

# Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemleri Aracılığıyla BIST’te İşlem Gören Spor Kulüpleri Üzerine Bir Uygulama

Nuri AVŞARLIGİL, Yusuf DEMİR, Ercüment DOĞRU\*

Riske Maruz Değer Ölçüm Yöntemleri Aracılığıyla BIST’te İşlem Gören Spor Kulüpleri Üzerine Bir Uygulama

An Application Based on Sports Clubs Traded at BIST through Value at Risk Methods

Özet

Abstract

Hisse senedi yatırımcıların açısından, beklenen getiriyyle birlikte en hassas noktalardan birisi de oluşturulan portföyün yatırımcıya verebileceği en büyük maddi zararın öngörülebilmesidir. Çalışmada riske maruz değer hesaplama yöntemlerinden, Varyans-Kovaryans, Tarihsel Simülasyon ve EWMA yöntemleri kullanılarak, Türkiye’de hisse senetleri BIST’te işlem gören spor kulüplerinin hisselerinden oluşturulmuş iki farklı sanal portföy incelenmiştir. Analiz sonucunda en düşük tahmini yapan yöntem Tarihi Simülasyon yöntemi olmasına rağmen geriye dönük testler sonucu etkinliği düşük çıkmıştır. Geriye dönük test sonuçlarına göre en yüksek verimlilik Varyans-Kovaryans yönteminde ortaya çıkmıştır. Varyans-Kovaryans yöntemi normallik varsayımı gerektirdiği için varsayım altında hesaplama yapılmıştır. Diğer iki yöntem normallik ve sabit varyans gibi kısıtlar gerektirmedikinden böyle bir varsayım ihtiyacı duyulmamıştır. Sonuç olarak sabit varyans ve normal dağılım varsayımı altında en etkili tahmini Varyans-Kovaryans yöntemi yapmıştır.

In terms of stock investors, with the expected return, one of the most sensitive point is to predict the greatest financial losses which a portfolio could give investor. In this study, using value at risk calculation methods such as Var, Historical Simulation and EWMA method two different virtual portfolios formed from the sports clubs stocks which are traded at BIST in Turkey, have been studied. Although, at the result of the analysis Historical Simulation method had the lowest estimate, at the result of the retrospective tests its effectiveness was lower. According to the retrospective test results, maximum efficiency has emerged in the Var. Var method requires the assumption of normality assumption so calculations have been made under this assumption. As the other two methods do not require normality and constant variance constraints, there was no need such an assumption. As a result, under the assumption of constant variance and normal distribution, Var method has the most effective estimate.

Anahtar Kelimeler: Riske maruz değer, EWMA, Varyans-Kovaryans, Tarihi simülasyon, Geriye dönük test

Key Words: Value at risk, EWMA, Variance-Covariance Method, Historical simulation, Back testing

## 1. Giriş

Günümüzde finans piyasalarının en gizemli terimi olan riskin gerçekleşmeden önce algılanması ve yönetilmesi oldukça karmaşık bir konu haline gelmiştir. Uzun yıllardır benimsenen BrettonWoods sisteminin 1971 yılında çökmesi ve son yıllarda gerçekleşen büyük finansal krizler riskin gerçekleşmeden önce algılanması konusunun önemini tüm finansal sisteme göstermiştir. Risk ölçülürken

\* Nuri AVŞARLIGİL, Öğr.Gör., Pamukkale Üniversitesi, Çivril Atasay Kamer Meslek Yüksekokulu,navşarligil@pau.edu.tr; Yusuf DEMİR, Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İ.İ.B.F, İşletme Bölümü, demiryusuf70@gmail.com; Ercüment DOĞRU, Öğr.Gör.,Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Ağlasun Meslek Yüksekokulu, ercumentdogru@mehmetakif.edu.tr

sayısal olarak formüllerde gösterilebilmeli ve modellenebilmelidir. Bu amaçla ortaya çıkan önemli bir kavram da RMD (Value at Risk) kavramıdır (Korkmaz ve Bostancı, 2011, ss.1-17).

Riske maruz değer, istatistiksel olarak belirlenen bir güven aralığında, belli bir süre için elde tutulacak finansal varlıkların, belli bir olasılıkla karşılaşılabileceği maksimum değer kaybını ifade etmektedir (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003, ss. 29-39).

Riske maruz değer, farklı yöntemler kullanılarak hesaplanabilmekte fakat hesaplamaların dayandığı varsayımlar ve kullanılan araçlar farklılık göstermektedir. Bazen standart hatanın kendisinden yola çıkılarak, bazen standart hatanın üstel derecelerinden yola çıkılarak, bazen de geçmiş tarihi örüntüden yararlanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Bu şekilde ortaya çıkmış birçok RMD yöntemi bulunmakta ve günümüz risk hesaplamalarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Riske maruz değer ölçme yöntemleri Basel standartlarında da önerilen risk ölçüm yöntemlerinden birisidir ve birçok uluslar arası finansal kuruluş tarafından benimsenmektedir (Taş ve İltüzer, 2008, ss. 67-87).

Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan RMD değerleri çeşitli geriye dönük testler yardımıyla test edilerek sonuçların başarı düzeyleri de belirlenebilmektedir.

Çalışmada, oluşturulan iki farklı sanal portföyün riske maruz değerleri 3 farklı yöntemle ölçülmüş ve en etkili tahminin hangi durumlarda, hangi yöntem tarafından yapıldığı hakkında bir sonuç varılmaya çalışılmıştır. Sanal portföyler, hisse senetleri BIST'te işlem gören Türkiye'deki spor kulüplerinin hisselerinin günlük kapanış fiyatlarıyla oluşturulmuştur. İnceleme dönemi 4 şirketin borsada işlem görmeye başladıkları ilk ortak gün olan 14.04.2005 ile 19.11.2013 tarihleri arasındaki resmi çalışma günlerindeki kapanış fiyatları olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde, günümüz finansal sisteminde risk kavramının ölçümünde yaygın olarak kullanılan riske maruz değer tanımı açıklanmış ve RMD hesaplama yöntemlerini tanıtılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür incelenmesi yer verilmiş ve şimdiye kadar RMD hesaplama yöntemleri aracılığıyla riskin ölçülmeye çalışıldığı yerli ve yabancı çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlar çalışmamızın sonuç bölümünde literatür sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde ise Varyans-Kovaryans, Tarihi Simülasyon ve EWMA yöntemleri kullanılarak RMD tahminleri yapılmış ve sonuçların başarıları ise geriye dönük testler yardımıyla ortaya koyulmuştur.

## **2. Veri ve Metodoloji**

Çalışmaya referans olacak riske maruz değer hesaplama yöntemleri ve çalışmamızda kullanılacak veriler aşağıdaki başlıklar altında incelenecektir. Çalışmamızda hisse senetleri BIST'te işlem gören spor kulüplerinin hisse senetlerinden oluşan iki farklı 100.000 TL tutarında sanal portföy oluşturulmuş ve portföy çeşitlendirilmesi yapmanın riske maruz değer üzerindeki etkileri analiz edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada, Türkiye'deki hisse senetleri BIST'te işlem gören, Beşiktaş, Fenerbahçe, Galatasaray ve Trabzonspor'un borsada işlem görmeye başladıkları ilk ortak gün olan 14.04.2005 tarihinden 19.11.2013 tarihine kadar resmi tatiller hariç günlük kapanış fiyatlarından oluşan 2158 günlük zaman serisi kullanılmıştır. Söz konusu veriler İş Yatırım firmasının internet sitesinden elde edilmiştir<sup>4</sup>.

Elde edilen bu veriler  $\log_e$  düzeltmesine tabi tutularak, bir önceki güne göre değişimleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar Microsoft Excel 2007 programında yapılmıştır.

## 2. 1. Riske maruz değer kavramı ve hesaplama yöntemleri

RMD hesaplama yöntemleri, normal piyasa koşullarında belirli bir zaman diliminde ve belirli bir güven düzeyinde ortaya çıkabilecek en yüksek zarar miktarını ölçmektedir (Jorion, 2010, s. 10).

RMD, finansal riske maruz kalan tüm kurumlarda sonuç vermektedir. Riskin yönetilmesinin daha da önemli olduğu büyük hacimli işlemlerde, oldukça büyük tutarlarda portföye sahip bankalarda, sigorta firmalarında, çeşitli finans kurumlarında, denetleyici ve düzenleyici kurumlarda ve finansal riske maruz kalabilecek diğer kurumlarda riskin önceden algılanmasında yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır [4].

Riske maruz değer hesaplamaları son yıllarda geliştirilmiş istatistiksel veya simülasyona dayalı farklı yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Varyans-Kovaryans yöntemi ve EWMA yöntemi parametrik yöneme örnek olarak adlandırılırken, Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyonu yöntemleri de parametrik olmayan yöntemlere örnektir.

RMD hesaplama yöntemleri, çalışmanın özüne faydalı olması açısından aşağıda incelenecektir.

### 2. 1.1 Varyans-Kovaryans yöntemi

Parametrik yöntemlerden Varyans-Kovaryans yönteminin özünde belirli bir istatistiksel dağılım varsayımı yapılmaktadır. Araştırmacılar, genellikle *Varyans-Kovaryans* yöntemini tercih etmekte ve istatistiksel dağılım açısından da getirilerin normal dağılacağını varsaymaktadır (Bozkuş, 2005, ss. 27-45).

Bu yöntemde risk matrisi, korelasyon matrisi ve varlıkların portföy içerisindeki ağırlıklarından oluşan ağırlık matrisi kullanılarak portföy standart sapması hesaplanabilmektedir, o yüzden yöntem oldukça popülerdir (Ceylan ve Korkmaz, 200, s.562).

Bu yöntemde portföyün değerini belirleyen geçmiş parametreler belirlenmekte ve belli bir olasılık düzeyinde meydana gelebilecek dalgalanmalardan yola çıkılarak oluşabilecek en yüksek değer kaybı hesaplanmaktadır (Rodoplu ve Ayan, 2008, ss. 1-28).

---

<sup>4</sup><http://www.isyatirim.com.tr/EskiSite/pages/malitablolar/HisseFiyatBilgi/HisseFiyatBilgi.aspx?P>

Bu yöntemde, çok değişkenli bir portföyün ilk olarak portföyün standart sapması ve dolayısıyla portföyün varyansı hesaplanmaktadır. Portföyün standart sapması aşağıda formülle hesaplanabilmektedir;

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i^2 \cdot \sigma_i^2) + 2 \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i \cdot \sigma_i \cdot w_j \cdot \sigma_j \cdot \rho_{ij}) \right)}$$

$\sigma_p$  = Portföyün standart sapması

$w_i^2$  = i. Hisse senedinin portföydeki ağırlığının karesi

$\sigma_i^2$  = i. Hisse senedinin varyansı

$w_i$  = i. Hisse senedinin portföydeki ağırlığı

$\sigma_i$  = i. Hisse senedinin standart sapması

$w_j$  = j. Hisse senedinin portföydeki ağırlığı

$\sigma_j$  = j. Hisse senedinin standart sapması

$\rho_{ij}$  = i. Hisse senediyle j. Hisse senedi arasındaki korelasyon katsayısı

Formül sonucu elde edilecek portföyün standart sapması kullanılarak portföyün riske maruz değeri aşağıdaki formül yardımıyla belirlenebilir;

$$\mathbf{RMD} = \mathbf{PV} * \sigma_p * \sqrt{t} * \mathbf{Z}\alpha$$

$PV$  = Portföyün bugünkü değeri

$Z\alpha$  = Normal Dağılım Tablosunda Güven Düzeyine karşılık gelen değer

$\sigma_p$  = Getiri Volatilitesi (Standart Sapma)

$t$  = Elde Tutma Süresi

Varyans-Kovaryans yöntemi, şişman kuyruklu dağılımlarda tutarsız risk ölçüm sonuçları verdiğinden genellikle eleştirilmektedir ve risk ölçümündeki tutarlılığı tanımlarken dört temel kavrama dayanılmaktadır. Bunlar serinin zamana göre değişmeyen ortalaması ile varyansı, alt katmanlara ayrılması, homojenlik ve sapmasızlıktır (Artzner, Delbaen, Eber ve Heath, 1999, ss. 203-228).

### 2.1.2. Alt Baş Tarihsel simülasyon yöntemi

Aynı varyans-kovaryans yönteminde olduğu gibi tarihsel simülasyon yönteminin de anlaşılması ve hesaplanması oldukça kolay bir yöntemdir ve araştırmacılar portföylerinin günlük kar veya

zararlarının kayıtlarını kullanarak belirlenen bir güven aralığında riske maruz değer hesaplaması yapabilirler (Ceylan ve Korkmaz, 200, s.562).

Tarihi simülasyon yönteminde, piyasa fiyatlarında ortaya çıkan tarihsel değişiklikler kullanılarak portföyün geçmişteki kar veya zararını ortaya koyan bir seri oluşturulur ve bu seri kullanılarak riske maruz değer hesaplanır ( Linsmeier ve Pearson, 1996, s. 7-8).

Bu yöntemde, Varyans–kovaryans yönteminden daha farklı olarak finansal varlıklar arasındaki korelasyon veya herhangi bir kovaryans hesabı gerekmemektedir. Yöntem temel olarak geçmişte yaşanan fiyat hareketlerinin gelecekte tekrar edeceği düşüncesine dayanır. Geçmişte belirli bir tarihte yaşanan herhangi bir olayın tekrar etmesi durumu, belirli bir güven aralığında ortaya çıkabilecek en yüksek değer kaybını vermektedir. Portföyün getirisinin hesaplanabilmesi için ayrıca varlıkların portföy içerisindeki ağırlıklarının da hesaplanması gerekmektedir (Gökgöz, 2006, s. 17).

Tarihsel simülasyon yöntemi portföy getirilerinin dağılımı hakkında herhangi bir varsayım ileri sürmese de, altında üstü kapalı bir varsayım yatmaktadır. Bu varsayım, portföy getirilerinin istatistiksel dağılımının, tarihi seri boyunca değişmediğidir (Manganelli ve Engle, 2001, s.10).

Tarihsel simülasyon yönteminin hesaplama aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Rodoplu ve Ayan, 2008, ss. 1-28);

- Portföydeki varlıkların piyasa fiyatlarıyla değerlendirilerek getiri değerlerinin hesaplanması
- Getiri değerleri için hesaplama dönemi boyunca gerçekleşmiş olan tarihsel verilerin elde edilmesi
- Riske maruz tutarların hesaplama dönemi boyunca oluşmuş tarihsel fiyatlarla değerlendirilmesi, elde edilen varsayımsal değerlerin her birinin portföyün bugünkü değeri ile karşılaştırılması sonucu aradaki farkların bulunması
- Elde edilen günlük kar veya zarar değerlerinin en kötünden en iyiye doğru sıralanması
- Belirlenen güven aralığına karşılık gelen zararın belirlenmesi

### **2.1.3. Monte Carlo simülasyonu yöntemi**

Monte Carlo Simülasyonu, oldukça karmaşık ve hesaplama yöntemi açısından bir hayli zahmetli bir RMD hesaplama yöntemidir. Yöntemde, rastsal sayılar üretilir ve bu sayıların piyasa fiyatlarıyla yeniden değerlendirilmesi yapılır. Rastsal sayı üretebilmek için, piyasada yer alan etkenlerdeki değişimleri temsil edebilecek bir istatistiksel dağılım belirlenmesi gereklidir (Uysal, 1999, s.13).

Monte Carlo simülasyonu yöntemi, tarihsel simülasyon yöntemine kurgusal olarak benzemekle birlikte, aralarında önemli bir fark bulunmaktadır. Tarihsel simülasyon yönteminde varsayılan portföy zararı gerçek verilerden yararlanılarak hesaplanırken, Monte Carlo simülasyonu yönteminde fiyatlardaki olası değişimleri yansıtan bir istatistiksel dağılım seçilerek gerçek olmayan rassal değerler kullanılmaktadır (Duman, 2000, ss. 42-57).

Monte Carlo simülasyonu yönteminde aşağıdaki aşamalar uygulanır (Koldere ve Akdoğan, 2012, ss. 225-236);

- RMD'si hesaplanacak portföyün belirlenmesi
- Risk faktörlerinin belirlenmesi ve bunlara ilişkin tarihsel verilerin elde edilmesi
- Portföyün risk faktörlerinin getiri değişimlerinin hesaplanması
- Getiri değişimlerinin dağılımının hangi istatistiksel dağılıma uyduğunun tespit edilmesi
- Risk faktörlerinin korelasyon katsayıları ve varyans/kovaryans matrislerinin hesaplanması
- Belirlenen dağılıma uygun rassal sayı üretilmesi
- Kovaryans matrisinden Cholesky&Singular Value Decomposition matrisinin üretilmesi
- Cholesky&Singular Value Decomposition matrisinin tranzpozesi ile belirlenen dağılıma uygun olarak rassal üretilmiş fiyat serileri matrisinin çarpılması ve yansıtılması
- Bu fiyat serilerinin portföye uygulanması
- İlgili güven düzeyinde RMD rakamının hesaplanması

#### 2.1.4. Kopula yöntemi

Kopula yöntemi, portföydeki finansal varlıkların arasındaki korelasyonu, dinamik koşullu korelasyon yönteminden daha üst seviyede önemli görmekte ve finansal varlıkların getirileri arasında rassal korelasyon değerleri yaratarak portföy değişkenliğine en uygun korelasyon yapısına ulaşmaktadır. Bu korelasyon matrisinden yararlanarak riske maruz değer öngörüsünde bulunmaktadır. Sabit varyans yönteminde portföyü oluşturan iki değişken arasındaki varyansın sabit olduğunu, değişkenler arasındaki varyansın ARCH etkisi taşıdığını, zaman içerisinde değişen korelasyonu içerdiği ileri sürerken, kopula yöntemi ise korelasyonun yine zamanla değiştiğini fakat dinamik korelasyon yönteminin aksine, değişkenlerin getirilerinin normal dağılıma sahip olduğu varsayımı yerine, getirilerdeki marjinal dağılımı esas alan korelasyonlar atanarak portföy dinamiklerine uygun getiri dağılımına erişilmektedir (Çifter ve Özün, 2007, ss. 12-27).

Hu (Hu, 2003, ss. 6-8), 2003 yılında, finansal piyasalardaki önceden belirlenen bileşenlerdeki birbirine bağımlılığı ölçmek amacıyla karışım kopula yaklaşımını kullanmıştır. Karışım kopula yaklaşımında Hu, Gaussian, Gumbel ve Gaussian yaşam kopulaları yaklaşımlarını birleştirerek karışım kopula yaklaşımını oluşturmuştur.

Karışım kopula yaklaşımı birden fazla kopuladan meydana geldiği için tek boyutlu kopuladan daha esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca karışım kopula yaklaşımı, Spearman'ın rho katsayısı kullanılarak maksimum kopula, bağımsız kopula ve minimum kopula yaklaşımları için lineer bir birleşim olarak tanımlanmıştır (Ouyang ve Liao, 2009, ss. 393-401).

### 2.1.5. Marjinal riske maruz değer yöntemi

Marjinal riske maruz değer yöntemi, diğer yöntemlerden farklı olarak portföy içindeki fonların risk düzeylerinin belirlenmesi ve fonlar arasında risk karşılaştırması açısından farklıdır. Yöntemin uygulanmasıyla, portföy içindeki her bir payın %1 yükselmesi durumunda, o fona ait riskin toplam risk payı içindeki değişimi hesaplanmaktadır (Dowd, 2002, ss. 71-82).

Hesaplama kullanılan formüller aşağıdaki gibidir (Altıntaş ve Ayhan, 2006, s. 310);

$$MRMD_p = RMD_p \times W_1 \times W_2 \times \dots \times W_n \times \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_n \end{bmatrix} = \frac{C \times \Omega^t}{\sigma_p^2}$$

$W_i$  = Varlığın portföy içindeki ağırlığı

$\beta_i$  = Varlığın portföy RMD'ye bireysel katkı oranı

C = Kovaryans matrisi

$\Omega^t$  = Yatay portföy ağırlık vektörünün devriği

$\sigma_p^2$  = Portföy varyansı

### 2.1.6. Üssel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama yöntemi (EWMA)

EWMA yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde geçmiş gözlem değerleri üssel olarak bir katsayı ile ağırlıklandırılmakta ve yakın geçmişteki gözlemlere daha çok ağırlık verilirken, uzak geçmişteki gözlemlere ise daha az ağırlık verilmektedir. EWMA yönteminde, portföyün standart sapması aşağıdaki formülden faydalanılarak hesaplanmaktadır (Hull, 2006, s. 587).

$$\sigma_p = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{i=1}^n (\mathbf{X}_{i-1})^2 \cdot (\lambda)^i}$$

$\sigma_p$  = Portföyün standart sapması

$(\mathbf{X}_{i-1})^2$  = Bir önceki günün getirisinin karesi

$\lambda^i$  = Sabit katsayının i. kuvveti

$\lambda$  = Sabit katsayı

Burada,  $\lambda$  volatilitenin büyük bir değişimden sonra ne kadar hızlı bir şekilde eskiye döneceğini ifade etmektedir. Düşük bir ağırlıklandırma faktörü yakın geçmişteki gözlemlere daha çok ağırlık

vermekte ve büyük bir değişimden sonra volatilitenin eski seviyesine dönmesini hızlandırmaktadır.  $t$  ise volatilitenin hesaplanmasında kullanılacak gözlem dönemini ifade etmektedir. Teoride sonsuz sayıda ele alınabilecek bir gözlem dönemi, üssel ağırlıklandırma yönteminde volatilitenin hızla sıfıra doğru yaklaşacaktır. RiskMetrics %1 hata payı ile  $\lambda=0,94$  için 74 ve  $\lambda=0,97$  için 151 günlük verinin yeterli olacağını ileri sürmektedir. Sözü edilen gözlem sayılarından daha fazla gözlem incelendiği takdirde, sonuca büyük bir etki etmeyecektir (Riskmetrics, 1996, s. 100).

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu'nun son Basel II İlerleme Raporuna göre Türkiye'de piyasa riski ölçümünde içsel modelleri kullanan bankalar, volatilitenin hesaplamalarında %84,4 oranında EWMA yöntemini kullanmaktadır (BDDK, 2009, s. 20).

### 3. Literatür taraması

Literatürde, riske maruz değer hesaplama yöntemleri birçok çalışmanın özünü oluşturmuştur. Gerek ulusal, gerekse de uluslararası akademik çalışmalarda farklı yöntemler kullanılarak, RMD analizi yapıldığı görülmektedir. Çalışmanın bu bölümünde riske maruz değer uygulamaları ile ilgili yapılan önceki araştırmalara yer verilecektir.

Zheng vd., 2002 yılındaki çalışmalarında, riske maruz değer hesaplamalarında likidite riskinin etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda RMD uygulamalarında likiditenin potansiyel kayıpları düşük tutarlı olarak gösterdiği saptanmıştır. Bu gibi durumların önüne geçilmesi için çalışmada Monte Carlo simülasyon yönteminin RMD ölçümlerinde daha doğru yaklaşımlar sergilediği belirlenmiştir (Wang, 2002, ss. 14-23).

Akan vd., 2003 yılındaki çalışmalarında parametrik riske maruz değer yöntemi ile Türkiye sermaye piyasasını incelemişlerdir. Çalışmada, ABD \$'ı için Ocak 1990-Mayıs 2002 dönemine ait 3121 günlük veri seti kullanılarak Türkiye'de uygulanan döviz kuru politikaları değerlendirilmiştir. Çalışmada, Amerikan Doları / Türk Lirası kuruna varyansın zaman içinde değiştiği sonucuna varılmıştır (Akan, vd., 2003, ss. 29-39).

Bozkuş, 2005 yılındaki çalışmasında, RMD hesaplama yöntemlerinin, şişman kuyruklu bir dağılıma sahip portföy verileri için kullanıldığında pozitif sapma gösterdikleri sonucuna varmıştır. Çalışmada bu amaçla ABD \$'ı / € günlük fiyatları ve İMKB 100 endeksi finansal zaman serilerinden yararlanılarak Varyans-Kovaryans yöntemi ve Beklenen Kayıp yöntemi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, beklenen kayıp yönteminin kuyruk riski taşımaması ve Varyans-Kovaryans yöntemine göre daha tutarlı olması nedeniyle daha kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bozkuş, 2005, ss. 27-45).

Uçkun ve Kandemir, 2008 yılındaki çalışmalarında, İMKB Ulusal teknoloji endeksi ve İMKB Ulusal mali endeksine bağlı olan bankalar endeksini baz alarak, 3'er aylık dönemlerle varyans – kovaryans yöntemi ile RMD hesaplanmışlardır. Sonuç olarak, RMD'nin aynı dönemlerde farklı yapılar gösterdiği görülmüş, ayrıca bu hesaplanmanın portföy çeşitlendirilmesinde de kullanılabileceği öngörülmüştür (Uçkun ve Kandemir, 2008, ss. 123-131).



Harmantzis vd., 2006 yılındaki çalışmalarında, Varyans-Kovaryans ve Beklenen Kayıp modellerinin risk ölçümünde performansını ampirik bir uygulamayla değerlendirmişlerdir. Çalışmada, S&P 500, DAX, CAC, Nikkei, TSE ve FTSE günlük endeks getiri değerleri ile ABD \$'ı / €, Japon Yeni, İngiliz Sterlini ve Kanada dolarına ilişkin günlük getirileri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda riske maruz değer analizlerinde, beklenen kayıp modelinin kuyruk problemi olmayan dağılımlardan daha tutarlı risk tahminlemesi yaptığı sonucu çıkmıştır (Harmantzis, Miao ve Chien, 2006, ss. 117-135).

Taş, 2006 yılındaki çalışmasında riske maruz değer kavramını uygulamalı olarak incelemeyi amaçlamış ve İMKB Ulusal 30 endeksi hisse senetlerinden oluşan bir portföyün riske maruz değerlerini varyans – kovaryans, tarihi simülasyon ve Monte Carlo simülasyonu yöntemleri ile hesaplamıştır (Taş, 2006, ss. 97-106).

Al Janabi, 2006 yılındaki çalışmalarında döviz piyasalarında risk yönetimini geliştirmekte olan piyasalar açısından Fas piyasası üzerinde değerlendirmişlerdir. Çalışmada Fas piyasasında risk ölçümünün objektif bir şekilde gerçekleştirilebildiği ve bu durumun Fas üzerinden yola çıkarak geliştirmekte olan piyasalarda RMD hesaplamalarında doğru analizler yapılması için bir başlangıç olduğu belirtilmiştir (Al Janabi, 2006, ss. 273-291).

Lin, 2006 yılındaki çalışmasında, çeşitli istatistiksel dağılımlar kullanarak piyasa riskinin ölçülmesinde VaR yöntemlerinin kullanılabilirliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda, VaR yöntemlerinin güven düzeyi %98.5'i geçtiğinde student-t dağılımının kullanılması durumunda normal dağılıma nispeten daha kesin sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır (Lin, 2006, ss. 292-300).

Chipalkatti ve Datar, 2006 yılındaki çalışmalarında, uzun dönemli sermaye yönetiminde RMD yöntemlerinin kullanılabilirliğini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, yatırımcıların potansiyel kayıplarının RMD uygulamaları ile herhangi bir ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir (Chipalkatti ve Datar, 2006, ss. 174-184).

Gürsakar, 2007 yılındaki çalışmasında varyans – kovaryans yöntemini kullanarak İMKB 30 endeksi günlük getiri serisine ilişkin risk hesaplamaları yapmıştır. Verilerin varyans – kovaryans ve tarihsel simülasyon yöntemlerine göre RMD'leri hesaplanmış ve İMKB 30 endeksinin, €'ya göre daha riskli olduğu görülmüştür. İMKB 30 endeksi normal dağılıma uymadığı için gerçekten daha düşük riske maruz değer tahmini ortaya koymuştur. Dolayısıyla tarihsel simülasyon yöntemi ile elde edilen sonuçların gerçeği daha iyi yansıttığı söylenebilir (Gürsakar, 2007, ss. 61-76).

Özden, 2007 yılındaki çalışmasında, İMKB 30 endeksinin 1998 ve 2004 tarihleri arasındaki günlük getirilerinden oluşan bir veri setini kullanarak varyans – kovaryans, tarihsel simülasyon ve monte carlo simülasyonu yöntemleriyle RMD tahmini yapmıştır. Çalışmanın sonucunda, en düşük RMD tutarının varyans – kovaryans yönteminde, en yüksek RMD tutarının da tarihi simülasyon yönteminde çıktığı görülmüştür (Özden, 2007, ss. 279-285).

Rodoplu ve Ayan, 2008 yılındaki çalışmalarında, Basel II uzlaşısında piyasa riski yönetimi ve Türkiye açısından faiz riskine ilişkin bir incelemeye yer vermişlerdir. Çalışma kapsamında içsel öl-

çüm yöntemi olarak VaRmetodolojisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda piyasa riski açısından en uygun sonuç üreten içsel ölçüm yaklaşımının Monte Carlo simülasyonu olduğu ortaya çıkmıştır. Tarihsel simülasyonun genellikle yüksek varyans – kovaryans yaklaşımın ise durgun piyasa koşullarında risk duyarlılığı açısından çok daha yüksek hassasiyete sahip çıkması nedeniyle Monte Carlo simülasyonunun daha etkili olduğu belirlenmiştir (Rodoplu ve Ayan, 2008, ss. 1-28).

Liow, 2008 yılındaki çalışmasında gayri menkul yatırımları ve hisse senedi getirilerini kullanarak RMD hesaplamaları yapmıştır. Çalışma sonucunda Asya'daki gayrimenkul yatırımlarına ilişkin getirilerin Avrupa ve Kuzey Amerika'daki gayrimenkul yatırımlarından daha fazla dalgalanma gösterdiği saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda, gayrimenkul piyasasının Asya finansal krizinden önce ve kriz süresince hisse senedi piyasasından daha hareketli bir örüntü sergilendiği vurgulanmıştır (Liow, 2008, ss. 418-444).

Taş ve İltüzer, 2008 yılındaki çalışmalarında Monte Carlo simülasyon yöntemi ile riske maruz değerler İMKB 30 endeksi ve DİBS portföyü üzerine bir inceleme yapmışlardır. Çalışmada farklı güven aralıklarında, RMD değerinin arttığı görülmüştür. Bu nedenle güven düzeyinin RMD tutarının hangi amaçla kullanılacağına göre belirlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Taş ve İltüzer, 2008, ss. 67-87).

Akkaya vd., 2008 yılındaki çalışmalarında, pazar riski modellerini, RMD hesaplama yöntemleri ve stres testleri ile test etmişlerdir. Çalışmada stres testlerinin varyans – kovaryans yönteminin ihmal ettiği oldukça önemli olan işletmenin risk pozisyonu hakkındaki önemli bilgiler sunduğu ve stres testleri vb. tekniklerin kullanılmasının büyük önem taşıdığı vurgulanmıştır (Akkaya, vd., 2008, ss. 813-821).

Demireli ve Taner, 2009 yılındaki çalışmalarında, 315 günlük \$, € ve Altın fiyatları üzerine varyans-kovaryans, tarihsel simülasyon ve monte carlo simülasyon yöntemleriyle ayrı ayrı RMD hesaplamaları yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, getiri serilerinin normal dağılım sergilediği durumda varyans – kovaryans yönteminin, serilerin normal dağılım sergilemediği durumda ise monte carlo simülasyonu yönteminin daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür (Demireli ve Taner, 2009, ss. 127-148).

Ural ve Adakale, 2009 yılında, beklenen kayıp ve varyans – kovaryans yöntemlerinin RMD hesaplamasında karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma sonucunda kriz dönemlerinde beklenen kayıp yöntemiyle daha tutarlı sonuçların elde edildiği görülmüştür (Ural ve Adakale, 2009, ss. 23-39).

Koldere ve Akduğan, 2011 yılındaki çalışmalarında, Türkiye'de faaliyet gösteren emeklilik yatırım fonlarından oluşan bir portföyün, 2008, 2009, 2010 yıllarındaki veri seti kullanılarak, varyans – kovaryans yöntemi ile RMD hesaplaması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, normallik varsayımı altında RMD değerinin varyans – kovaryans yönteminde oldukça düşük çıktığı görülmüştür (Koldere ve Akduğan, 2012, ss. 225-236).

Korkmaz ve Bostancı, 2011 yılındaki çalışmalarında, İMKB 100 endeksinin 1996-2009 tarihleri arasındaki günlük kapanış değerleri kullanılarak RMD analizi uygulamışlardır. Analiz 7 farklı RMD

hesaplama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler, Tarihi ortalama, Hareketli ortalama, Ağırlıklı hareketli ortalama, EWMA, Riscmetrics, GARCH ve Randomwalk yöntemleridir. Geriye dönük testler sonucunda, EWMA ve GARCH yöntemleri birbirlerine oldukça yakın sonuç vermiş ve en etkili RMD tahminini yapmışlardır (Korkmaz ve Bostancı, 2011, ss.1-17).

Çatal ve Albayrak, 2013 yılındaki çalışmalarında, 2009 – 2012 yılları arasındaki 201 haftalık \$ ve € portföylerine ait veri seti ile % 90, % 95 ve %99 güven düzeylerinde piyasa risklerini kopula yöntemi çerçevesinde hesaplamaya çalışmışlardır. Modellemede kopula kullanılmayan 3, kopuladan faydalanarak oluşturulmuş 5 olmak üzere toplam 8 model kurulmuş ve karşılaştırılmıştır. Bu modeller arasında en başarılı modelin karışım kopula modeli olduğu sonucuna varılmıştır (Çatal ve Albayrak, 2013, ss. 5187-5202).

#### 4. Uygulama Aşaması

Çalışmanın amacı günümüz finans literatüründe, riske maruz değer analizinin uygulamalı olarak incelenmesidir. Genel olarak finansal zaman serileri değişen varyansı içermeye olasılığı olan veri setleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple incelemeye alınan portföylerdeki veriler 3 farklı yöntem kullanılarak riske maruz değerleri ölçülmüş ve geriye dönük test yardımıyla, yöntemlerin başarıları incelenmeye çalışılmıştır.

##### 4.1. Amprik Sonuçlar

Elde edilen hisse senetleri kapanış fiyatlarının logaritmik büyüme hızlarına ilk olarak normallik sınaması yapılmıştır. Normallik testinin sonuçları Tablo1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Normallik Testi Sonuçları

	<i>Shapiro-Wilk W</i>	<i>p-değeri</i>	<i>Sınama İstatistiği</i>
Beşiktaş	0,67163	9,37E-54	0,18925
Fenerbahçe	0,82468	1,45E-43	0,24657
Galatasaray	0,64229	3,13E-55	0,51677
Trabzonspor	0,8739	1,17E-38	0,23741
Kritik Değerler	10%	5%	1%
	0,347	0,461	0,743

Shapiro-Wilk testi, dört adet hisse senedinin de logaritmik değişimlerinden oluşan veri setlerinin normal dağılıma uymadığı sonucunu vermiştir. Dört hisse senedinin de “p-değeri” anlamlılık düzeyi olarak kabul edebileceğimiz 0,05'ten daha küçük çıkmıştır. Yani değişkenlerin normal dağılıdığını ileri süren  $H_0$  Hipotezi % 5 anlamlılık düzeyinde reddedilecektir.

Ayrıca incelenen serilerin durağan olup olmadığını test edebilmek için KPSS Testi yapılmıştır. Çünkü, bir zaman serisinde durağanlık, o serinin ortalaması, varyansı ve kovaryansının zaman içerisinde göre değişmemesi anlamına gelmektedir. Bu sebeple serilerin durağan olması beklenmektedir. KPSS test sonuçları ise aşağıdaki gibidir;

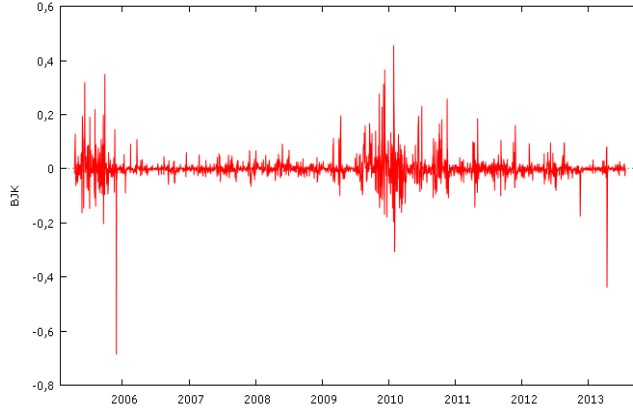
KPSS testinde hesaplanan sına istatistiği, belirlenecek anlamlılık düzeyindeki kritik değerden büyükse serinin durağan olduğunu ileri süren  **$H_0$  Hipotezi reddedilebilir**. Aksi halde serinin durağan olduğu kabul edilmelidir. Test sonuçlarından görüleceği gibi 4 hisse senedine ait veri seti de % 1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmıştır.

#### 4. 2. Veri seti özet istatistikleri

Veri setimizdeki hisse senetleri ile ilgili özet istatistikler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

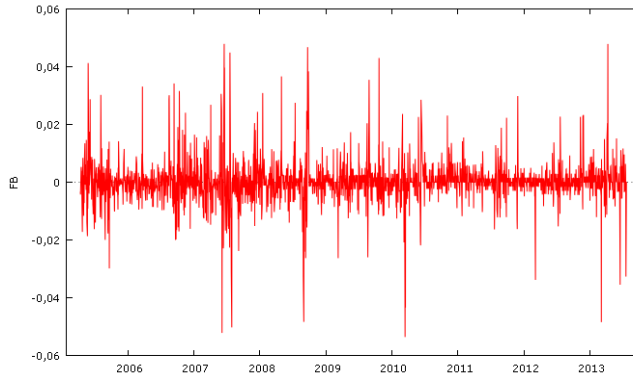
Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

<i>LOG(Rt-Rt-1)</i>	<i>Beşiktaş</i>	<i>Fenerbahçe</i>	<i>Galatasaray</i>	<i>Trabzonspor</i>
Std. Sapma	0,0459	0,0076	0,0072	0,0138
Varyans	0,002109256	5,77E-05	5,17E-05	0,000189219
Basıklık	41,93985188	11,57619358	234,9373565	8,462313358
Çarpıklık	-0,40252802	0,205974771	-8,722869713	0,28575681
Ortalama	0,000422517	0,000164431	-0,000101811	9,71E-05
Maksimum	0,455885644	0,047895383	0,037256977	0,097706837
Minimum	-0,68671717	-0,05360335	-0,191219535	-0,08994585



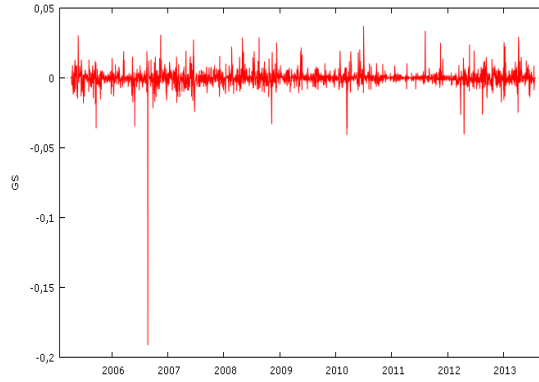
**Grafik 1. Beşiktaş Hisse Senedi Kapanış Fiyatı Zaman Serisi Grafiği**

Grafik 1'de, 2005 ile 2006 yılları arasında ve 2009 ile 2010 yılları arasında önemli değişimler olduğu ve gibi bazı dönemlerde volatilitenin arttığı görülmektedir.



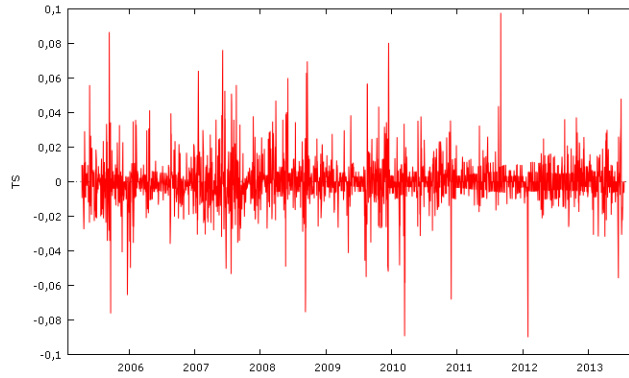
**Grafik 2. Fenerbahçe Hisse Senedi Kapanış Fiyatı Zaman Serisi Grafiği**

Grafik 2'de görüldüğü gibi Fenerbahçe hisse senetleri 2005 yılından itibaren 2013 yılına kadar önemli değişiklikler sergilemiştir. Genel olarak hisse senedi fiyatlarının oldukça oynak olduğu söylenebilir.



Grafik 3. Galatasaray Hisse Senedi Kapanış Fiyatı Zaman Serisi Grafiği

Grafik 3'da görüldüğü gibi 2005 yılından itibaren 2013 yılına kadar çokta önemli değişiklikler sergilememiştir. Genel olarak hisse senedi fiyatlarının oynak olmadığı söylenebilir.



Grafik 4. Trabzonspor Hisse Senedi Kapanış Fiyatı Zaman Serisi Grafiği

Grafik 4'de görüldüğü gibi 2005 yılından itibaren 2013 yılına kadar sürekli oynak bir görüntü çizmiştir. Genel olarak TS hisse senedi fiyatlarının oynak olduğu söylenebilir.

4 adet hisse senedinden portföy içerisindeki ağırlıkları farklı olmak üzere 100.000 TL değerinde 2 farklı sanal portföy oluşturulmuştur. Hisse senetlerinin portföylerdeki ağırlıkları Tablo 3 ve Tablo 4'de gösterilmiştir. Portföy 1'deki hisse senetlerinin ağırlıkları eşit olarak alınmıştır.

Tablo 3. Portföy1 Hisse Senedi Dağılımı

PORTFÖY 1	Hisse Adedi	Kapanış Fiyatı	Pozisyon (TL)	Ağırlıklar
Beşiktaş	11415	2,19	25000	0,25
Fenerbahçe	765	32,7	25000	0,25
Galatasaray	906	27,6	25000	0,25
Trabzonspor	4807	5,2	25000	0,25

Tablo 4. Portföy 2 Hisse Senedi Dağılımı

PORTFÖY 2	Hisse Adedi	Kapanış Fiyatı	Pozisyon (TL)	Ağırlıklar
Beşiktaş	8972	2,19	19650	0,1965
Fenerbahçe	992	32,7	32430	0,3243
Galatasaray	730	27,6	20170	0,2017
Trabzonspor	5336	5,2	27750	0,2775

Portföy 2'deki hisse senetlerinin ağırlıkları standart sapması büyük olan hisseden en az olmak koşulu ile standart sapma büyüklüklerinin oranlanması suretiyle belirlenmiştir. Hisse senetlerinin hesaplanmış kovaryans matrisi Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5.Hisse Senedi Kapanış Fiyatları Kovaryans Matrisi

	<i>Beşiktaş</i>	<i>Fenerbahçe</i>	<i>Galatasaray</i>	<i>Trabzonspor</i>
Beşiktaş	0,002108278	7,36E-06	8,38E-06	9,51E-06
Fenerbahçe	7,36E-06	5,77E-05	1,45E-05	2,63E-05
Galatasaray	8,38E-06	1,45E-05	5,17E-05	1,98E-05
Trabzonspor	9,51E-06	2,63E-05	1,98E-05	0,000189219

Tablo 6.Hisse Senedi Kapanış Fiyatları Korelasyon Matrisi

	<i>Beşiktaş</i>	<i>Fenerbahçe</i>	<i>Galatasaray</i>	<i>Trabzonspor</i>
<i>Beşiktaş</i>	1	0,021088745	0,025387017	0,015054119
<i>Fenerbahçe</i>	0,021088745	1	0,265233473	0,251214992
<i>Galatasaray</i>	0,025387017	0,265233473	1	0,200704374
<i>Trabzonspor</i>	0,015054119	0,251214992	0,200704374	1

Önceki bölümlerde bahsettiğimiz 2 farklı portföy için Riske Maruz Değer (RMD) hesaplaması yapılmış, bu hesaplama yapılırken 3 farklı yöntem ayrı ayrı uygulanarak karşılaştırmaya gidilmiştir. Bu yöntemlerin neler olduğu ve nasıl uygulandıkları detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır.

#### 4. 3. Uygulanan yöntemler

##### 4. 3.1. Varyans- Kovaryans yöntemi

Yöntemde, portföydeki risk faktörlerinin normal dağıldığı varsayılmakta ve portföy riskinin de bu risk faktörlerinin bileşimi ile doğrusal ilişki içinde olduğu kabul edilmektedir. Riscmetrics de temel olarak bu yöntemi kullanmaktadır. Parametrik Varyans-Kovaryans yönteminde Riske Maruz Değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$RMD = PV * \sigma * t * Z_{\alpha}$$

PV = Portföyün bugünkü değeri

$Z_{\alpha}$  = Normal Dağılım Tablosunda Güven Düzeyine karşılık gelen değer

$\sigma$  = Getiri Volatilitesi (Standart Sapma)

t = Elde Tutma Süresi

Bu formülde en önemli nokta  $\sigma$  (Portföyün Standart Sapması)'nın hesaplanmasıdır. Çok değişkenli portföyün standart sapması aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilmektedir;

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i^2 \cdot \sigma_i^2) + 2 \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i \cdot \sigma_i \cdot w_j \cdot \rho_{ij}) \right)}$$

$\sigma_p$  = Portföyün standart sapması

$w_i^2$  = i. Hisse senedinin portföydeki ağırlığının karesi



$\sigma_i^2$  = i. Hisse senedinin varyansı

$w_i$  = i. Hisse senedinin portföydeki ağırlığı

$\sigma_i$  = i. Hisse senedinin standart sapması

$w_j$  = j. Hisse senedinin portföydeki ağırlığı

$\sigma_j$  = j. Hisse senedinin standart sapması

$\rho_{ij}$  = i. Hisse senediyle j. Hisse senedi arasındaki korelasyon katsayısı

Yukarıdaki denklem Portföy 1 ve Portföy 2 için ayrı ayrı hesaplanmış ve standart sapma ve varyans değerleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7.Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföylerin Standart Sapması ve Varyansı

	Portföy 1	Portföy 2
Standart Sapma	0,012505982	0,010561913
Varyans	0,0001564	0,000111554

Hesaplanan standart sapmalar aşağıdaki RMD formülünde 100.000 TL değerindeki sanal portföy üzerinden % 99 ve % 95 güven düzeyinde, elde tutma süresi 1 gün ve 10 gün olmak üzere yerine koyularak hesaplanmıştır.

$$RMD = PV * \sigma * t * Z_{\alpha}$$

Standartlaştırılmış normal değişken tablosunda (Z tablosu) % 99 güven aralığındaki değer 2,33, % 95 güven aralığındaki değer ise 1,64 olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen tüm değişkenler yerine koyularak Tablo 8'e ulaşılmıştır;

Tablo 8.Varyans-Kovaryans Yöntemine Göre Portföylerin Riske Maruz Değerleri

	Portföy 1		Portföy 2	
	95%	99%	95%	99%
RMD 1 Gün	2050,980978	2913,893707	1732,153757	2460,925765
RMD 10 Gün	6485,771328	9214,540972	5477,55113	7782,130569

Ortaya çıkan sonuçlara göre 100.000 TL'lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 2.913,89 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında 9.214,54 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 2.050,98 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 95 güven aralığında 6.485,77 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Aynı 100.000 TL'lik sanal bir portföy kullanılarak, Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 2.460,92 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 99 güven aralığında 7.782,13 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 1.732,15 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Varyans-Kovaryans yöntemine göre % 95 güven aralığında 5.477,55 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

#### 4. 3.2. EWMA yöntemi

EWMA yöntemi de portföydeki risk faktörlerinin normal dağıldığı varsaymakta ve Riscmetrics tarafından son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Parametrik yöntemde Riske Maruz Değer aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$RMD = PV * \sigma * t * Z_{\alpha}$$

PV = Portföyün bugünkü değeri

$Z_{\alpha}$  = Normal Dağılım Tablosunda Güven Düzeyine karşılık gelen değer

$\sigma$  = Getiri Volatilitesi (Standart Sapma)

t = Elde Tutma Süresi

EWMA yönteminde de önemli olan  $\sigma$  = Standart Sapma'nın hesaplanması konusudur. EWMA veri setindeki son günlere daha fazla ağırlık vermekte ve geçmiş günlerin standart sapmayı belirli bir noktadan sonra etkilemeyeceğini ileri sürmektedir. Riscmetrics tarafından kabul edilen veri uzunluğu  $\lambda$  (Lambda) değerine göre değişmekle birlikte, günlük verilerle oluşturulan veri setlerinde  $\lambda$  değerinin 0,94 alınmasının yeterli ve doğru olacağını belirtmiştir. EWMA yönteminde portföyün standart sapması aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır;

$$\sigma_p = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{i=1}^n (X_{i-1})^2 \cdot (\lambda)^i}$$

$\sigma_p$  = Portföyün standart sapması

$(X_{i-1})^2$  = Bir önceki günün getirisinin karesi

$\lambda^i$  = Sabit katsayının i. kuvveti

$\lambda$  = Sabit katsayı

Yukarıdaki denklem Portföy 1 ve Portföy 2 için ayrı ayrı Microsoft Excel 2007 programı kullanılarak hesaplanmış, sonuç olarak aşağıdaki standart sapma ve varyanslara ulaşılmıştır. Fakat Riscmetrics'e [20] göre  $\lambda$  değeri günlük verilerde 0,94 olarak kabul edilmelidir ve  $\lambda$  0,94 olduğunda da 151 günlük veri yeterli olmaktadır. 151'den daha fazla veri kullanılırsa standart sapmayı etkilemeyecektir. Bu sebeple 151 günlük veri kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

Tablo 9. EWMA Yöntemine Göre Portföylerin Standart Sapması ve Varyansı

	Portföy 1	Portföy 2
Standart Sapma	0,017539	0,014978
Varyans	0,000308	0,000224

Hesaplanan standart sapmalar aşağıdaki RMD formülünde 100.000 TL değerindeki sanal portföy üzerinden % 99 ve % 95 güven düzeyinde, elde tutma süresi 1 gün ve 10 gün olmak üzere yerine koyularak hesaplanmıştır.

$$RMD = PV * \sigma * t * Z_\alpha$$

Standartlaştırılmış normal değişken tablosunda (Z tablosu) % 99 güven aralığındaki değerin 2,33, % 95 güven aralığındaki değerin ise 1,64 olduğu belirlenmiştir. Belirlenen tüm değişkenler yerine koyularak aşağıdaki tabloya ulaşılmıştır;

Tablo 10. EWMA Yöntemine Göre Portföylerin Riske Maruz Değerleri

	Portföy 1		Portföy 2	
	95%	99%	95%	99%
RMD 1 Gün	2876,325275	4086,486519	2456,406563	3489,89469
RMD 10 Gün	9095,73916	12922,60503	7767,839598	11036,01601

Ortaya çıkan sonuçlara göre 100.000 TL'lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 4.086,48 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında 12.922,60 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, EWMA yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 2.876,32 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, EWMA yöntemine göre % 95 güven aralığında 9.095,73 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Aynı 100.000 TL'lik sanal bir portföy kullanılarak, Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 3.489,89 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, EWMA yöntemine göre % 99 güven aralığında 11.036,01 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, EWMA yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 2.456,40 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, EWMA yöntemine göre % 95 güven aralığında 7.767,83 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

#### 4.3.3. Tarihi simülasyon yöntemi

Bu yöntemde finansal varlığın veya portföyün getirisi hakkında herhangi bir normallik varsayımı yapılmamakta, tarihin tekrar edeceği kabul edilmektedir. Ayrıca kovaryans, korelasyon ve standart sapma gibi istatistikî değerlere de ihtiyaç duyulmamaktadır.

Yöntemin uygulanmasını aşamalar halinde sıralarsak;

- Belirlenen ağırlıklara göre hazırlanmış portföyün günlük getirileri hesaplanır,
- Hesaplanan getiriler, en düşükten en büyüğe doğru sıralanır,
- Belirlenen güven aralığı, veri setindeki veri sayısı ile çarpılır,

- Çarpım sonucu çıkan sayı tarihsel örüntüye göre RMD’i ortaya koyacak değişkenin sayısıdır,
- Bu değişkenin değeri eldeki portföy tutarı ile çarpılarak, RMD hesaplanır.

Çalışmamızda toplam 2158 günlük veri bulunmaktadır. Portföy 1 ve Portföy 2’deki ağırlıklara göre portföylerin günlük getirileri hesaplanmış ve küçükten büyüğe sıralanmıştır. Tarihsel simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında RMD hesaplayabilmek için bakılması gereken değişkenin kaçınıcı değişken olduğu aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

$$\text{RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası} = [2158 \times (1-0,99)]$$

İşlemin sonucunda 21,58 çıkmış fakat 21. ve 22. Değişkenin ortalaması alınarak RMD hesaplanmıştır. 2 değişkenin ortalaması 0,07863 çıkmıştır.

Tarihsel simülasyon yöntemine göre % 95 güven aralığında RMD hesaplayabilmek için bakılması gereken değişkenin kaçınıcı değişken olduğu aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

$$\text{RMD Hesaplama Değişkeninin Sırası} = [2158 \times (1-0,95)]$$

İşlemin sonucunda 108. değişken çıkmıştır. 108. değişkenin beklenen negatif getirisi 0,03424 olarak gerçekleşmiştir. Bu değişkenler 100.000 TL’lik portföye uygulandığında ise aşağıdaki tabloya ulaşılmıştır;

Tablo 11. Tarihi Simülasyon Yöntemine Göre Portföylerin Riske Maruz Değerleri

	Portföy 1		Portföy 2	
	95%	99%	95%	99%
RMD 1 Gün	1640	3270	1460	2780
RMD 10 Gün	5183,13	10340,64	4616,92	8791,13

Ortaya çıkan sonuçlara göre 100.000 TL’lik sanal bir portföyü kullanarak, Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 3.270 TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulursa, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında 10.340,64 TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 1 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 1.640 TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 1 gibi bir yatırım yapıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 95 güven aralığında 5.186,13 TL’den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Aynı 100.000 TL’lik sanal bir portföy kullanılarak, Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda

2.780 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapılıp 10 gün süreyle elde tutulursa, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 99 güven aralığında 8.791,13 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

Portföy 2 gibi bir yatırım yapılmış olsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 95 güven aralığında elde tutma süresi 1 gün olduğu durumda 1.460 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir. Eğer Portföy 2 gibi bir yatırım yapılıp 10 gün süreyle elde tutulsaydı, Tarihi Simülasyon yöntemine göre % 95 güven aralığında 4.616,92 TL'den daha fazla değer kaybetmeyecektir.

#### 4.4. Geriye dönük test sonuçları ve sapmalar

3 farklı yöntem kullanılarak yapılan RMD hesaplamalarının gerçekleşen hisse senedi fiyat hareketleri ile geriye dönük olarak kontrol ve test edilmesine geriye dönük test işlemi adı verilmektedir.

Geriye dönük test uygulamasında yapılacak işlem, portföylerin % 95 ve % 99 güven aralıklarındaki ortaya çıkan riske maruz değerlerinin veri setindeki portföylerin günlük getirileri ile karşılaştırılması işlemidir. RMD tutarından daha fazla yada daha az gerçekleşen getiri tutarlarının miktarları veri sayısına oranlanarak, karşılaştırma yapılabilmektedir. RMD yöntemlerinin geçerliliği istatistiksel olarak test edilebilmektedir. Yöntemde gerçekleşen sapma sayısı ile beklenen sapma sayısı arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığının testi için aşağıdaki hipotezler kurulabilir.

*H<sub>0</sub>: RMD yöntemi geçerli bir yöntem değildir.*

*H<sub>1</sub>: RMD yöntemi geçerli bir yöntemdir.*

Aşağıdaki formül kullanılarak bir Z değeri hesaplanır ve Z tablosundaki eşik değeriyle karşılaştırılır. Eğer hesaplanan Z değeri, tablodaki eşik değeri olan Z değerinden büyükse H<sub>0</sub> hipotezi belirlenen anlamlılık düzeyinde reddedilebilir.

$$Z = \frac{X - N * p}{\sqrt{N * p * q}}$$

Bu formüldeki değişkenler aşağıdaki gibidir;

X: Sapma sayısı

N: Geriye dönük testin uygulandığı gün sayısı

p: Anlamlılık düzeyini

q: 1-p (güven aralığı) olmak üzere test istatistiği

Varyans – Kovaryans yöntemine göre Portföy 1'in bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 2.050 TL ve % 99 güven aralığında 2.913 TL'dir. Portföy 2'nin ise bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 1.732 TL ve % 99 güven aralığında 2.460'tır.

EWMA yöntemine göre Portföy 1'in bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 2.876 TL ve % 99 güven aralığında 4.086 TL. Portföy 2'nin ise bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 2.456 TL ve % 99 güven aralığında 3.489 TL'dir.

Tarihsel Simülasyon yöntemine göre Portföy 1'in bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 1.640 TL ve % 99 güven aralığında 3.270 TL'dir. Portföy 2'nin ise bir günde yaşayacağı tahmin edilen maksimum değer kaybı, % 95 güven aralığında 1.460 TL ve % 99 güven aralığında 2.780 TL'dir.

3 farklı yöntemle ait RMD tutarları portföylerin geçmiş değerleri ile karşılaştırılmış ve kaç günlük getirinin bu değerlerden farklı olduğu yani sapma sayıları belirlenmiştir. Sonrasında ise yukarıdaki Z istatistiği formülü kullanılarak, ayrı ayrı Z Değerleri hesaplanmış ve karar aşamasına gelinmiştir. Hesaplanan Z değerleri, incelenen veri sayısı, sapma sayıları, anlamlılık düzeyleri ve hipotez testi sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 12. Yöntemlerin Geriye Dönük Test Sonuçları

		Anlamlılık Düzeyi	Veri Sayısı	Sapma Sayısı	Z Değeri Hesaplanan	Z Değeri Tablo	Karar	
Varyansko-varyans	Portföy 1	5%	2158	2	-10,45	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Red	
		1%	2158	0	-4,66	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Red	
	Portföy 2	5%	2158	70	-3,74	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Red	
		1%	2158	26	0,95	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Kabul	
	EWMA	Portföy 1	5%	151	8	0,16	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Kabul
			1%	151	3	1,21	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Kabul
Tarihsel Simülasyon	Portföy 2	5%	151	7	0,2	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Kabul	
		1%	151	3	1,21	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Kabul	
	Portföy 1	5%	2158	109	0,1	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Kabul	
		1%	2158	23	0,3	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Kabul	
	Portföy 2	5%	2158	109	0,1	(+ -) 1,64	H <sub>0</sub> Kabul	
		1%	2158	23	0,3	(+ -) 2,33	H <sub>0</sub> Kabul	

Çalışmamızda Varyans – Kovaryans yöntemi ile hesaplanan riske maruz değerler, EWMA ve Tarihsel Simülasyon yönteminden daha başarılı olmuştur. Çalışmamızın sonuçları önceki çalışmalarla karşılaştırılırsa, Gürsakal ile Korkmaz ve Bostancı'nın çalışmalarıyla çelişen, Özden, Demireli ve Taner ile Koldere ve Akduğan'ın çalışmalarını destekleyici sonuçlar ortaya koymuştur. Korkmaz-Bostancı'nın çalışmalarında EWMA ve GARCH yöntemleri en etkili yöntem çıkarken, bizim çalış-

mamızda EWMA yöntemi başarısız olmuştur. Gürsaka [30], değişkenler normal dağıldığında Varyans-Kovaryans yönteminin başarılı olduğunu ileri sürerken, çalışmamızda seriler normal dağılmadığı halde en etkili tahmini Varyans-Kovaryans yöntemi yapmıştır. Bu açıdan bakıldığında çalışmamızın sonuçları, Özden ile Koldere ve Akduğan'ın çalışmalarıyla aynı sonucu vermektedir. Çünkü onlara göre de Varyans- Kovaryans yöntemi normallik varsayımı altında düşük ve etkili RMD tutarları vermektedir. Demireli ve Taner ise; normal dağılımın Varyans – Kovaryans yönteminin başarısını etkileyen önemli bir özellik olduğunu çalışmalarıyla ortaya koymuştur.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmamızda, BIST'te hisse senetleri işlem gören Türkiye'deki spor kulüplerinin 14.04.2005 ile 19.11.2013 tarihleri arasındaki 2158 günlük hisse senetleri kapanış fiyatlarından faydalanılarak, 100.000 TL değerinde 2 adet sanal portföy oluşturulmuş ve 3 farklı yöntemle Riske Maruz Değerleri hesaplanmıştır. 4 adet kulübe ait hisse senedi fiyat serileri, yapılan KPSS durağanlık sınaması sonrası durağan çıkmıştır. Durağanlık zaman serileri yöntemlerinde olması gereken önemli bir özelliktir. Fakat hisse senetleri zaman serilerinin hiç birinin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Kullanılan RMD hesaplama yöntemlerinden, Varyans – Kovaryans yönteminde normal dağılım önemli bir koşul olduğu için, normallik varsayımı yapılarak teste tabi tutulmuştur.

Hesaplanan RMD tutarlarına bakıldığında en düşük riske maruz değer, Tarihsel simülasyon yönteminde karşımıza çıkmıştır. Daha sonra sırasıyla, Varyans – Kovaryans ve EWMA yöntemleri RMD tutarları gelmektedir. Fakat düşük RMD tutarı aranan koşul değildir. Önemli olan yapılan RMD tahmininin ve dolayısıyla yönteminin istatistiksel olarak anlamlı olmasıdır. Geriye dönük test işlemi ile yöntemlerin başarıları incelenmiş ve Varyans – Kovaryans yönteminin dışındaki diğer yöntemler, veri setimizle ilgili RMD hesaplamalarında başarısız bulunmuştur. Varyans – Kovaryans yöntemi ile RMD tahmin sonuçları ve geriye dönük testler sonucunda, Parametrik yöntem olarak adlandırılan, Varyans – Kovaryans yöntemi portföy 1 ve portföy 2 için % 95 ve % 99 güven aralıklarında anlamlı sonuçlar vermiştir. Sadece Portföy 2 gibi bir portföy için 1 günlük elde tutma süresinde yapmış olduğu tahmin % 99 güven aralığında anlamsız çıkmıştır.

Amprik uygulama sonrası ortaya çıkan sonuçlara göre Varyans –Kovaryans yöntemi ile riske maruz değer hesaplaması yapmak yatırımcı açısından daha tutarlı sonuçlar vermektedir. Önemli olan en düşük riske maruz değeri hesaplayan yöntemi kullanmak değil, gerçekleşen fiyat hareketleriyle örtüşen ve daha doğru tahmini yapan yöntemi kullanmak olduğu için yatırımcıların tarihsel simülasyon ve EWMA yöntemi gibi zaman serisi ve üstel fonksiyonlara dayanan yöntemler yerine önemli istatistiki ölççekler olan varyans ve kovaryanslar arasındaki ilişkilere göre analiz yapan, Varyans-Kovaryans yöntemini kullanmaları önerilmektedir. Geriye dönük test sonucu ortaya çıkan sonuçlar, bu önerimizi desteklemektedir.

## Kaynaklar

**Akan B., A. Oktay, Y. Tüzün, (2003).** Parametrik Riske Maruz Değer Yöntemi ve Türkiye Uygulaması, Bankacılar Dergisi, 14, 45, 29-39



- Akkaya C., M. Tükenmez, N. Kutay, A. Kabakçı, (2008).** Pazar Risk Modeli: Bir Riske Maruz Değer ve Stres Testi Uygulaması, *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 8,2, 813-821
- Al Janabi M. A. M. (2006).** Foreign-exchange trading risk management with value at risk Case analysis of the Moroccan market, *The Journal of Risk Finance*, 7, 3, 273-291
- Altıntaş, M. Ayhan, (2006).** Bankacılıkta Risk Yönetimi ve Sermaye Yeterliliği, Ankara: Turhan Kitabevi, 310.
- Artzner P., F. Delbaen, J.M. Eber, D. Heath, (1999).** Coherent Measures of Risk, *Mathematical Finance*, 9, 3, 203-228
- BDDK, Bankacılık Sektörü Basel II İlerleme Raporu, (2009).** <https://www.bddk.org.tr/WebSitesi/turkce/Basel/6399IlerlemeRaporuMay%C4%B1s09.pdf>, 16 Mart 2014.
- Bozkuş S. (2005).** Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar: Riske Maruz Değer (Var) Ve Beklenen Kayıp (Es) Uygulamaları, *D.E.Ü İ.İ.B.F. Dergisi*, 20, 2, 27-45
- Ceylan A., T. Korkmaz (2000).** Sermaye Piyasası ve Menkul Değer Analizi, *Bursa*, 562
- Chipalkatti N., V. Datar (2006).** The Relevance of Value-at-Risk Disclosures: Evidence from the LTCM Crisis, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 14, 2, 174-184
- Çatal D., S. Albayrak (2013).** Riske Maruz Değer Hesabında Karışım Kopula Kullanımı: Dolar/Euro Portföyü, *Journal of Yasar University*, 8, 31, 5187-5202
- Çifter A., A. Özün (2007).** Koşullu Copula ve Dinamik Koşullu Korelasyon ile Portföy Riskinin Hesaplanması: Türkiye Verileri Üzerine Bir Uygulama, *Bankacılar Dergisi*, 61, 12-27,
- Demireli E., B. Taner (2009).** Risk Yönetiminde Riske Maruz Değer Yöntemleri ve Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Fakültesi Dergisi*, 14, 3, 127-148
- Dowd K. (2013).** "An Introduction to Market Risk Measurement", John Wiley & Sons Ltd., [http://f3.tiera.ru/2/F\\_Finance/FC\\_Credit,%20Risk/Dowd%20K.%20Measuring%20market%20risk%20%28Wiley,%202002%29%28ISBN%200471521744%29%28395s%29\\_FC\\_.pdf](http://f3.tiera.ru/2/F_Finance/FC_Credit,%20Risk/Dowd%20K.%20Measuring%20market%20risk%20%28Wiley,%202002%29%28ISBN%200471521744%29%28395s%29_FC_.pdf),
- Duman M. (2000).** Bankacılık Sektöründe Finansal Riskin Ölçülmesi ve Gözetiminde Yeni Bir Yaklaşım: Value At Risk Metodolojisi, *Bankacılar Dergisi*, 32, 42-57
- Gökgöz E. (2006).** Riske Maruz Değer (VaR) ve Portföy Optimizasyonu, *Sermaye Piyasası Kurulu*, Yayın No: 190, Ankara, 17.
- Gürsakal S. (2007).** Hisse Senedi ve Döviz Piyasası Risklerinin Riske Maruz Değer Yöntemi İle Karşılaştırılması, *Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 26, 2, 61-76
- Harmantzis F. C., L. Miao, Y. Chien (2006).** Empirical Study of Value-at-Risk and Expected Short fall Models with Heavy Tails, *The Journal of Risk Finance*, 7, 2, 117-135

- <http://www.isyatirim.com.tr/EskiSite/pages/malitablolar/HisseFiyatBilgi/HisseFiyatBilgi.aspx?P> ,  
12 Aralık 2013
- Hu L. (2013).** DependencePatternsAcross Financial Markets: a Mixed CopulaApproach, Applied Financial Economics, 16, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.6725&rep=rep1&type=pdf>
- Hull J.C. (2006).** OptionenFuturesundAndereDerivate, Çev. HendrikHoffman, PearsonStudium, 6.Baskı, München, 587.
- Jorion P. (2000).** Value at Risk: The New BenchmarkforManaging Financial Risk, 2nd Edition, McGrawHillInc., New York, 10.
- Koldere Y., U. Akduğan (2012).** Finansal Piyasalarda Risklerin Belirlenmesinde Riske Maruz Değer Yöntemine İlişkin Bir Uygulama, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14, 1, 225-236
- Korkmaz T., A. Bostancı (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, 1-17
- Lin C. H. (2006).** Can theStudent-t Distribution ProvideAccurate Value at Risk?,TheJournal of Risk Finance, 7, 3, 292-300
- Linsmeier T.J., N.D. Pearson (2013).** Risk Measurement: An Introductinto Value at risk, University of Urbana-Champaign, <http://www.exinfm.com/training/pdffiles/valueatrisk.pdf>
- Liow K. H. (2008).** Extreme Returns And Value At Risk İn International Securitized Real Estate Markets, Journal of Property Investment &Finance, 26, 5, 418-444
- Manganelli S., R.F. Engle (2013).** Value at Risk Models in Finance, European Central Bank WorkingPaper Series, 75, <http://exinfmvs.securesites.net/training/pdffiles/variskbiz.pdf>
- Ouyang Z., H. Liao, X. Yang (2009).** Modeling Dependence Based on Mixture Copulas and Its Application in Risk Management Application Mathematic Journal, Chinese University., 24, 4, 393-401
- Özden H. (2007).** Riske Maruz Değer Hesaplama Yöntemleri: İmkb Üzerine Uygulama, Öneri Dergisi, 7, 28, 279-285
- RiskMetrics - Technical Document, (1996).** J.P. Morgan/Reuters, Fourth Edition, Morgan [http://pascal.iseg.utl.pt/~aafonso/eif/rm/TD4ePt\\_2.pdf](http://pascal.iseg.utl.pt/~aafonso/eif/rm/TD4ePt_2.pdf)
- Rodoplu G. (2008).** E. Ayan, BASEL-II Uzlaşısında Piyasa Riski Yönetimi ve Türkiye Açısından Faiz Riskine İlişkin Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler, Fakültesi Dergisi, 13, 2, 1-28,

- Taş O. (2006).** Riske Maruz Değer Analizi ve İMKB 30 Endeksine Uygulanması, Marmara Üniversitesi Muhasebe-Finansman Araştırma ve Uygulama Dergisi, 6, 15, 97-106
- Taş O., Z. İltüzer, (2008).** Monte Carlo Simulasyon Yöntemi ile Riske Maruz Değerin İMKB30 Endeksi Ve DİBS Portföyü Üzerinde Bir Uygulaması, DEÜ İİBF Dergisi, 23, 1, 67-87
- Uçkun N, S. Kandemir, (2008).** Risk Ölçümünde Riske Maruz Değer Metodolojisi ve İMKB'de Bir Uygulama, Mufad Journal, 38, 123-131
- Ural M, T. Adakale, (2009).** Beklenen Kayıp Yöntemi İle Riske Maruz Değer Analizi, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 17, 23-39
- Uysal H.Ö. (2013).** Piyasa Riskinin Tespitinde Kullanılan Riskteki Değer (Value At Risk) Yöntemi, <http://spk.gov.tr/yayingoster.aspx?yid=473&ct=f&action=displayfile>
- Wang Z. (2002).** The Properties of IncrementalVaR in Monte Carlo Simulations, Volume: 3, Issue: 3, 14-23

