

BIST 30 ENDEKSİNİN RİSK PROFİLİ VE OPTİMAL PORTFÖY ANALİZİ**Mert URAL¹, Onur BAYRAM², Zakayo Samson KISAVA³***Gönderim tarihi: 05.03.2019 Kabul tarihi: 21.09.2019***Öz**

Bu çalışmada, BIST 30 endeksinin risk profili Marjinal RMD analizi çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, yatırımcılar tarafından karşılaşılan risklerin ölçülmesidir. Bu kapsamda, BIST 30 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerinin 2015, 2016, 2017 ve 2018 dönemlerine ilişkin günlük getiri serileri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, BIST 30 portföyünün daha çok sistematik risk ağırlıklı hisse senetlerinden oluştuğunu, sistematik olmayan risk ağırlıklı hisse senedi sayısının ise 3-9 arasında değiştiğini göstermektedir. Çalışmada ayrıca BIST 30 endeksine yönelik optimal portföy bileşimi incelenmiştir. Doğrusal Olmayan GİG yöntemi ile elde edilen sonuçlar, volatilite minimizasyonuna dayanan optimal portföyün 10-12 hisse senedinden oluştuğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, optimal portföy bileşimi yardımıyla minimize edilebilecek toplam risk tutarının ortalama olarak %18.87 olduğunu ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar, finansal varlıklar arasındaki kovaryans ve korelasyon ilişkisini dikkate alan Marjinal RMD analizinin riskin ayrıştırılması amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Risk bileşimindeki değişimin analiz edilmesi, daha güvenilir analizlerin elde edilmesi açısından yatırımcılara katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Marjinal Riske Maruz Değer, Risk Ayrıştırma, Portföy Riski**Jel Sınıflaması:** C15, G11, G32**THE ANALYSIS OF RISK PROFILE AND OPTIMAL PORTFOLIO ON BIST 30 INDEX****Abstract**

In this study, the risk profile of the BIST 30 index was analyzed within the framework of Incremental VaR analysis. The main purpose of the study is to measure the risks faced by investors. In this context, daily return series of the stocks included in the BIST 30 index for the 2015, 2016, 2017 and 2018 periods were used. The findings indicate that the BIST 30 portfolio comprises mainly of systematic risk-weighted stocks and the number of non-systematic risk-weighted stocks varies between 3-9. The study also assessed the optimal portfolio composition for BIST 30 index. This study additionally examines, the optimal portfolio composition for BIST 30 index. The results obtained with the Nonlinear GRG method show that the optimal portfolio based on volatility minimization consists of 10-12 stocks. The findings reflect that the total risk amount that can be minimized by optimal portfolio composition is 18.87% on average. The results show that Incremental VaR analysis, which takes into account the relationship between covariance and correlation between financial assets, can be used for risk decomposition. Analyzing the change in the risk composition will help investors to obtain more reliable analyzes.

Keywords: Incremental Value at Risk, Risk Decomposition, Portfolio Risk**Jel Classification:** C15, G11, G32

¹ Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, mert.ural@deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3252-846X

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D., bayram.onur@ogr.deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6194-7255

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D., zakayo.kisava@ogr.deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5355-9743

1. Giriş

21. yüzyılda hız kazanan küreselleşme akımlarının ardından finansal piyasalar arasındaki etkileşim artmıştır ve bu piyasaların hacmi hızla yükselmiştir. Küreselleşen piyasalar, bir ülkede ortaya çıkan gelişmenin diğer çok sayıda ülkeyi de kısa bir zaman dilimi içerisinde etkilemesini olanaklı kılmaktadır. Bu durum, yatırımcılar ve risk yöneticileri açısından etkin bir risk yönetimini ve piyasalara ilişkin risk analizini gerekli hale getirmektedir. Bu kapsamda en sık kullanılan yöntemlerden birisi Riske Maruz Değer (RMD) analizidir. RMD analizi, veri piyasa koşullarında, belirli bir güven düzeyi ve elde tutma süresinde bir portföyün karşılaşılabileceği en yüksek kayıp tutarının elde edilmesine dayanan bir tekniktir. Bu çerçevede kullanılan Marjinal (Incremental) RMD analizi ise portföyü oluşturan her bir pozisyonun/varlığın, portföyün riskine olan katkısını ölçmektedir. Bu sayede, portföyü oluşturan varlıkların toplam riski ayrıştırılabilmekte ve optimal portföy bileşimi belirlenebilmektedir.

Çalışma kapsamında, BIST 30 endeksine ilişkin portföy riskinin ölçülmesi ve riskin bileşenlerine ayrıştırılması amaçlanmıştır. BIST 30 ve BIST 100 endeksini oluşturan hisse senetlerinin risk yapısını inceleyen çalışmalarda genellikle CAPM analizinden faydalanılmıştır. Bununla birlikte bu model, finansal varlıklar arasındaki kovaryans ve korelasyon ilişkisini ihmal etmektedir. Literatürdeki bu eksikliğin giderilmesini amaçlayan bu çalışmada ise Marjinal RMD tekniğinden faydalanılarak daha sağlıklı analiz sonuçları ve daha tutarlı risk yönetim politikaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Analiz kapsamında ayrıca doğrusal olmayan programlama tekniğinin, optimal portföy büyüklüğünün belirlenmesine uygun bir araç olup olmadığı irdelenmiştir.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde, BIST 100 ve BIST 30 endekslerine ilişkin risk analizi ve portföy optimizasyonuna yönelik çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, Marjinal RMD tekniği incelenmiştir. Araştırmanın dördüncü bölümünde, optimal portföy tercihinin belirlenmesi amacıyla kullanılan Genelleştirilmiş İndirgenmiş Gradyan (GİG) algoritması ele alınmıştır. Beşinci bölümde, çalışmada kullanılan veri setine ilişkin bilgiler sunulmuştur. Altıncı bölümde, Marjinal RMD analizi ve Doğrusal Olmayan Programlama tekniği ile elde edilen ampirik bulgular ortaya konulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise analiz kapsamında ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Literatür Özeti

Optimal portföyün belirlenmesine yönelik uluslararası literatürde önemli çalışmalar bulunmaktadır. Konuyla ilgili öncü araştırmalar, Markowitz (1952) tarafından ortaya konulan Ortalama Varyans Modelinin eksikliklerini ve yanlışlıklarını gidermeye odaklanmıştır. Örneğin Konno ve Yamazaki (1991) 1981-1987 dönemini kapsayan çalışmalarında, NIKKEI 500 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerine ait aylık getiri serilerini kullanarak portföy seçim problemini incelemişlerdir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Ortalama Mutlak Sapma modelinin, Ortalama Varyans Modeline göre bireysel yatırımcının risk algısını daha iyi temsil ettiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca risk fonksiyonunun dışbükey olduğu sürece ilgili optimizasyon probleminin doğrusal programlama tekniği ile formüle edilebileceği ifade edilmiştir.

Lai (1991) 1985-1986 dönemini kapsayan çalışmasında, 5 şirket tahviline ilişkin aylık getiri serilerini kullanarak Çokterimli Hedef Programlama analizi çerçevesinde portföy seçim problemini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Çokterimli Hedef Programlama analizi yardımıyla portföy tercih problemindeki çarpık yapının dikkate alınabileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Ortalama Varyans Modelindeki etkin olmayan yapı, Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli çerçevesinde etkin bir yapıya kavuşmaktadır.

Young (1998) 1991-1993 dönemini kapsayan çalışmasında, uluslararası hisse senedi endeksine ilişkin aylık getiri serilerini kullanarak optimal portföy tercihinin Minimax modeli çerçevesinde analiz etmiştir. Riskin ölçüsü olarak varyans yerine minimum getirinin kullanıldığı ve basit doğrusal programlamaya dayanan modelde, belirli bir getiri düzeyinde maksimum kaybın minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Ortalama Varyans Modeline göre yatırımcı fayda fonksiyonunun daha riskten kaçınan, getiri serisinin daha çarpık veya portföy optimizasyon probleminin çok sayıda karar değişkenine sahip olması durumlarında Minimax modelinin, Ortalama Varyans Modelinden daha hassas sonuçlar sağlayacağını ortaya koymaktadır.

Ryoo (2007) 2002 yılında NYSE içerisinde yer alan 3500 hisse senedine ilişkin günlük getiri serilerini kullanarak optimal portföy tercihinin incelemiştir. Alternatif bir çarpıklık ölçüsünün kullanıldığı çalışmada, Ortalama Varyans Çarpıklık Modeli, doğrusal olmayan terimli karesel kısıta sahip denk bir karesel programlamaya dönüştürülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulgular, Dow-Jones ve NASDAQ endekslerinin yaklaşık %16 düşüş gösterdiği bir dönemde, önerilen model çerçevesinde oluşturulan optimal portföyün 150 işlem günü boyunca ortalama %66.85'lik bir getiri sağladığını ortaya koymaktadır.

Domian, Louton ve Racine (2007) 1985-2004 dönemi için NYSE, AMEX ve NASDAQ içerisinde yer alan 1000 hisse senedine ilişkin günlük getiri serilerini kullanarak çeşitlendirme ve risk arasındaki ilişkiyi irdelemişlerdir. Simülasyon teknikleri ile elde edilen yoğunluk fonksiyonları yardımıyla elde edilen sonuçlar, portföy boyutu 100'ün üzerinde olsa dahi, portföy boyutu arttıkça kayıp riskinin azalmaya devam ettiğini göstermektedir. Çalışmada ayrıca küçük portföyler için endüstriler arasında çeşitlendirme sağlanarak riskin bir dereceye kadar azaltılabileceği fakat risk düzeyinde daha belirgin bir azalmanın yalnızca hisse senedi sayısının artırılmasıyla sağlanabileceği vurgulanmıştır.

Davidovic ve Zelenovic (2013) 2010-2011 dönemi için BELEX 15 endeksine ilişkin günlük getiri serisini kullanarak toplam riskin bileşenlerini CAPM modeli çerçevesinde incelemişlerdir. Yatırım portföyünün sistematik olmayan risk yardımıyla yönetilmesinin incelendiği çalışmadan elde edilen bulgular, risk analizlerinde toplam riskin yanında risk bileşenlerinin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Modern Portföy Teorisi ile uyumlu sonuçların elde edildiği çalışmada, iyi bir çeşitlendirme ile sistematik olmayan riskin azaltılabileceği vurgulanmıştır. Yazarlar, 10 hisse senedinden oluşan bir portföyün yeterli çeşitlendirmeyi sağladığını, daha yüksek çeşitlendirmenin ise sistematik olmayan risk üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını ifade etmişlerdir.

BIST 30 ve BIST 100 endeksine ilişkin sistematik risk ile sistematik olmayan riskin ayrıştırılmasına dayanan ve optimal portföy tercihini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin; Bekçi, Eroğlu ve Usul (2001) 1999-2001 dönemini kapsayan ve BIST 100 endeksinde bulunan hisse senetlerine ilişkin aylık getiri serilerinin kullanıldığı çalışmada, Konno-Yamazaki Bulanık Doğrusal Programlama modelleri ile optimal portföyler oluşturmaya çalışmıştır. Elde edilen sonuçlar, optimal portföy içerisinde 8 hisse senedi bulunduğunu ve minimize edilebilecek risk tutarının %12,02 olduğunu göstermektedir. Çalışmada ayrıca beklenen getiriden %1 oranında vazgeçilmesi durumunda optimal portföyün 7 hisse senedinden oluşacağı belirtilmiştir.

Küçükkocaoglu (2002) 2000 yılında BIST 30 endeksi içerisinde işlem gören hisse senetlerine ilişkin günlük getiri serilerini kullanarak, doğrusal programlama yardımıyla optimal portföy tercihini incelemiştir. Markowitz optimal portföy teorisi çerçevesinde elde edilen sonuçlar, oluşturulan optimal portföyün 6 hisse senedinden meydana geldiğini ve çeşitlendirme yapılarak elde edilen portföyün getirisinin, eşit ağırlıklı portföyün getirisinden daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Gökçe ve Cura (2003) 1999-2000 dönemini kapsayan çalışmalarında, BIST 30 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerine ait haftalık getiri serilerini kullanarak Ortalama

Varyans Modeli çerçevesinde optimal portföy büyüklüğünü incelemiştir. Analiz kapsamında elde edilen sonuçlar, BIST 30 endeksi için oluşturulacak optimal portföy büyüklüğünün 6 ila 14 hisse senedinden meydana gelmesi gerektiğine işaret etmektedir. Çalışmada ayrıca bu düzeyin üzerinde portföye eklenen her bir varlığın, portföyün sistematik olmayan riskinde %1'den daha az bir azalma meydana getirdiğinin altı çizilmiştir.

Tosun ve Oruç (2010) 2001-2008 dönemini kapsayan çalışmalarında, BIST 30 endeksi içerisinde yer alan 20 hisse senedine ilişkin aylık getiri serilerini kullanmıştır. Ortalama Varyans Modeli yaklaşımının kullanıldığı çalışmadan elde edilen bulgular sonucunda, ortalama olarak 5 ile 7 hisse senedinden meydana gelen portföy bileşiminin yatırımcılar açısından uygun olacağı saptanmıştır. Yazarlar ayrıca daha dar bir bakış açısıyla, 6 adet varlıktan oluşan bir portföyün yeterli çeşitlendirmeyi sağlayacağını belirtmiştir.

Keskintürk, Demirci ve Tolun (2010) 1999-2000 dönemini kapsayan çalışmada, BIST 30 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerinin haftalık getirilerini kullanmıştır. Optimal portföy büyüklüğünün Genetik Algoritma tekniği ile incelendiği çalışmada ulaşılan bulgular, eşit ağırlıkla oluşturulan bir portföy için optimal büyüklüğün en az 3, en fazla ise 17 hisse senedinden meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar ayrıca serbest ağırlıkla oluşturulan portföyler için optimal büyüklüğün 6-11 hisse senedinden oluştuğunu ve serbest ağırlıklı portföylerin, eşit ağırlıklı portföylerden daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Ural ve Demireli (2018) 2016-2017 dönemini kapsayan çalışmalarında, BIST 30 endeksinde yer alan hisse senetlerinin risk profillerini CAPM modeli çerçevesinde incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, endeks içerisinde yer alan hisse senetlerinin 22 tanesinin sistematik risk ağırlıklı olarak, 8 tanesinin ise sistematik olmayan risk ağırlıklı olarak yatırımcıları etkilediğini göstermektedir. Yazarlar ayrıca CAPM modelinin, hisse senetleri arasındaki kovaryans ve korelasyon ilişkisini göz ardı ettiğini, risk ayrıştırması ve risk minimizasyonu açısından Marjinal RMD analizinin daha tutarlı politikalar üretmeye yardımcı olacağını altını çizmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar sonucunda, BIST 30 endeksine ilişkin optimal portföy büyüklüğünün 3-17 arasında hisse senedinden oluştuğu sonucuna ulaşılmaktadır. Hisse senetlerinin risk analizinde kullanılan yöntemlerde ise hisse senetleri arasındaki korelasyon ve kovaryans ilişkisinin genellikle ihmal edildiği görülmektedir. Çalışmada, hisse senetleri arasındaki bu ilişkileri dikkate alan Marjinal RMD analizi kullanılarak literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

3. Marjinal Riske Maruz Değer Analizi

Finansal piyasa katılımcıları açısından riskin ölçülmesi, modern finans teorisinin ana odağı haline gelmiştir (Bellalah, 2010: 917). Artan küresel ve finansal entegrasyon ile birlikte geleneksel risk analizlerinin yetersiz kalması, daha tutarlı ve etkin sonuçlar elde edilmesini sağlayan RMD analizinin geliştirilmesini sağlamıştır. RMD analizi, veri piyasa koşulları altında, belirli bir güven düzeyinde ve belirli bir elde tutma süresinde ortaya çıkabilecek maksimum kayıp tutarını ölçmektedir (Jorion, 2000: 22). Analiz ilk defa J.P Morgan tarafından geliştirilen RiskMetrics yazılımı çerçevesinde 1994 yılında ortaya konulmuştur. Analizin yaygınlık kazanmasının en önemli nedenleri arasında; tüm portföyün riskinin tek bir parasal sonuç ile ifade edilebilmesi ve bunun, bankalarca piyasa riskleri karşılığında ayrılması gereken asgari sermaye tutarının hesaplanmasında temel oluşturması sayılabilir. RMD analizi Uluslararası Ödemeler Bankası (BIS) ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından risk ölçümü için tavsiye edilen bir uygulama haline gelmiştir.

RMD analizi dört aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar; mevcut portföye ilişkin getiri serilerinin elde edilmesi, mevcut risk unsurlarının değişkenliğinin hesaplanması, BIS düzenlemeleri çerçevesinde güven düzeyinin ve elde tutma süresinin belirlenmesi, karşılaşılabilecek en yüksek kayıp tutarının hesaplanarak raporlanmasıdır.

RMD yönteminin zaman içerisinde yaygınlık kazanması ile birlikte farklı RMD teknikleri geliştirilmiştir (Korkmaz ve Bostancı, 2011: 2). RMD hesaplamalarında genel olarak 3 yaklaşım benimsenmektedir. Sabit varyans esasına dayanan bu yaklaşımlar Parametrik, Tarihsel Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemleridir. Parametrik yöntem, kovaryans matrisine ve normal dağılım varsayımına dayanmaktadır. Tarihsel Simülasyon yöntemi, geçmişte yaşanan ve kayıp meydana getiren bir olayın tekrarlanması durumunda potansiyel kaybı gösteren bir analizdir. Monte Carlo Simülasyonu yöntemi ise normal dağılıma yakınsayacak rassal sayı üretilmesine dayanan ve risk değerini bu çerçevede hesaplayan bir tekniktir (Alexander, 2008: 48).

RMD analizinde portföydeki pozisyon değerlerinin sabit olduğu varsayılmaktadır. Oysa ki yatırımcılar, hesaplanan RMD tutarlarına ve ekonomik konjonktüre bağlı olarak portföylerinde bulunan yatırım araçlarını ve/veya ağırlıklarını değiştirebilmektedirler (Demireli ve Taner, 2009: 135). Ancak değişen pozisyonların portföy riski üzerindeki etkisinin ölçülmesi için, yalnızca portföyün toplam RMD tutarıyla ilgilenen teknikler yeterli değildir (Garman, 1997: 70). Marjinal RMD yöntemi olarak bilinen yöntem ise portföy içerisinde yer alan varlıkların risk seviyelerinin belirlenmesini ve bu varlıklara ilişkin risk tutarlarının karşılaştırılmasını olanaklı kılmaktadır. Bu sayede, en etkin RMD tutarı için pozisyonun nasıl değiştirilmesi gerektiği ortaya konulabilmektedir.

Marjinal RMD yöntemi risk-getiri tercihine yardımcı olarak, pozisyon sınırlarının belirlenmesinde kullanılabilir (Dowd, 2002: 117). Böylece RMD analizi, piyasa riskine ilişkin tek bir sayıyı ortaya koymanın ötesinde, aktif risk yönetimi için kullanılabilecek önemli bir araç haline gelmektedir. Örneğin, portföyün RMD tutarını azaltmayı amaçlayan bir yatırımcı, en yüksek Marjinal RMD tutarına sahip hisse senedini portföyden çıkararak kendisini riskten koruyabilecektir. Dolayısıyla yöntem, muhtelif stratejiler yardımıyla, gelir kaybı olmaksızın portföyün RMD tutarının daha düşük bir seviyeye inmesine katkı sağlamaktadır.

Marjinal RMD analizi kısaca, bir varlığın portföy içerisindeki ağırlığında meydana gelen küçük bir değişimin, portföyün RMD tutarında meydana getireceği değişimi ifade etmektedir. Analiz kapsamında, portföyü oluşturan her bir finansal varlığın portföy içerisindeki payının %1 artış göstermesi durumunda, portföyün toplam risk payı içerisinde ortaya çıkan değişim ölçülmektedir. Bu yüzden elde edilen ölçüm sonuçları, riskin azaltılması suretiyle etkin portföyün oluşturulması bakımından önem arz etmektedir (Ural, 2010: 105). Marjinal RMD yöntemi aşağıdaki eşitlik yardımıyla gösterilebilir:

$$\text{Marjinal RMD}_P = \text{RMD}_P \times [w_1 w_2 \cdots w_n] \times \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada RMD_P : portföyün RMD tutarını; w_A : varlık ya da pozisyonun portföy içerisindeki oransal ağırlığını; β_A ise varlık veya pozisyonun portföyün RMD tutarına bireysel katkı oranını göstermektedir. Portföyü oluşturan her bir bileşen için elde edilen Marjinal RMD tutarlarının toplamı portföyün RMD tutarına eşit olmaktadır.

Formülde yer alan bireysel katkı oranlarına ilişkin hesaplama aşağıdaki eşitlik yardımıyla yapılabilir:

$$\begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} = \frac{\text{Cov} \times \Omega^T}{\sigma_P^2} \quad (2)$$

Burada Cov: kovaryans matrisini; Ω^T : yatay portföy ağırlık vektörünün devriğini ve σ_P^2 ise portföyün varyansını ifade etmektedir.

Portföy riskinin ve her bir varlığın riske katkısının ölçülmesi kadar önemli bir diğer konu da riskin bileşenlerine ayrıştırılmasıdır. Yatırımcılar genellikle karşılaşılabilecekleri riskler hakkında yeterli bilgiye sahip değildirler. Bu nedenle, toplam riskin kaynaklarının açıklanması ve birbirleriyle etkileşimlerinin belirlenmesi hayati bir öneme sahiptir. RMD

analizi yardımıyla toplam riskin, sistematik ve sistematik olmayan risk bileşenlerine ayrıştırılabilmesi olanaklı hale gelir. Bu sayede, portföyde yer alan her bir varlığın pazar riski, enflasyon riski, döviz kuru riski, faiz oranı riski ve siyasi riskten oluşan sistematik risk ağırlıklı mı? yoksa finansal risk, yönetim riski ve sektör riskinden oluşan sistematik olmayan risk ağırlıklı mı? olduğu tespit edilebilmektedir. Bu ayrıştırma için kullanılan bir yöntem ise sistematik olmayan riski Beta (β) katsayısı yardımıyla hesaplamaktır. Beta katsayısını ve piyasa endeks getirisini kullanarak, herhangi bir hisse için standart sapma ile ölçülen toplam riski, sistematik risk ve sistematik olmayan risk olarak ayrıştırmak olanaklıdır (Altıntaş, 2018: 374). Toplam riskin ayrıştırılabilmesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla sağlanabilir:

$$\varepsilon_A = \sigma_A - \beta_A \times \sigma_E \quad (3)$$

Burada ε_A : varlık ya da pozisyonun sistematik olmayan risk katsayısını; σ_A : varlık ya da pozisyonun standart sapmasını ve σ_E ise piyasa toplam risk düzeyini ifade etmektedir. Her bir finansal varlık için elde edilen sistematik olmayan risk katsayılarının toplam risk katsayısından çıkartılması yoluyla ise sistematik risk katsayısı elde edilmiş olur.

4. Optimal Portföy Tercihi

RMD analizi kapsamında, sistematik olmayan riskin azaltılması da mümkündür. Sistematik olmayan risk, tanımı gereği çeşitlendirme ile giderilebilen bir risk türüdür. Tüm portföyler esas olarak iyi çeşitlendirilmek suretiyle riski minimize etme çabasındadırlar (Tosun ve Oruç, 2010: 480). Bir portföye ilişkin sistematik olmayan risk unsurları, doğrusal ve doğrusal olmayan programlama teknikleri yardımıyla minimize edilebilmektedir. Optimal portföy tercihi kapsamında kullanılan yöntemlerden birisi Lasdon, Fox ve Ratner (1973) tarafından geliştirilen Genelleştirilmiş İndirgenmiş Gradyan (Generalized Reduced Gradient) algoritmasıdır. Genelleştirilmiş İndirgenmiş Gradyan (GİG) algoritması, doğrusal olmayan kısıtlama problemlerini çözmek için kullanılan deterministik bir yerel optimizasyon yöntemidir. GİG, değişkenlerin bir alt kümesini ortadan kaldırmak üzere doğrusal olmayan programlama formülasyonunu ve eşitlik kısıtlamalarını kullanarak optimizasyon problemini, kalan değişkenlerin uzayındaki sınırlı bir kısıt problemine indirger. Bu yöntem temel olarak, eşitsizlik kısıtlarını dolgu değişkenler haline getirerek eşitlik kısıtlarına dönüştürür (Alrabadi, 2016: 576). GİG çerçevesinde genel doğrusal olmayan programlama problemi, Yeniyay (2005) takip edilerek aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\text{En düşük } f(x), x \in F \subseteq S \quad (4)$$

Aşağıdaki kısıtlara bağlıdır:

$$h_i(x) = 0, i = 1, \dots, p \quad (5)$$

$$g_j(x) \leq 0, j = p + 1, \dots, q \quad (6)$$

$$a_k(x) \leq x_k \leq b_k, k = 1, \dots, n \quad (7)$$

Burada $x = [x_1, \dots, x_n]$: n değişkenli bir vektör; $f(x)$: amaç fonksiyonu; $h_i(x)$: i . eşitlik kısıtı ve $g_j(x)$: j . eşitsizlik kısıtıdır. S : tüm arama uzayını; F : olabilir arama uzayını; a_k ve b_k ise sırasıyla x_k değişkeninin alt ve üst sınırlarını gösterir.

Böylelikle $GIG, (P)$ 'deki tüm kısıtların denklem formunda ve aşağıdaki gibi temsil edilebileceğini varsaymaktadır:

$$h_i(x) = 0, i = 1, \dots, q \quad (8)$$

Burada x , hem orjinal değişkenleri hem de dolgu değişkenlerini kapsamaktadır. Değişkenler, bağımlı (x_D) ve bağımsız (x_I) değişkenlere ayrılabilir:

$$x = \begin{bmatrix} x_D \\ \vdots \\ x_I \end{bmatrix} \quad (9)$$

Benzer şekilde amaç fonksiyonunun gradyanı ve Jacobi matrisi aşağıdaki gibi bölünebilir:

$$a = \begin{bmatrix} a_D \\ \vdots \\ a_I \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} b_D \\ \vdots \\ b_I \end{bmatrix}, \quad \nabla f(x) = \begin{bmatrix} \nabla_D f(x) \\ \vdots \\ \nabla_I f(x) \end{bmatrix}, \quad J(x) = \begin{bmatrix} \nabla_D h_1(x) & \dots & \nabla_I h_1(x) \\ \nabla_D h_2(x) & \dots & \nabla_I h_2(x) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \nabla_D h_q(x) & \dots & \nabla_I h_q(x) \end{bmatrix} \quad (10)$$

x^0 , eşitlik kısıtlarını ve sınır kısıtlarını sağlayan uygulanabilir bir çözüm olsun. Değişkenler, $J_D(x^0)$ tekil olmayacak şekilde seçilmelidir. İndirgenmiş gradyan vektörü aşağıdaki gibi elde edilir:

$$d_I = \begin{cases} 0 & \text{Eğer, } x_i^0 = a_i \text{ ve } g_i > 0 \\ 0 & \text{Eğer, } x_i^0 = b_i \text{ ve } g_i < 0 \\ \text{aksi halde} & -g_i \end{cases}, \quad d_D = -[J_D(x^0)]^{-1} J_I(x^0) d_I \quad (11)$$

Aşağıda yer alan problemin çözümü olan α adım uzunluğunun bulunması amacıyla doğrusal olmayan fonksiyonu azaltıcı bir yön bulunur ve ardından ilgili yönde ne kadar gidileceği hesaplanır:

$$\text{En düşük} \rightarrow f(x^0 + \alpha d) \quad (12)$$

Çözüm aşağıdaki kısıta bağlıdır:

$$0 \leq \alpha \leq \alpha_{\max} \quad (13)$$

Burada $\alpha_{\max}$ aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\alpha_{\max} = \sup \left\{ \frac{\alpha}{a} \leq x^0 \leq x^0 + \alpha d \leq b \right\} \quad (14)$$

Problemın optimal çözümü olan α^* , bir sonraki çözümü verir:

$$x^1 = x^0 + \alpha d \quad (15)$$

5. Veri Seti

Çalışmada, 2015-2018 yılları arasında BIST 30 endeksinde sürekli olarak yer alan 28 şirketin hisse senetlerinin kapanış fiyatları BIST veri tabanından derlenerek analiz gerçekleştirilmiştir. 2015 (252 işgünü), 2016 (250 işgünü), 2017 (252 işgünü) ve 2018 (250 işgünü) yıllarına ilişkin günlük getiri serileri kullanılmıştır. 06.02.2019 tarihi itibarıyla BIST 30 endeksi içerisinde bulunan ve çalışmada kullanılan hisse senetleri, işlem kodlarına göre alfabetik sırada Tablo 1’de sunulmuştur.

Çalışmada, yatırımcılar tarafından karşılaşılan risklerin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda BIST 30 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerinin her birine 5.000 TL tutarında ve toplamda 140.000 TL’lik bir portföy yatırımı yapıldığı varsayılmış, RMD analizi yardımıyla, portföye ilişkin riskin sistematik risk ve sistematik olmayan risk unsurlarına ayrıştırılması sağlanmıştır.

Tablo 1: BIST 30 Endeksinde Yer Alan Hisse Senetleri

Kod	Şirket Adı	Sektör
AKBNK	AKBANK T.A.Ş.	Bankacılık
ARCLK	ARCELİK A.Ş.	Dayanıklı Tüketim
ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	Telekomünikasyon
BIMAS	BİM BİRLEŞİK MAĞAZALAR A.Ş.	Perakende Ticaret
DOHOL	DOĞAN ŞİRKETLER GRUBU HOLDİNG A.Ş.	Holding
EKGYO	EMLAK KONUT GAYRİMENKUL YATIRIM ORTAKLIĞI A.Ş.	Gayrimenkul Y.O.
EREGL	EREĞLİ DEMİR ÇELİK FABRİKALARI A.Ş.	Demir Çelik
GARAN	T. GARANTİ BANKASI A.Ş.	Bankacılık
HALKB	T. HALK BANKASI A.Ş.	Bankacılık
ISCTR	T. İŞ BANKASI A.Ş.	Bankacılık
KCHOL	KOÇ HOLDİNG A.Ş.	Holding
KOZAA	KOZA ANADOLU METAL MADENCİLİK İŞLETMELERİ A.Ş.	Demir Çelik
KOZAL	KOZA ALTIN İŞLETMELERİ A.Ş.	Demir Çelik
KRDMD	KARDEMİR KARABÜK DEMİR ÇELİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	Demir Çelik
PETKM	PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş.	Petrokimya
PGSUS	PEGASUS HAVA TAŞIMACILIĞI A.Ş.	Ulaştırma
SAHOL	HACI ÖMER SABANCI HOLDING A.Ş.	Holding
SISE	T. ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.	Holding
SODA	SODA SANAYİ A.Ş.	Gıda
TAVHL	TAV HAVALIMANLARI HOLDİNG A.Ş.	Ulaştırma
TCELL	TURKCELL İLETİŞİM HİZMETLERİ A.Ş.	Telekomünikasyon
THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	Ulaştırma
TKFEN	TEKFEN HOLDING A.Ş.	Holding
TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI A.Ş.	Otomotiv
TTKOM	TÜRK TELEKOMÜNİKASYON A.Ş.	Telekomünikasyon
TUPRS	TÜPRAŞ-TÜRKİYE PETROL RAFİNELERİ A.Ş.	Petrokimya
VAKBN	VAKIFLAR BANKASI A.Ş.	Bankacılık
YKBNK	YAPI VE KREDİ BANKASI A.Ş.	Bankacılık

Tablo 2: Getiri Serilerine İlişkin Standart Sapma Değerleri

Hisse Kodu	Standart Sapma Değerleri				Hisse Kodu	Standart Sapma Değerleri			
	2015	2016	2017	2018		2015	2016	2017	2018
AKBNK	0,020	0,015	0,018	0,027	PETKM	0,015	0,018	0,017	0,027
ARCLK	0,016	0,021	0,018	0,021	PGSUS	0,021	0,018	0,019	0,028
ASELS	0,019	0,017	0,015	0,023	SAHOL	0,017	0,015	0,017	0,019
BIMAS	0,015	0,021	0,015	0,016	SISE	0,021	0,015	0,017	0,022
DOHOL	0,024	0,019	0,028	0,034	SODA	0,019	0,028	0,017	0,022
EKGYO	0,022	0,018	0,019	0,020	TAVHL	0,018	0,019	0,025	0,028
EREGL	0,018	0,017	0,020	0,025	TCELL	0,017	0,020	0,015	0,023
GARAN	0,021	0,021	0,018	0,028	THYAO	0,021	0,018	0,019	0,030
HALKB	0,024	0,017	0,020	0,028	TKFEN	0,017	0,020	0,025	0,025
ISCTR	0,020	0,020	0,016	0,024	TOASO	0,020	0,016	0,020	0,022
KCHOL	0,015	0,017	0,017	0,019	TTKOM	0,017	0,017	0,016	0,026
KOZAA	0,042	0,018	0,045	0,035	TUPRS	0,018	0,045	0,016	0,022
KOZAL	0,039	0,023	0,038	0,031	VAKBN	0,023	0,038	0,020	0,026
KRDMD	0,021	0,019	0,022	0,031	YKBNK	0,019	0,022	0,018	0,024

BIST 30 endeksi içerisinde yer alan şirketlerden Enerjisa Enerji A.Ş. ve Ford Otomotiv Sanayi A.Ş. hisse senedi kapanış fiyatları ile ilgili veri eksikliğinden dolayı bu iki şirket analiz kapsamından çıkartılmıştır.

Hisse senedi getiri serilerine ilişkin standart sapma değerleri Tablo 2’de sunulmuştur. Standart sapma değerleri, ilgili getiri serisine ait risk düzeylerini göstermektedir. Risk göstergesi olarak kabul edilen standart sapma değerlerine göre en yüksek riske sahip hisse senedi, her dört yıl için de KOZAA iken, en düşük riske sahip hisse senedinin 2015 ve 2018 yılları için BIMAS, 2016 yılı için TCELL ve 2017 yılı için SAHOL olduğu anlaşılmaktadır.

6. Ampirik Bulgular

Tablo 3: 2015 ve 2016 Dönemine İlişkin Risk Profili

Hisse Kodu	2015				2016			
	SistematiK Risk Tutarı (SR)	SistematiK Olmayan Risk Tutarı (SOR)	Toplam Risk Tutarı	Risk Ağırlığı	SistematiK Risk Tutarı (SR)	SistematiK Olmayan Risk Tutarı (SOR)	Toplam Risk Tutarı	Risk Ağırlığı
AKBNK	652,42	100,51	752,93	SR	552,83	120,38	673,21	SR
ARCLK	383,67	238,00	621,67	SR	404,49	286,70	691,19	SR
ASELS	384,77	333,42	718,20	SR	335,72	252,10	587,82	SR
BIMAS	293,15	264,05	557,20	SR	312,72	271,04	583,76	SR
DOHOL	246,00	673,52	919,51	SOR	461,90	582,44	1,044,35	SOR
EKGYO	585,15	239,50	824,65	SR	594,09	140,66	734,76	SR
EREGL	384,80	297,21	682,01	SR	455,37	312,04	767,42	SR
GARAN	683,06	114,26	797,33	SR	557,70	104,98	662,67	SR
HALKB	760,63	122,28	882,91	SR	648,50	119,47	767,97	SR
ISCTR	660,47	93,99	754,46	SR	529,01	94,17	623,18	SR
KCHOL	444,05	141,49	585,54	SR	512,15	122,21	634,35	SR
KOZAA	644,03	923,75	1.567,78	SOR	829,80	850,09	1.679,89	SOR
KOZAL	621,27	818,05	1.439,32	SOR	734,00	673,75	1.407,76	SR
KRDMD	597,08	196,60	793,68	SR	591,72	249,53	841,25	SR
PETKM	368,11	197,88	565,98	SR	325,27	308,12	633,40	SR
PGSUS	565,86	213,97	779,83	SR	493,78	241,59	735,37	SR
SAHOL	506,50	140,00	646,50	SR	481,97	143,95	625,92	SR
SISE	556,21	225,92	782,13	SR	390,19	249,27	639,46	SR
SODA	355,29	370,96	726,24	SOR	344,85	296,58	641,43	SR
TAVHL	315,44	371,79	687,22	SOR	587,57	343,49	931,07	SR
TCELL	378,06	247,96	626,01	SR	329,17	228,16	557,33	SR
THYAO	601,33	186,17	787,49	SR	561,00	165,18	726,18	SR
TKFEN	460,20	180,08	640,28	SR	408,85	524,79	933,64	SOR
TOASO	433,59	318,50	752,09	SR	444,28	300,86	745,14	SR
TTKOM	383,45	245,52	628,98	SR	380,99	236,14	617,13	SR
TUPRS	396,51	277,50	674,01	SR	340,97	268,14	609,11	SR
VAKBN	737,21	119,53	856,74	SR	620,53	142,51	763,05	SR
YKBNK	615,69	95,29	710,98	SR	560,22	138,52	698,75	SR

2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarına ilişkin Marjinal RMD analizine dayanan risk ayrıştırması sonuçları Tablo 3 ve Tablo 4 yardımıyla sunulmuştur. İlgili risk tutarları, risk katsayıları ile pozisyon tutarlarının çarpılması sonucunda elde edilmiştir. 2015 yılı için elde edilen sonuçlar, sistematik riski en yüksek hisse senedinin HALKB olduğunu, sistematik olmayan ve toplam riski en yüksek hisse senedinin KOZAA olduğunu göstermektedir. Bulgular, hisse senetlerinden 5'inin sistematik olmayan risk ağırlıklı olduğunu, diğerlerinin ise sistematik risk ağırlıklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4: 2017 ve 2018 Dönemine İlişkin Risk Profili

Hisse Kodu	2017				2018			
	SistematiK Risk Tutarı (SR)	SistematiK Olmayan Risk Tutarı (SOR)	Toplam Risk Tutarı	Risk Ağırlığı	SistematiK Risk Tutarı (SR)	SistematiK Olmayan Risk Tutarı (SOR)	Toplam Risk Tutarı	Risk Ağırlığı
AKBNK	459,50	130,67	590,17	SR	746,92	254,49	1.001,42	SR
ARCLK	307,98	264,41	572,39	SR	448,38	324,20	772,58	SR
ASELS	328,73	646,91	975,65	SOR	501,92	353,86	855,79	SR
BIMAS	125,73	372,63	498,36	SOR	165,85	441,12	606,96	SOR
DOHOL	512,47	399,75	912,23	SR	504,24	757,68	1.261,92	SOR
EKGYO	383,81	178,05	561,86	SR	470,34	296,74	767,08	SR
EREGL	384,59	296,38	680,97	SR	452,18	480,25	932,43	SOR
GARAN	467,93	139,78	607,70	SR	842,38	199,66	1.042,04	SR
HALKB	575,74	308,47	884,21	SR	764,91	267,10	1.032,01	SR
ISCTR	453,75	144,08	597,83	SR	685,63	228,71	914,34	SR
KCHOL	346,81	182,15	528,96	SR	392,81	327,64	720,45	SR
KOZAA	706,26	731,48	1.437,73	SOR	803,07	498,99	1.302,06	SR
KOZAL	586,07	579,85	1.165,92	SR	721,78	447,56	1.169,34	SR
KRDMD	600,21	371,62	971,84	SR	737,03	415,84	1.152,86	SR
PETKM	336,34	238,51	574,86	SR	548,70	452,07	1.000,77	SR
PGSUS	626,52	288,49	915,01	SR	767,91	285,38	1.053,29	SR
SAHOL	303,33	185,90	489,24	SR	520,21	199,01	719,22	SR
SISE	328,76	183,74	512,49	SR	378,53	461,51	840,04	SOR
SODA	203,29	301,18	504,46	SOR	95,07	729,61	824,68	SOR
TAVHL	365,30	291,58	656,88	SR	332,89	716,75	1.049,64	SOR
TCELL	209,60	315,59	525,19	SOR	472,16	384,15	856,32	SR
THYAO	574,01	230,75	804,76	SR	776,69	330,60	1.107,29	SR
TKFEN	330,42	461,71	792,13	SOR	246,87	692,06	938,94	SOR
TOASO	237,23	254,18	491,41	SOR	321,72	516,65	838,38	SOR
TTKOM	288,86	273,80	562,66	SR	589,91	368,89	958,79	SR
TUPRS	223,45	358,81	582,27	SOR	240,25	597,73	837,98	SOR
VAKBN	566,94	150,94	717,88	SR	773,80	207,17	980,97	SR
YKBNK	490,93	159,24	650,18	SR	697,10	217,94	915,05	SR

2016 yılı için elde edilen sonuçlar, hem toplam riski hem de sistematik ve sistematik olmayan riski en yüksek hisse senedinin KOZAA olduğunu belirtmektedir. Sonuçlar, hisse senetlerinden yalnızca 3'ünün sistematik olmayan risk ağırlıklı olduğuna ve geri kalanlarının sistematik risk ağırlıklı olduğuna işaret etmektedir. 2015 yılında sistematik olmayan risk ağırlıklı 5 hisse senedinden 3'ünün (KOZAL, SODA ve TAVHL) risk ağırlığının 2016 yılında değiştiği gözlenmektedir.

2017 yılı için elde edilen sonuçlar, 2016 yılı için ulaşılan sonuçlarla benzer şekilde, tüm risk bileşenleri en yüksek hisse senedinin KOZAA olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, 2017 yılında sistematik olmayan risk ağırlıklı hisse senedi sayısının 8'e çıktığını göstermektedir. Her üç yıl için de finansal risk, yönetim riski ve sektör riskinden meydana gelen sistematik olmayan risk ağırlığına sahip tek hisse senedi KOZAA'dır.

2018 yılı için elde edilen sonuçlar da önceki yıllar için ulaşılan sonuçlara benzer şekilde toplam riski en yüksek hisse senedinin KOZAA olduğunu gösterirken, sistematik ve sistematik olmayan riski en yüksek hisse senedinin sırasıyla GARA ve DOHOL olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar, sistematik olmayan risk ağırlıklı hisse senedi sayısının bir önceki yıla göre artış göstererek 9'a ulaştığını ifade etmektedir. Toplam risk düzeyi en yüksek hisse senedi olan KOZAA'nın risk ağırlık yapısı 2018 döneminde değişmiş ve sistematik risk ağırlıklı bir duruma gelmiştir.

Tablo 5: Marjinal RMD Analiz Sonuçları

	Sistematik Risk Tutarı (SR)	SR Ağırlıklı Varlık Sayısı	Sistematik Olmayan Risk Tutarı (SOR)	SOR Ağırlıklı Varlık Sayısı	Toplam Risk Tutarı
2015	14.013,98	23	7.747,70	5	21.761,68
2016	13.789,67	25	7.766,87	3	21.556,55
2017	11.324,57	20	8.440,65	8	19.765,22
2018	14.999,28	19	11.453,37	9	26.452,65

Marjinal RMD analizi yardımıyla ayrıştırılan toplam risk tutarları ve risk ağırlıklı varlık sayıları Tablo 5'te sunulmuştur. 2015 ve 2017 yılları arasında toplam ve sistematik risk tutarları azalmasına rağmen sistematik olmayan risk tutarında artış yaşanması dikkat çekicidir. 2018 yılında ise çalışmada kullanılan portföye ilişkin tüm risk bileşenlerinde artış gözlenmekte ve sistematik olmayan riskin, toplam risk içerisindeki payı artış sergilemektedir.

Tablo 6: Volatilite Minimizasyonuna Dayanan GİG Analiz Sonuçları

Hisse Kodu	Optimal Portföy Ağırlığı (%)				Hisse Kodu	Optimal Portföy Ağırlığı (%)			
	2015	2016	2017	2018		2015	2016	2017	2018
AKBNK	0	0	0	0	PETKM	14,19	14,51	4,07	0
ARCLK	9,97	0,53	3,66	4,00	PGSUS	0	0	0	0
ASELS	5,37	13,73	2,69	10,33	SAHOL	0	0	9,11	2,38
BIMAS	22,25	15,64	22,6	28,35	SISE	0	4,76	0	0
DOHOL	11,96	2,69	0	2,11	SODA	7,29	9,21	16,92	15,70
EKGYO	0	0	0	8,27	TAVHL	11,10	0	0	1,78
EREGL	4,32	0	0	0	TCELL	7,66	18,63	14,69	0
GARAN	0	0	0	0	THYAO	0	0	0	0
HALKB	0	0	0	0	TKFEN	0	3,77	0	5,78
ISCTR	0	0	0	0	TOASO	0	0	13,13	7,93
KCHOL	0	0	0	3,51	TTKOM	5,41	3,08	3,56	0
KOZAA	0	0	0	0	TUPRS	0,48	13,45	9,54	9,85
KOZAL	0	0	0	0	VAKBN	0	0	0	0
KRDMD	0	0	0	0	YKBNK	0	0	0	0

Portföy volatilitesinin minimizasyonuna dayanan Doğrusal Olmayan GİG analizi sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur. Analiz sonuçları Microsoft Excel programında bulunan Çözücü (Solver) eklentisi yardımıyla elde edilmiştir. Ulaşılan sonuçlar, optimal portföy ağırlıklarının yıllar itibariyle değişim sergilemesine rağmen optimal portföyü oluşturan hisse senetlerinde önemli bir değişim olmadığını ortaya koymaktadır. Optimal portföy içerisindeki ağırlığı en istikrarlı olan hisse senedi, 2015 ve 2018 yılları için standart sapması en düşük hisse senedi olan BIMAS’dır. Doğrusal olmayan GİG yardımıyla elde edilen optimal portföy içerisinde yer alan hisse senedi sayısı 2015 ve 2016 yılları için 11 iken 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 10 ve 12 şeklindedir.

Tablo 7: Toplam Risk Tutarlarının Karşılaştırılması

	BIST 30 Portföyünün Toplam Risk Tutarı	Optimal Portföyün Toplam Risk Tutarı	% Değişim
2015	21.761,68	18.443,57	-15,25
2016	21.556,55	17.503,78	-18,80
2017	19.765,22	14.854,55	-24,84
2018	26.452,65	22.068,25	-16,57

Doğrusal olmayan GİG yardımıyla volatilité minimizasyonuna dayanan optimal portföye ilişkin toplam risk tutarı ile BIST 30 portföyünün toplam risk tutarının karşılaştırması Tablo 7’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, optimal portföy tercihinin toplam risk tutarını 2015, 2016, 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla %15,25, %18,80, %24,84 ve %16,57 oranında azalttığını göstermektedir. Portföy çeşitlendirilmesi ile minimize edilebilecek ortalama risk oranı ise %18,87’dir.

7. Sonuç

Bu çalışmada, yatırımcılar tarafından karşılaşılan risklerin ölçülmesi amaçlanmıştır. BIST 30 ve BIST 100 endeksinde risk ayrıştırmasına dayanan çalışmalarda genellikle CAPM modeli kullanılmaktadır. CAPM modelinin önemli bir eksikliği, hisse senetleri arasındaki kovaryans ve korelasyon ilişkisinin gözardı edilmesidir. Bu ilişkinin dikkate alındığı Marjinal RMD yönteminin risk ayrıştırma analizlerinde kullanılması ise daha tutarlı risk yönetim politikalarının uygulanmasını sağlayacaktır. Bu çalışma kapsamında, literatürde yer alan bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın en önemli kısıtı ise Marjinal RMD analizinin sabit varyans esasına dayanan bir yöntem olmasıdır. Dolayısıyla bu yöntemde, finansal varlıklara ait getiri serilerinin sabit varyansa sahip olduğu varsayılmaktadır.

Marjinal RMD analizi yardımıyla elde edilen bulgular, BIST 30 endeksi içerisinde yer alan hisse senetlerinin büyük kısmının sistematik risk ağırlıklı olduğunu ortaya koymaktadır. Sistematik risk ağırlıklı hisse senedi sayısı 2015, 2016, 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 23, 25, 20 ve 19’dur. Sonuçlar, iyi bir çeşitlendirme ile ortadan kaldırılabilir bir risk türü olan sistematik olmayan risk ağırlıklı hisse senedi sayısının, 2016 yılı haricinde artış gösterdiğini ifade etmektedir. Analiz sonuçları, hisse senetlerinin risk ağırlıklarının yıldan yıla değişebilmekle birlikte genel itibarıyla istikrarlı olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bir diğer sonuç da toplam ve sistematik risk tutarlarının 2016 ve 2017 yıllarında azalmasına rağmen sistematik olmayan risk tutarının bu yıllarda artış göstermesidir. Bu sonuç, finansal risk, yönetim riski ve sektör riskinden oluşan ve iyi bir çeşitlendirme ile giderilebilmesi mümkün olan sistematik olmayan riskin, toplam risk içerisindeki payının arttığını göstermektedir. BIST 30 endeksinin toplam risk düzeyindeki bu artışın nedenleri arasında, Türkiye ekonomisinde son dönemde artış gösteren makroekonomik ve politik istikrarsızlıklar gösterilebilir. Risk bileşimindeki sistematik olmayan risk yönlü değişim ise yatırımcılar açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu sayede yatırımcılar artan risk düzeyine rağmen, optimal bir portföy tercihi ile kendilerini riskten koruyabilmektedir.

Doğrusal Olmayan GİG algoritması çerçevesinde volatilité minimizasyonuna dayanan optimal portföy tercihiné ilişkin sonuçlar ise optimal portföyü oluşturan hisse senedi sayısının 10-12 hisse senedinden oluştuğunu göstermektedir. Ulaşılan bu sonuç; Gökçe ve Cura (2003) ile Keskinürk, Demirci ve Tolun (2010) tarafından ortaya konan bulgularla paralellik göstermektedir. Çalışmada ayrıca analiz kapsamında elde edilen optimal portföy bileşiminin, eşit ağırlıklı BIST 30 portföyünün toplam risk tutarını %15-%24 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik gösteren analiz sonuçları, Marjinal RMD yöntemine dayanan doğrusal olmayan programlama tekniğinin, yatırımcılar ve yatırım danışmanlarınca portföy optimizasyonu amacıyla kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Marjinal RMD analizine Doğrusal Olmayan GİG algoritmasının dahil edilmesi sonraki akademik çalışmalar açısından da yol gösterici olacaktır.

KAYNAKÇA

- ALEXANDER, Carol; (2008), *Market Risk Analysis IV: Value-at-Risk Models*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- ALRABADI, Dima Waleed Hanna; (2016), "Portfolio Optimization Using The Generalized Reduced Gradient Nonlinear Algorithm: An Application to Amman Stock Exchange", *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 9(4), ss. 570-582.
- ALTINTAŞ, M. Ayhan; (2018), *Bankacılıkta Risk ve Sermaye Yönetimi*, Google Commerce Ltd.
- BEKÇİ, İsmail, EROĞLU, Abdullah ve USUL, Hayrettin; (2001), "Portföy Seçimi Problemine Bulanık Mantık Yaklaşımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 6(2), ss. 89-107.
- BELLALAH, Mondher; (2010), *Derivatives, Risk Management & Value*, Toh Tuck: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- DAVIDOVIC, Milivoje ve ZELENOVIC, Vera; (2013), "Management of Investment Portfolio Idiosyncratic Risk", *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, 3(2), ss. 85-89
- DEMİRELİ, Erhan ve TANER, Berna; (2009), "Risk Yönetiminde Riske Maruz Değer Yöntemleri ve Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 14(3), ss. 127-148.
- DOMIAN, Dale, LOUTON, David ve RACINE, Marie; (2007) , "Diversification in Portfolios of Individual Stocks: 100 Stocks Are Not Enough", *The Financial Review*, 42, ss. 557-570.
- DOWD, Kevin; (2002), *Measuring Market Risk*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- GARMAN, Mark; (1997), "Taking VAR to Pieces". *Risk Magazine*, 10(10), ss. 70-71.
- GÖKÇE, Gökçe Alp ve CURA, Tunçhan; (2003), "İMKB Hisse Senedi Piyasalarında İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Araştırılması", *Yönetim Dergisi*(44), ss. 63-81.
- JORION, Philip; (2000), *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* (2nd Edition). New York: McGraw-Hill Inc.
- KESKİNTÜRK, Timur, DEMİRCİ, Ebru ve TOLUN, Seda; (2010), "İyi Çeşitlendirilmiş Portföy Büyüklüğünün Genetik Algoritma Tekniği Kullanılarak İncelenmesi", *Sosyal Bilimler Dergisi*(2), ss. 1-5.
- KONNO, Hiroshi ve YAMAZAKI, Hiroaki; (1991), "Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market", *Management Science*, 37(5), ss. 519-531.
- KORKMAZ, Turhan ve BOSTANCI, Ahmet; (2011), "RMD Hesaplamalarında Volatilite Tahminleme Modellerinin Karşılaştırılması ve Basel II Yaklaşımına Göre Geriye Dönük Test Edilmesi: İMKB 100 Endeksi Uygulaması", *Business and Economics Research Journal*, 2(3), ss. 1-7.
- KÜÇÜKKOCAOĞLU, Güray; (2002), "Optimal Portföyün Seçimi ve İMKB Ulusal-30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama", *Bankacılık ve Finans Dergisi* (26), ss. 1-20.

- LAI, Tsong-Yue; (1991), "Portfolio Selection with Skewness: A Multiple-Objective Approach", *Review of Quantitative Finance and Accounting*, (1), ss. 293-305 .
- LASDON, Leon S., FOX, Richard L. ve RATNER, Margery W.; (1973), "Nonlinear Optimization Using the Generalized Reduced Gradient Method", Case Western Reserve University.
- MARKOWITZ, Harry; (1952), "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 7(1), ss. 77-91.
- RYOO, Hong Seo; (2007), "A Compact Mean-Variance-Skewness Model for Large-Scale Portfolio Optimization and Its Application to the NYSE Market", *Journal of the Operational Research Society*, 58(4), ss. 505-515.
- TOSUN, Ömür ve ORUÇ, Eda; (2010), "Portföy Büyüklüğünün Portföy Riski Üzerine Etkileri: İMKB-30 Üzerinde Test Edilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler*, 15(2), ss. 479-493.
- URAL, Mert; (2010), *Yatırım Fonlarının Performans ve Risk Analizi*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- URAL, Mert ve DEMİRELİ, Erhan; (2018), "BİST 30 Borsa Endeksinde Risk Profili Analizi", *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 4(1), ss. 39-48.
- YENİAY, Özgür; (2005), "A Comparative Study on Optimization Methods for The Constrained Nonlinear", *Mathematical Problems in Engineering*, 2, ss. 165-173.
- YOUNG, Martin; (1998), "A Minimax Portfolio Selection Rule with Linear Programming Solution", *Management Science*, 44(5), ss. 673-683.