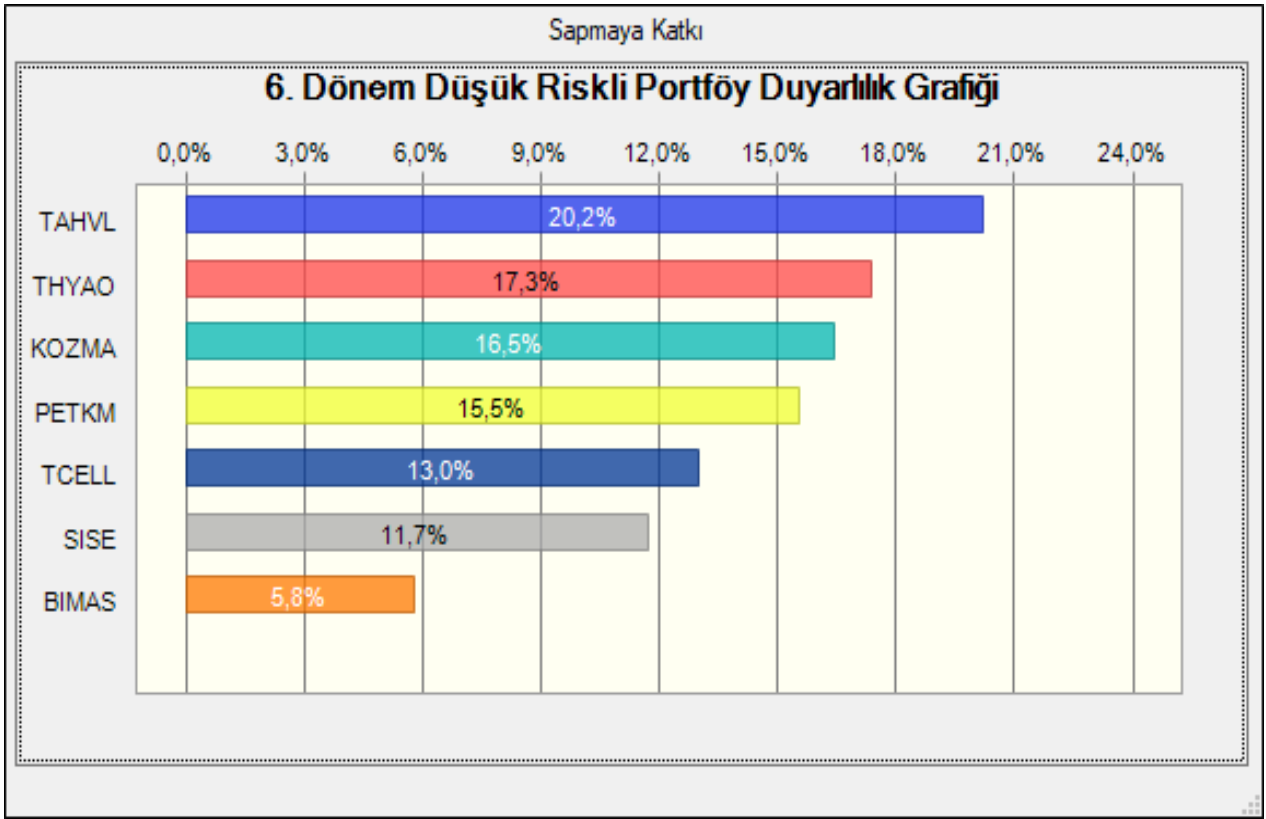
4.4.1. Altıncı Dönem Düşük Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Altıncı dönem TAHVL, THYAO, KOZMA, PETKM, TCELL, SISE ve BIMAS hisse senetleriyle oluşturulan düşük riskli portföyün %95 güven aralığında 5000 denemeli simülasyon sonucu Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Altıncı Dönem Düşük Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Şekil 2 incelendiğinde dağılımın $-0,01615 < \mu < 0,01931$ aralığında ve getiri ortalamasının 0,00167 olması beklenmektedir. Bu portföy yatırımcısına %56,52 olasılıkla sıfırın üzerinde bir getiri sağlaması beklenir. Hisse senetlerinin portföydeki etkilerini tespit etmeye yönelik bulgular Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Altıncı Dönem Düşük Riskli Portföy Duyarlılık Grafiği

Şekil 3 duyarlılık analizi sonuçlarına göre portföyün getirisini en fazla etkileyen hisse senedi %20,2 oranla TAHVL iken en az etkileyen %5,8 oranla BIMAS olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda elde edilen istatistik değerleri Şekil 4'te verilmiştir.

5.000 Deneme İstatistik Görünümü

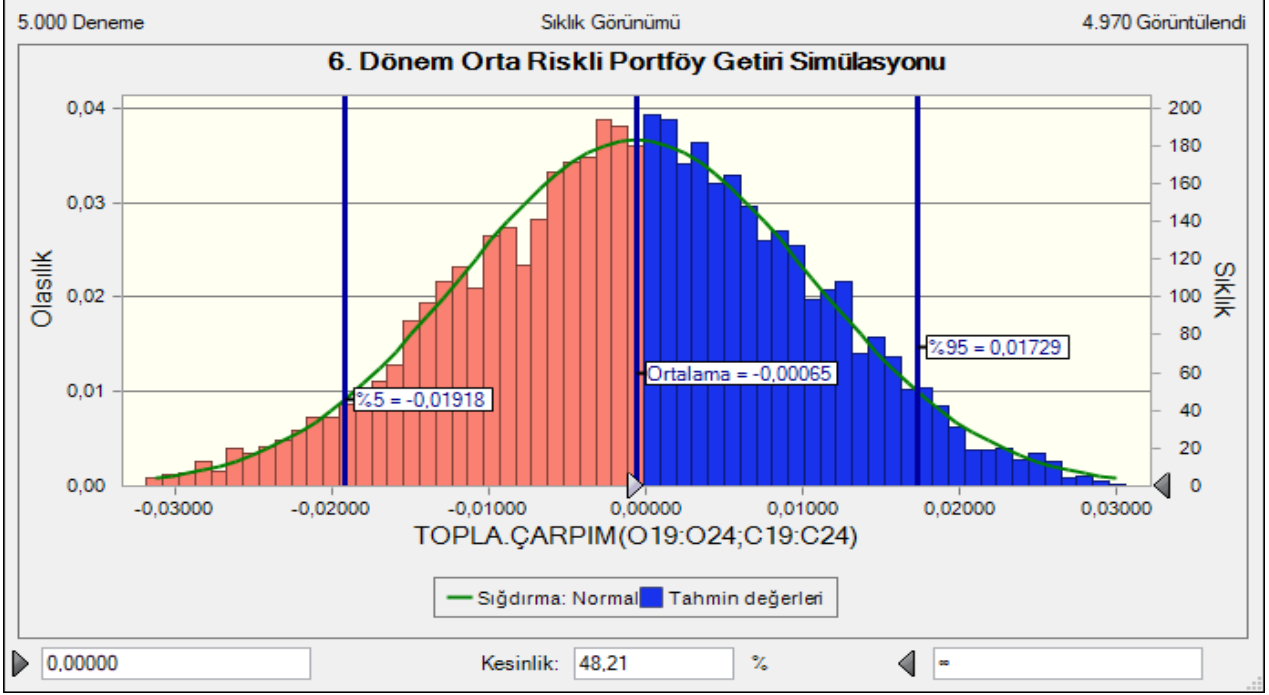
İstatistik	Şıdırma: Normal	Tahmin değerleri
► Denemeler	---	5.000
Temel Durum	---	0,00166
Ortalama	0,00167	0,00167
Orta	0,00167	0,00172
Mod	0,00167	---
Standart Sapma	0,01069	0,01069
Sapma	0,00011	0,00011
Çarpıklık	0,00	2,9796E-04
Kurtosis	3,00	2,98
Sapmanın Katsayısı	6,39	6,39
Minimum	=	-0,04109
Maksimum	=	0,03685
Ortalama Standart Hata	---	0,00015

Şekil 4 Altıncı Dönem Düşük Riskli Portföy Simülasyon İstatistik Sonuçları

Şekil 4. incelendiğinde, simülasyon değerlerinin tarihsel verilerle uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyon sonucunda ortalama 0,00167 minimum -0,04109 ve maksimum 0,03685 olarak hesaplanmıştır.

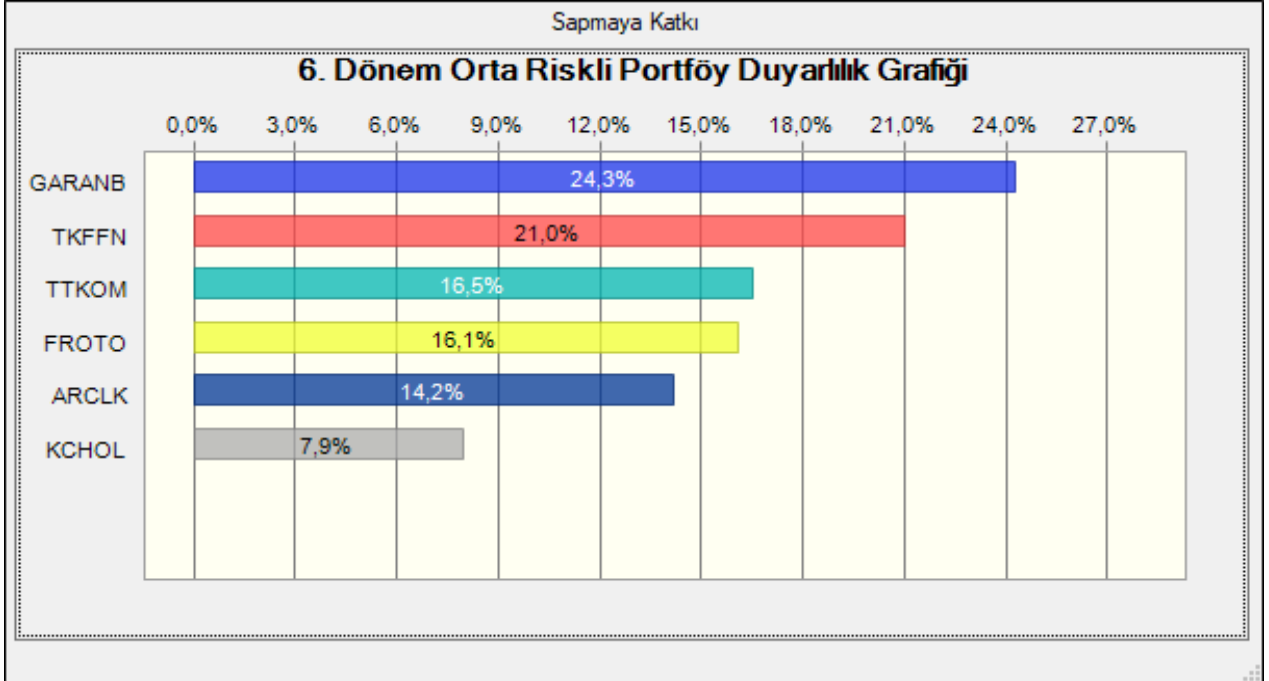
4.4.2. Altıncı Dönem Orta Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Altıncı dönem GARANB, TKFFN, TTKOM, FROTO, ARCLK ve KCHOL hisse senetleriyle oluşturulan orta riskli portföyün %95 güven aralığında 5000 denemeli simülasyon sonucu Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5. Altıncı Dönem Orta Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Şekil 5 incelendiğinde dağılımın $-0,01918 < \mu < 0,01729$ aralığında ve getiri ortalamasının -0,00065 olması beklenmektedir. Bu portföy yatırımcısına %48,21 olasılıkla sıfırın üzerinde bir getiri sağlaması beklenir. Hisse senetlerinin portföydeki etkilerini tespit etmeye yönelik bulgular Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Altıncı Dönem Orta Riskli Portföy Duyarlılık Grafiği

Şekil 6 duyarlılık analizi sonuçlarına göre portföyün getirisini en fazla etkileyen hisse senedi %24,3 oranla GARANB iken en az etkileyen %7,9 oranla KCHOL olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda elde edilen istatistik değerleri Şekil 7’de verilmiştir.

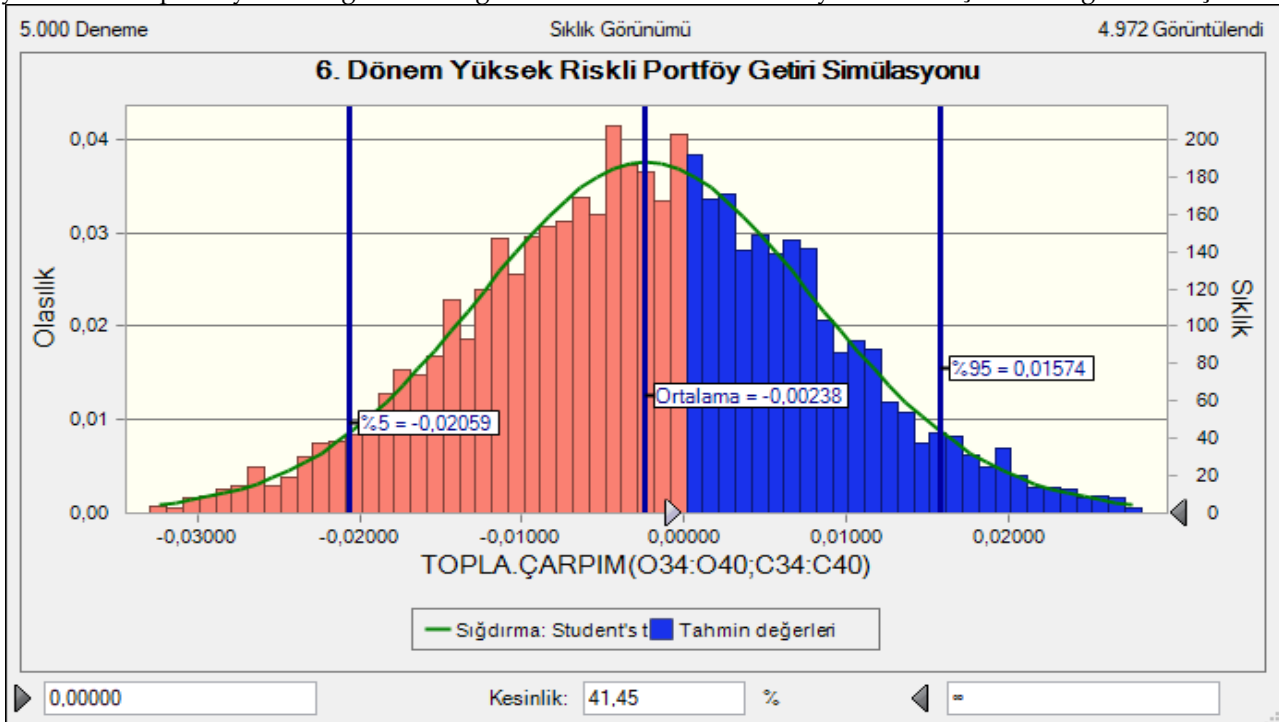
5.000 Deneme		İstatistik Görünümü	
İstatistik	Sığdırma: Normal	Tahmin değerleri	
Denemeler	---	5.000	
Temel Durum	---	-0,00020	
Ortalama	-0,00065	-0,00065	
Orta	-0,00065	-0,00057	
Mod	-0,00065	---	
Standart Sapma	0,01114	0,01114	
Sapma	0,00012	0,00012	
Çarpıklık	0,00	-0,0675	
Kurtosis	3,00	3,10	
Sapmanın Katsayısı	-17,09	-17,09	
Minimum	=	-0,04316	
Maksimum	=	0,04280	
Ortalama Standart Hata	---	0,00016	

Şekil 7. Altıncı Dönem Orta Riskli Portföy Simülasyon İstatistik Sonuçları

Şekil 7 incelendiğinde, simülasyon değerlerinin tarihsel verilerle uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyon sonucunda ortalama -0,00065 minimum -0,04316 ve maksimum 0,04280 olarak hesaplanmıştır.

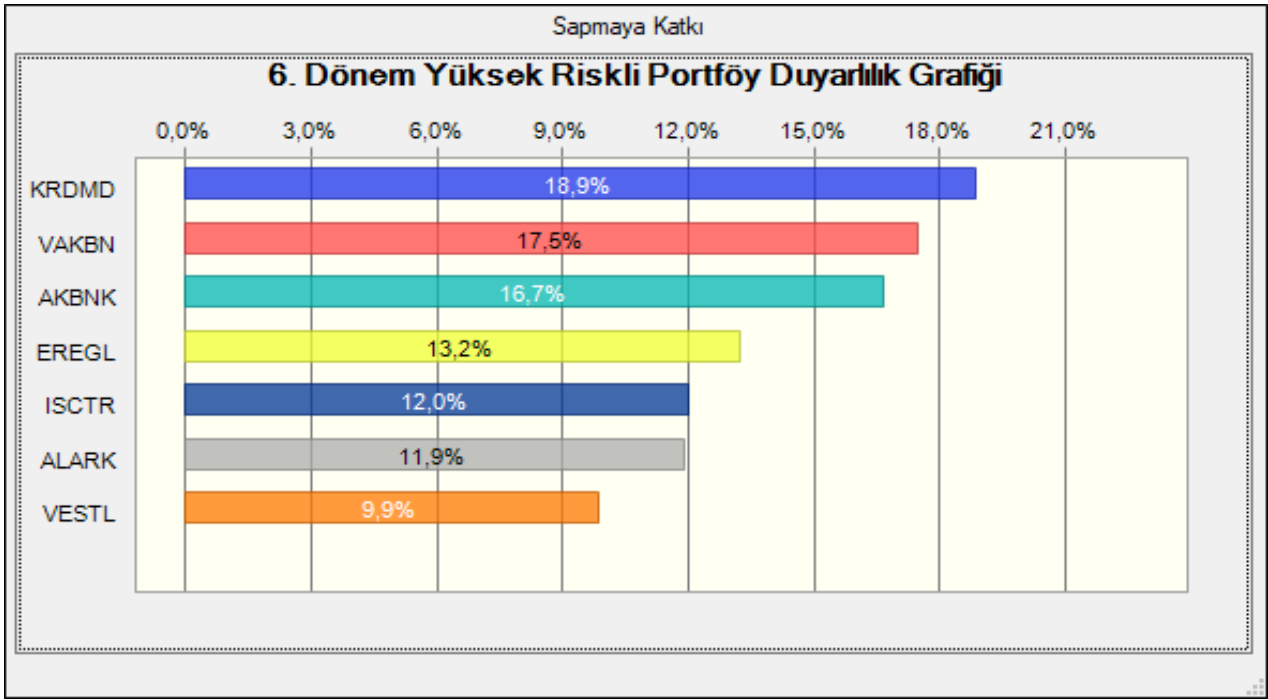
4.4.3. Altıncı Dönem Yüksek Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Altıncı dönem KRDM, VAKBN, AKBNK, EREGL, ISCTR, ALARK ve VESTL hisse senetleriyle oluşturulan yüksek riskli portföyün %95 güven aralığında 5000 denemeli simülasyon sonucu Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Altıncı Dönem Yüksek Riskli Portföy Getiri Simülasyonu

Şekil 8 incelendiğinde dağılımın $-0,02059 < \mu < 0,01574$ aralığında ve getiri ortalamasının -0,00238 olması beklenmektedir. Bu portföy yatırımcısına %41,45 olasılıkla getiri sağlaması beklenir. Hisse senetlerinin portföydeki etkilerini tespit etmeye yönelik bulgular Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Altıncı Dönem Yüksek Riskli Portföy Duyarlılık Grafiği

Şekil 9 duyarlılık analizi sonuçlarına göre portföyün getirisini en fazla etkileyen hisse senedi %18,9 oranla KRDMMD iken en az etkileyen %9,9 oranla VESTL olduğu görülmektedir. Simülasyon sonucunda elde edilen istatistik değerleri Şekil 10'da verilmiştir.

5.000 Deneme İstatistik Görünümü

İstatistik	Sıdırma: Student's t	Tahmin değerleri
Denemeler	---	5.000
Temel Durum	---	-0,00226
Ortalama	-0,00238	-0,00238
Orta	-0,00238	-0,00234
Mod	-0,00238	---
Standart Sapma	0,01089	0,01089
Sapma	0,00012	0,00012
Çarpıklık	0,00	0,0081
Kurtosis	3,23	3,05
Sapmanın Katsayısı	-4,58	-4,58
Minimum	=	-0,04132
Maksimum	=	0,03528
Ortalama Standart Hata	---	0,00015

Şekil 10. Altıncı Dönem Yüksek Riskli Portföy Simülasyon İstatistik Sonuçları

Şekil 10 incelendiğinde, simülasyon değerlerinin tarihsel verilerle uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Simülasyon sonucunda ortalama -0,00238, minimum -0,04132 ve maksimum 0,03528 olarak hesaplanmıştır.

4.5. Risk Düzeylerine Göre Portföy Getirilerinin ve Getiri Olasılıklarının Karşılaştırılmasına Yönelik ANOVA Bulguları

Bulgular ve yorum bölümünün son aşamasında, geleneksel (matris) yöntemiyle ve simülasyon yöntemiyle elde edilen getiri ortalamalarında hem dönem hem de risk seviyesi bakımından anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılacaktır. Hesaplanan getiri ortalamaları ve getiri olasılıkları için normallik testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Normallik Test Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
Getiri Olasılığı	0,186	18	0,102	0,923	18	0,145
Getiri Ortalaması	0,166	18	0,200	0,940	18	0,295

Tablo 13 incelendiğinde, hem getiri olasılığının hem de getiri ortalamasının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

“Dönemler ve risk düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur” hipotezi $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde ikiden fazla olan gruplar için ise One-Way ANOVA testi yapılmıştır. Yapılan test sonucunda $p < 0,05$ küçük ise gruplar arasında anlamlı fark olduğuna $p \geq 0,05$ ise anlamlı farkın olmadığına karar verilir. Tablo 14’de anlamlılık analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 14. Portföy Getiri ve Getiri Olasılığı Anova Analiz Sonuçları

		Ortalama	F	p
Getiri Olasılığı	Düşük Riskli	0,5903	7,417	0,006
	Orta Riskli	0,5332		
	Yüksek Riskli	0,4968		
Getiri Ortalaması	Düşük Riskli	0,0022	7,508	0,006
	Orta Riskli	0,0008		
	Yüksek Riskli	-0,0004		

Analiz sonucunda getiri olasılığı ve getiri ortalamasının hem dönemler hem de risk düzeyleri açısından anlamlı farklılık gösterdiği $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde tespit edilmiştir. Anlamlı farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığını tespit etmek için Tukey HSD testi yapılmıştır. Söz konusu test sonucuna göre gruplar arasındaki farklılığın düşük riskli portföy ile yüksek riskli portföyden kaynaklandığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Buna göre, portföyün risk düzeyi arttıkça hem ortalama getirisinin hem de getiri olasılığının azaldığı belirlenmiştir. Bu bulguya göre, Hisse senetlerini risk seviyesine göre sınıflandırmanın ve bu doğrultuda portföy oluşturmanın portföy getirisi açısından önemli olduğu söylenebilir.

5. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sermaye piyasalarının en önemli sorunlarından biri getiri ve risk arasındaki ilişkiyi tahmin etmektir. Hisse senedi getirilerinin tahmini; portföy yönetimi, bütçeleme ve performans değerlendirme gibi pek çok finansal kararın merkezinde yer aldığından, gerek kurumsal yatırımcılar gerekse bireysel yatırımcılar açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla araştırma kolektif risk modellemesiyle portföyün ortalama getirisi ve risk düzeyi arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamıştır.

Finansal risk ölçümü, kayıp ve kazanç seviyelerine dair olasılık hesaplarına dayanmaktadır. Etkin bir risk modellemesi için hisse senedinin kapanış fiyatlarının dağılımlarının başarılı bir şekilde modellenmesi ve parametrelerinin tahmin edilmesi gerekir. Hisse senetlerine ilişkin dağılım özelliklerinin tespit edilmesi portföylerin beklenen getirilerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Ayrıca farklı risk düzeylerinde portföy oluşturmaya yönelik belirlenen kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması ve sıralanmasında SWARA yöntemi tercih edilmiştir. SWARA yöntemiyle yapılan ağırlıklandırma analizi sonucunda, üç farklı risk düzeyi için nihai kriter ağırlıklarına göre düşük ve orta riskli portföy oluşturmak için yatırımcının dikkat etmesi gereken en önemli kriterin “finansal varlığın getiri ortalaması” yüksek riskli portföy oluşturmak için en önemli kriterin ise “finansal varlığın standart sapması” olduğu; ayrıca tüm risk düzeyleri için “portföydeki varlık sayısı” sıralamada en az ağırlığı olan kriter olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemle belirlenen kriter ağırlıkları ve sıralamaları dikkate alınarak 20 hisse senedinin hangi risk düzeyindeki portföye dahil edileceğinin belirlenmesinde ise MOORA yöntemi kullanılmıştır. MOORA yöntemiyle yapılan analizler sonucunda üç farklı risk düzeyinde yer alması muhtemel olan hisse senetleri belirlenerek onsekiz portföy oluşturulmuştur.

Oluşturulan portföylerin öncelikle matris yöntemiyle ortalama günlük getirisi ve risk seviyesi belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalarda sonucunda düşük orta ve yüksek riskli portföylerde hesaplanan en yüksek ortalama getiri %2,8 olurken; beklenen getiri oranının negatif olması yatırımcının kaybını göstermekte olup en yüksek

kayıp oranının $-2,3\%$ olduğu görülmüştür. Ayrıca ortalama getirilere yönelik güven aralıkları tahmin edildiğinde günlük ortalama getirilerin geniş bir dağılım aralığı gösterdiği tespit edilmiştir. Oluşturulan portföylerin, risk düzeyleri genel olarak değerlendirildiğinde tüm portföyler için yaklaşık %1 ve %2 aralığında olduğu sonucuna ulaşılmış ve risk düzeyleri arttıkça ortalama getirinin düştüğü tespit edilmiştir. Portföylere ilişkin ortalama getiri ve risk düzeyinin olasılık dağılım parametreleri bilindiğinde Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle daha kolay hesaplanabileceği ortaya konulmuş ve klasik yöntemle benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca simülasyon yöntemiyle portföy getirisi üzerinde etkili olana hisse senetleri belirlenmiştir. Kullanılan Monte Carlo Simülasyon yöntemi literatürle karşılaştırıldığında, kuadratik programlama (Abay 2013), Finnet Portfolio Advisor programı (Zerey ve Terzi 2015), Yapay Sinir Ağları (Yavuz 2012) yöntemleriyle benzer sonuçlara ulaşıldığı tespit edilmiştir. Diğer yöntemlere göre Monte Carlo Simülasyon yöntemiyle hisse senetlerinin ağırlıkları, varlık sayısı daha hızlı değiştirilerek sonuçların hesaplanabilmesi açısından daha kolay ve etkili olduğu saptanmıştır. Literatürdeki çalışmalardan bu yönüyle ayrılmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre getirilebilecek öneriler ise şu şekilde sıralanabilir:

- Araştırma kapsamında farklı endekslerde yer alan hisse senetlerinin de olasılık dağılımları ve dağılım parametreleri dikkate alınarak ortalama getiri ve getiri olasılıkları hesaplanabilir.
- Araştırma kapsamında hisse senetleri eşit ağırlıklandırılmıştır. Fakat farklı ağırlıklara sahip hisse senetleriyle oluşturulan portföyler içinde bu yöntemin uygulanabileceği tespit edilmiştir.
- Diğer yatırım araçları için de olasılık dağılımları ve dağılım parametreleri dikkate alınarak ortalama getiri ve getiri olasılıkları hesaplanabilir.

KAYNAKÇA

- Abay Ramazan (2013), "Markowitz Karesel Programlama İle Portföy Seçimi: İMKB-30 Endeksinde Riskli Portföylerin Seçimi", *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), s. 175- 194.
- Altaylıgil Barış (2008), "Portföy Seçimi İçin Ortalama-Varyans-Çarpıklık Modeli. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), s. 65-78.
- Atan Murat (2005), "Karesel Programlama İle Portföy Optimizasyonu", VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Mayıs, İstanbul, s. 26-27.
- Bayramoğlu Mehmet Fatih ve Yayalar Nagihan (2017), "Portföy Seçiminde Toplam Riski Temel Alan Portföy Performans Ölçütlerinin Değerlendirilmesi", *Aibü Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1), s. 1-28
- Brandt W. Michael, Santa Clara Pedro and Valkanov Rossen (2005), "Parametric Portfolio Policies: Exploiting Characteristics In The Cross Section Of Equity Returns", *Efa Moscow Meetings Paper*.
- Çil, Nilgün (2018), *Finansal Ekonometri*, Der Yayınevi ve Dağıtım, İstanbul.
- Dickson C. M. David (2005), *Insurance Risk And Ruin*, Cambridge University Press, New York.
- Fıkrkoca Meryem (2003), *Bütünsel Risk Yönetimi*, Birinci Basım, Pozitif Matbaacılık, Ankara, s.24
- Gürsoy Cudi Tuncer ve Erzurumlu Yaman Ömer (2001), "Evaluation Of Portfolio Performance Of Turkish Investment Funds", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4, s. 43-58
- Hamurkaroğlu Canan ve Değirmenci Selin (2018), "Com-Poisson Dağılımı İle Bireysel ve Kolektif Risk Modelleri", 4th Scf International Conference On "Economic And Social, Nevşehir.
- Hicks R. John (1935), *A Suggestion For Simplifying The Theory Of Money*, *Economica*, 2(5), s. 1-19.
- Karabayır Mehmet Emin ve Doğanay Murat (2010), "Kümeleme Analizi İle Portföy Seçimi: İMKB-100 Endeks Üzerine Bir Çalışma", *Ticaret Ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, s. 160-179.
- Karagöz Murat (2015), *Excel ve Spss Uygulamalı İstatistik Yöntemleri*, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Kardiyen Filiz (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), s. 335-350.

- Keršulienė Violeta, Zavadskas Edmundas Kazimieras and Turskis Zenonas (2010), "Selection Of Rational Dispute Resolution Method By Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Swara)", *Journal Of Business Economics And Management*, 11(2), pp. 243–258.
- Kıyılar Murat ve Eroğlu Ergün (2004), "Tek Endeks Modeli ve Modelin İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Uygulanması", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 33(1), s. 21-38.
- Leavens Dickson. H. (1945), "Diversification Of Investments", *Trusts And Estates*, 80(5), pp. 469-473.
- Levy Hyman (1983), The Capital Asset Pricing Model: Theory And Empiricism. *The Economic Journal*, 93, s. 25-46.
- Lintner John (1965), "The Valuation Of Risk Assets And The Selection Of Risky Investments İn Stock Portfolios And Capital Budget", *Review Of Economics And Statistics*, 47, s. 13-37.
- Markowitz Henry (1952), "Portfolio Selection", *Journal Of Finance*, 7(1), pp. 77-91.
- Markowitz Henry (1952), *Portfolio Selection, Efficient Diversification Of Investment*, New York, John Wiley.
- Marschak Jacob (1938), "Money And The Theory Of Assets", *Econometrica*, 6, s. 311-325.
- Mossin Jan (1966), "Equilibrium İn A Capital Asset Market", *Econometrica*, 35(4), pp. 768-783.
- Özçalıcı Mehmet (2021), "Portföy Büyüklüğü İle Risk Arasındaki İlişkinin Modellenmesi: Borsa İstanbul Örneği", *Ankara Üniversitesi Sbf Dergisi*, 76 (3), s. 761-791.
- Padmantlyo Sri And Prasojo Prasojo (2019), "Total Risk Stock Investment: Does International Portfolio Diversification Give More Impact To Investors?" *Proceeding Of The Urecol*, s. 103-108
- Peijie, Wang (2009), *Financial Econometrics*, Routledge, s.15 -23
- Schnabel Julia A. (1984), "Short Sales Restrictions And Security Market Line", *Journal Of Business Research*, 12(1), s. 87-96.
- Sengupta Raghu Nandan, Gupta Aparna and Dutta Joydeep (2017), *Decision Sciences Theory And Practice*. Crc Press.
- Sharpe William F. (1963), "A Simplified Model For Portfolio Analysis", *Management Science*, 9(2), s. 277-293.
- Sharpe William F. (1964), "Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk", *Journal Of Finance*, 19, s. 425-442.
- Sharpe William F., Alexander Gordon J. and Bailey Jeffery V. (1995), "Investments", Prentice Hall, Fifth Edition.
- Tobin James (1958), "Liquidity Preference As Behavior Towards Risk", *Review Of Economic Studies*, 25(1), pp. 65-86.
- Tse Yiu-Kuen (2009), *Nonlife Actuarial Models Theory. Methods And Evaluation*, Cambridge University Press, New York.
- Turnbull Stuart M. (1977), "Market Imperfections And The Capital Asset Pricing Model", *Journal Of Business Finance & Accounting*, 4(3), s. 327-337.
- Uyar Umut ve Kangallı Sinem Güler (2012), "Ekonomide Markowitz Modeline Dayalı Optimal Portföy Seçiminde İşlem Hacmi Kısıtı", *Ege Akademik Bakış*, 12 (2), s. 183-192.
- Zavadskas Edmundas Kazimieras, Turskis Zenonas, Antucheviciene Jurgita and Zakarevicius Algimantas (2012), "Optimization Of Weighted Aggregated Sum Product Assessment", *Electronics And Electrical Engineering*, 122 (6), pp. 3-6.
- Zerey Gökçe ve Terzi Erol (2015), "Portföy Seçimi Ve Bist30 Üzerinde Bir Uygulama", *Scientific Science*, 3(2), s. 38-46.
- Zolfani Sarfaraz Hashemkhani and Sapauskas Jonas (2013), "New Application Of Swara Method İn Prioritizing Sustainability Assessment Indicators Of Energy System", *Engineering Economics*, 24(5), s. 408–414.