

# Basel IV Uygulamaları Kapsamında Piyasa Riski Ölçümü

Önder Büberkökü\*

## Öz

Bu çalışmada 2023 yılında yürürlüğe girmesi beklenen Basel IV düzenlemeleri kapsamında filtre edilmiş tarihi simülasyon yöntemi ile ekstrem değerler teorisi dikkate alınarak hisse senedi piyasaları ile döviz piyasalarından kaynaklanabilecek piyasa riskleri ölçülmüş ve bu değerler Basel III düzenlemeleri kapsamında hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca tüm analizler hem aşağı yönlü (uzun pozisyon) hem de yukarı yönlü (kısa pozisyon) piyasa riskleri dikkate alınarak ayrı ayrı yapılmıştır. Çalışma bulguları ister aşağı yönlü piyasa riski isterse yukarı yönlü piyasa riski dikkate alınsın inceleme kapsamındaki 10 farklı finansal varlığın tamamı için her durumda Basel IV düzenlemeleri kapsamında hesaplanan piyasa risk düzeylerinin Basel III düzenlemeleri kapsamında hesaplanan piyasa risk düzeylerinden daha yüksek olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bu bulgular da Basel IV düzenlemelerinin bankacılık sektörünün piyasa riskini dengelemek için Basel III düzenlemelerine göre daha fazla sermaye ayırmasına yol açabileceği anlamına gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Basel IV Düzenlemeleri, Piyasa Riski, Döviz Piyasaları, Hisse Senedi Piyasaları.

**JEL Sınıflandırması:** G17, G21, G32.

## Abstract - Market Risk Measurement in the Context of Basel IV Regulations

In this study, against the background of the Basel IV regulations expected to come into force in January 2023, the market risks that may arise from stock markets and foreign exchange markets are measured using the filtered historical simulation method and extreme value theory. The results are then compared with those found under Basel III regulations. Additionally, all the analyses are conducted separately by considering both downside (long position) and upside (short position) market risks. The findings indicate that for both long and short trading positions, the market risk levels calculated under Basel IV regulations are higher than those calculated under Basel III regulations in all cases for all ten financial variables. This means that Basel IV regulations may increase Turkish banks' capital requirements compared with Basel III regulations to offset the market risk arising from stock markets and foreign exchange markets.

**Keywords:** Basel IV Regulations, Market Risk Measurement, Foreign Exchange Markets, Stock Markets.

**JEL Classification:** G17, G21, G32.

\* Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, E-posta: onderbuber@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7140-557X>.

Makale Gönderim: 04.10.2022 Makale Kabul: 09.02.2023 DOI: <http://doi.org/10.46520/bddkdergisi.1348067>

## 1.Giriş

Birçok gelişmiş ve gelişen piyasa ekonomisinde makroekonomik istikrar açısından başta bankacılık sektörü olmak üzere finans sektörünün oldukça kritik bir rol üstlendiği ifade edilebilir. Örneğin, Krugman (1998, 1999) 1997-98 Asya krizinde bankacılık ve finans sektöründen kaynaklanan yapısal sorunların oldukça önemli bir rolünün bulunduğunu ifade etmiştir. Bu vb. nedenlerden dolayı Basel düzenlemeleri kapsamında finans sektörü merkezli krizlerin önüne geçebilmek amacıyla özellikle bankacılık sektörünün taşıdığı finansal risk düzeyi ile uyumlu bir sermaye yapısına sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Bu doğrultudaki ilk resmi düzenleme de Basel komitesi tarafından 1988 yılında yapılmıştır. Bu düzenleme kapsamında (Basel I) bankacılık sektörünün sermaye yapısının bankacılık sektörünün taşıdığı kredi riski ile uyumlu olması hedeflenmiştir. 1996 yılında ise finansal piyasalardan kaynaklanan risk düzeyinin ulaştığı boyutun da bir sonucu olarak Basel I düzenlemeleri kapsamında sermaye yeterlilik rasyosu piyasa riskini de kapsayacak şekilde genişletilmiştir. 2004 yılında açıklanan Basel II kriterleri ise üç yapısal bloktan oluşmuş ve sermaye yeterlilik rasyosu operasyonel riski de dikkate alacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. ABD merkezli olarak ortaya çıkan 2007-2008 küresel finans krizinin sonuçları dikkate alınarak, 2010 yılında açıklanan Basel III düzenlemeleri ise daha çok Basel II düzenlemeleri kapsamında hesaplanan sermaye yeterlik rasyosunun artırılması ile likidite riski ve kaldıraç oranlarına ilişkin yeni düzenlemelere odaklanmıştır (Gencer, 2013, s.155; Yıldırım, 2015, s.16). Bu nedenle Basel III düzenlemelerinin Basel II düzenlemelerine göre risk ağırlıklı aktiflerin ve sermaye yeterlilik rasyolarının hesaplanmasında daha agresif bir düzenleme olduğu ifade edilebilir (Kurpad, 2020, s.8).

Güncel gelişmeler ışığında ise Basel III kriterlerinde yeni düzenlemeler yapılması ihtiyacı doğmuş ve bu kapsamda 2023 yılında yürürlüğe girmesi beklenen Basel IV düzenlemeleri ile sermaye yeterlilik rasyosunun hesaplanmasında kullanılan risk ağırlıklarının yeniden düzenlenmesi, yoğunlaşma riskine odaklanması, sürecin işletilmesinde bankalar arasındaki farklılıkların giderilmesi ve karşılaştırmaların kolaylaştırılması, sürecin daha basit ve şeffaf bir hale getirilmesi ile finansal kurumların risk / sermaye yapılarının daha iyi bir noktaya taşınması hedeflenmiştir (TBB, 2016, s.5; Dormans ve Pit, 2017 s.16; Köksal, Babuşçu ve Hazar, 2020, s.14-15). Bu haliyle de Basel IV düzenlemelerinin güncel gelişmeler kapsamında daha çok Basel III düzenlemelerindeki eksikliklerin giderilmesine odaklandığı ifade edilebilir.

Bu gelişmelere ilaveten 2007-2008 küresel finans krizinde finans sektörünün oynadığı rol, finansal sistemden kaynaklanan sistematik risklerin ekonominin geneli üzerinde yaratabileceği negatif etkilerin proaktif bir şekilde yönetilmesini amaçlayan makroihtiyati politikaların da yükselişe geçmesi sonucunu doğurmuştur. Çünkü 2007-2008 küresel finans krizi, finansal sistemdeki gelişmelerin ekonomik aktivite üzerindeki etkilerinin tahmin edilenden çok daha fazla olduğunu ve sadece enflasyon hedeflemesine dayalı bir para politikası uygulamasının finansal istikrarın sağlanması için yeterli olmayabileceğini göstermiştir (TCMB, 2014; Özatay, 2012). Bu nedenlerden dolayı bankacılık sektörü kaynaklı finansal risk düzeyini azaltmak amacıyla kredi piyasalarına, kredi / teminat oranlarına, zorunlu karşılıklara, kaldıraç oranlarına, vade / para birimi uyumsuzluğuna ve yabancı para birimi cinsinden borçlanma yapısına dönük düzenlemeler ile sermaye yeterlilik rasyolarının artırılmasına dönük düzenlemeler de birer makroihtiyati politika aracı haline gelmiştir (İlhan, 2015; Claessens, Ghosh ve Mihet, 2013; TCMB, 2014; Eroğlu ve Kara, 2017; Lim vd., 2011). Bu nedenlerden dolayı 2007-2008 küresel finans krizi sonrasında giderek öne çıkan makroihtiyati politika adımlarının özellikle kredi piyasalarına ve sermaye yeterlilik rasyosuna dönük uygulamalarının bankacılık ve finans sektörü merkezli krizleri engellemeye çalışan Basel düzenlemelerini ve bu düzenlemelere uyumu ve denetimi daha da önemli hale getirdiği ifade edilebilir.

Bu kapsamda bu çalışmada Basel IV düzenlemeleri ile piyasa riski ölçüm yönteminde yapılan değişiklikler üzerinde durulmuştur. Bilindiği gibi Basel IV düzenlemeleri kapsamında piyasa riski ölçümünde yapılan en önemli değişikliklerden biri, piyasa riskinin artık %99 güven düzeyi dikkate alınarak hesaplanan geleneksel VaR (Value-at-risk, VaR, Riske maruz değer) yöntemleri ile değil, %97.5 güven düzeyi dikkate alınarak hesaplanan ES (Expected Shortfall, ES, Beklenen Kayıp Tutarı) yöntemi ile ölçülecek olmasıdır (BIS, 2016, s.56). Nitekim literatürde piyasa riski ölçümünde ES yönteminin kullanılmasının geleneksel VaR yöntemlerine göre bazı önemli avantajlarının olduğu ifade edilmektedir. Örneğin ES yöntemi zamanla değişmeyen ortalama değere ve varyansa sahip olmanın (monotonluk) yanı sıra pozitif homojenlik ve alt katmanlara ayrılabilme özelliklerini de sergileyebilmektedir (Pflug, 2000). Ayrıca ES yöntemi finansal varlıkların getiri serilerinin sergilediği kalın kuyruk (fat-tail) özelliğinin yol açabileceği riskleri geleneksel VaR yöntemlerine göre daha iyi modelleyebilmektedir (Magnus vd., 2017, s.6). Bu nedenle de ES yönteminin piyasaya dönük veri akışı sonrasında gerçekleşebilecek "ciddi kayıpları" yakalamada geleneksel VaR yöntemlerine göre daha başarılı bir yöntem olduğu ifade edilebilir (Orgeldinger, 2017, s. 9). ES yönteminin bu özelliklerinin aksine geleneksel VaR

yöntemleri ise %99 güven düzeyinin ötesindeki riskleri yakalayamamaktadır (Ryan, 2021, s.1). Bu nedenlerden dolayı da literatürde ES yönteminin geleneksel VaR yöntemlerine göre daha etkin / tutarlı bir risk ölçüm yöntemi (coherent risk measure) olduğu ifade edilmektedir (Inui ve Kijima, 2005 s.853).

Bu çalışmanın literatüre çeşitli açılardan katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öncelikle bu çalışmanın literatüre temel katkısının hisse senedi ve döviz piyasalarının piyasa risklerinin ölçümünde Basel IV uygulamalarının esas alınması olduğu ifade edilebilir. İkinci olarak bu çalışmada yeni düzenlemenin sonuçlarını daha iyi değerlendirebilmek amacıyla tüm analizler Basel III uygulamaları dikkate alınarak da yapılmış ve bu kapsamda elde edilen sonuçlar Basel IV uygulamaları dikkate alınarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Üçüncü olarak piyasa riski ölçümünde ES yöntemi kullanılırken hem filtre edilmiş tarihi simülasyon yönteminden hem de ekstrem değerler teorisinden yararlanılmış ve bu yeni yaklaşım 10 farklı finansal varlık için hem kısa (short) hem de uzun (long) pozisyonlar dikkate alınarak uygulanmıştır. Böylece hem farklı yaklaşımlara karşı dirençli (robust) sonuçlar elde edilmeye çalışılmış hem de ilgili finansal varlıklarda yaşanabilecek fiyat artışları ile fiyat düşüşlerinin yol açabileceği riskler Basel IV uygulamaları kapsamında ayrı ayrı ölçülmüştür.

## 2. Literatür

Yeni bir uygulama olması nedeniyle, Basel IV düzenlemeleri konusunda henüz yoğun bir literatürün oluştuğunu söylemek oldukça güçtür. Ayrıca bu alandaki literatürün genel olarak sürecin temel dinamiklerinin neler olduğunu sözel olarak inceleyen çalışmalar ile ekonometrik analizlere dayalı olarak sermaye yükümlülüğünün yeni düzenleme kapsamında nasıl değişeceğine odaklanan çalışmalar olarak iki gruba ayrıldığı ifade edilebilir. Öncelikle ekonometrik analizlere dayalı çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, Stavroyiannis (2017) Basel IV ve Basel III düzenlemeleri kapsamında piyasa riski ölçüm yöntemlerini S&P 500 endeksinin yanı sıra bazı kripto para birimlerine de uyguladığı çalışmasında, her durumda Basel IV düzenlemeleri kapsamında ölçülen piyasa riskinin Basel III düzenlemeleri kapsamında ölçülen piyasa riskinden daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır. Scheneider vd. (2017) Basel IV düzenlemelerinin 130 adet Avrupalı banka üzerindeki etkilerini ekonometrik analizlere dayalı olarak inceledikleri çalışmalarında, bankacılık sektörünün ek 120 milyar Euro sermayeye gereksinim duyacağını ve bunun da bankacılık sektörünün özsermaye karlılığını % 0,6 oranında düşüreceğini ifade etmişlerdir. Rossignolo (2019) Basel IV düzenlemelerinin bankaların sermaye yeterlilik rasyoları üzerindeki etkilerini tarihi simülasyon yöntemi, filtre edilmiş tarihi simülasyon yöntemi ve ekstrem değerler

teorisini dikkate alarak Meksika hisse senedi piyasaları ekseninde alternatif portföyler için incelediği çalışmasında, yeni düzenlemenin bankaların minimum sermaye gereksinimlerinde önemli artışların gerçekleşmesine yol açabileceğini belirtmiştir. Büberkökü (2020) Basel IV düzenlemeleri kapsamında Euro-TL kuru için hem aşağı yönlü hem de yukarı yönlü piyasa riskini dikkate alarak 8 farklı kısa ve uzun hafızalı GARCH (Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modelinin piyasa riski ölçüm performanslarını karşılaştırdığı çalışmasında, Basel IV düzenlemeleri kapsamında Euro-TL kurundan kaynaklanabilecek piyasa riskinin ölçümünde en iyi performansı sergileyen modelin Student t dağılım varsayımına dayalı FIAPARCH-ES (Kesirli Bütünleşik Asimetrik Üslü Otoregresif Koşullu Değişen Varyans) modeli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

İkinci olarak Basel IV düzenlemelerinin temel dinamiklerinin neler olduğunu sözel olarak inceleyen çalışmalara bakıldığında, KPMG tarafından 2016 yılında hazırlanan bir raporda, bu yeni düzenlemenin bankaların sermaye gereksinimlerini artırabileceği, bankalar için önemli bir operasyonel maliyet artışına yol açabileceği ve bankaların karlılığı üzerinde aşağı yönlü baskılar oluşturabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Dormans ve Pit (2017) Basel IV düzenlemelerine dayalı çalışmalarında, Basel II uygulamaları ile sermaye yeterlilik rasyosunun hesaplanmasında içsel modellere fazla güven duyulduğu, fakat bu tür uygulamaların ulaştığı boyutun aynı risk düzeyine sahip bankalar için bile oldukça farklı sermaye yeterlilik rasyolarının hesaplanması sonucunu doğurduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle Basel IV düzenlemeleri ile karmaşık içsel modellere olan güvenin azaldığı ve temel olarak aynı risk düzeyine sahip bankalar için karşılaştırması daha kolay yaklaşımların benimsendiğini ifade etmişlerdir. Avrupa merkezli önde gelen uluslararası yönetim danışmanlık şirketlerinden biri olan Roland Berger'in 2017 yılında hazırladığı raporda ise Basel IV düzenlemelerinin kredi riskinin, piyasa riskinin ve operasyonel riskin hesaplanmasında kullanılan modellere ilişkin önemli revizyonlar içerdiği ve bu revizyonların da standart yaklaşımlarda içsel derecelendirme yaklaşımları arasındaki farklılıkların giderilmesine odaklandığı belirtilmiştir. Bu nedenlerden dolayı da ağırlıklı olarak içsel modellere odaklanmaları ve taşıdıkları operasyonel riskler nedeniyle Basel IV düzenlemelerinden özellikle Avrupalı uluslararası büyük bankaların etkileneceği ifade edilmiştir. Bakare (2018) Basel IV düzenlemelerine dayalı çalışmasında, bu yeni düzenlemelerin bankalar açısından finansal risk yönetiminde şeffaflığın ve tutarlılığın artırılabilmesi açısından önemli olduğu, fakat bu yeni düzenlemelerin bankalar açısından daha katı bir sermaye gereksinimi ve finansal raporlama sistemi gerektirdiğini, bu nedenle de bu yeni düzenlemelerin bankaların karlılığını negatif yönde etkileyebileceğini ifade

etmiştir. Ayrıca yeni düzenlemelerin bankaların iş stratejilerinde ve iş modellerinde de bazı yapısal dönüşümleri gerekli kılabileceğini de eklemiştir. Kurpad (2020) Basel IV düzenlemelerini incelediği çalışmasında, bu yeni düzenlemelerin daha çok risk ağırlıklı aktiflerin hesaplanmasında kullanılan modellerin güvenilirliğinin artırılmasına odaklandığını, bunu yapabilmek için de kredi riskinin, piyasa riskinin ve operasyonel riskin hesaplanmasına dönük olarak revize edilmiş yeni standart yöntemler geliştirildiğini ifade etmiştir. Fakat bu yeniliklere rağmen, Kurpad (2020) Basel IV düzenlemelerinin en önemli eksikliklerinden birinin devlet veya kamu borçlanma araçlarına ait risk ağırlıklarının belirlenmesinde gözlemlendiğini belirtmiştir. Çünkü özellikle son dönemlerde küresel bazda artan kamu borç yüklerinin önemli sorunlar teşkil edebileceğini ve gelişen bir ülke ekonomisine ait borçlanma araçlarının, büyük şirketlerin borçlanma araçlarından daha az riskli olduğunun söylenemeyeceğini ifade etmiştir. Feridun ve Özün (2020) Basel IV düzenlemelerinin Avrupa bankaları için uygulanabilirliğini inceledikleri çalışmalarında, Basel IV düzenlemelerinin bankaların stratejileri ve iş modelleri üzerinde önemli etkilerinin olacağını, bu durumun da bankaların teknolojiye, finansal risk yönetim modellerinin geliştirilmesine ve beşeri sermayeye önemli oranda yatırım yapmalarını gerektirebileceğini ifade etmişlerdir.

Bu kapsamdaki ulusal yazındaki çalışmalara bakıldığında ise TBB (Türkiye Bankalar Birliği) tarafından 2016 yılında hazırlanan bir raporda Basel IV düzenlemelerinin temel amaçlarının ilgili regülasyonları daha basit ve şeffaf bir hale getirmek, regülasyonların tutarlılığını ve karşılaştırılabilirliğini artırmak, içsel modellerdeki uygulama farklılıklarını gidermek ve standart yöntemlerin risk duyarlılığını artırmak olduğu ifade edilmiştir. Köksal, Babuşçu ve Hazar (2020) da Basel IV düzenlemelerinin bankacılık sektörü üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bu yeni düzenlemelerin bankaların iş modellerini ve teknolojik yapılanmalarını etkilebileceğini, bu nedenle bu yeni düzenlemelere gerekli uyumun sağlanmasının bankacılık sektörü açısından hem maliyetli olduğunu hem de zorlayıcı unsurlar içerdiğini belirtmişlerdir.

### **3. Veri ve Metodoloji**

#### **3.1. Veri**

Bu tür istatistiksel analizlerde daha etkin sonuçlara ulaşabilmek için örneklem büyüklüğünün seçimi önemli bir faktör haline gelebilmektedir. Çünkü piyasa riski analizlerinde genel bir yaklaşım olarak daha çok geçmiş dönem bilgileri kullanılarak gelecek dönem kayıp tutarları tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Burada örneklemin çok kısa bir dönemi kapsamaması ilgili finansal değişkenin getiri serisinin sahip olduğu karakteristik özelliklerin modellere dahil edilememesi ve bu nedenle de tahmin

sonuçlarının beklenen etkinliği sunamaması sorununa yol açabilmektedir (CFI Team, 2023, s.1). Bu nedenle örneğin Basel düzenlemelerinde geriye dönük en az 252 işgününe ait verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat Basel düzenlemelerinde örneklem büyüklüğünün nasıl belirleneceğine dair herhangi bir yöntem tavsiyesi bulunmamaktadır. Bu kapsamda gözlem sayısının artmasının analiz sonuçları üzerinde pozitif etkisi olabileceği genel kabul gören bir yaklaşımdır ( Statistical solutions, 2018, s.1). Nitekim literatüre bakıldığında da genel olarak uzun örneklem dönemlerinin seçildiği görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada da göreceli olarak uzun bir örneklem dönemi seçilmiş ve günlük veriler kullanılarak 1 Ocak 2002 yılı ile 17 Şubat 2022 yılı arasındaki dönem incelenmiştir. Çalışmanın başlangıç tarihi 2001 Şubat krizi dikkate alınarak 2002 yılından başlatılmıştır. Çünkü bilindiği gibi 2001 Şubat krizi sonrasında atılan adımlarla kur rejimi değiştirilmiş, enflasyon hedeflemesine dayalı bir para politikası uygulamasına geçilmiş ve bankacılık sektörünün yanı sıra Türkiye ekonomisi de yapısal bir dönüşüm sürecinden geçmiştir.

Çalışmada hisse senedi piyasalarını temsilen BİST100 endeksi (BİST100), BİST hizmet endeksi (BİST HZM), BİST mali endeks (BİST Mali), BİST sınai endeksi (BİST Sınai) ve BİST teknoloji (BİST Tekn) endeksi kullanılmıştır. Döviz piyasalarını temsilen ise Dolar-TL (USD / TRY), Euro-TL (EUR / TRY), İngiliz sterlini-TL (GBP / TRY), Japon yeni-TL (JPY / TRY) ve İsviçre frangı-TL (CHF / TRY) kurları dikkate alınmıştır. Çalışmadaki tüm veriler Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası elektronik veri dağıtım sisteminden temin edilmiştir (<https://evds2.tcmb.gov.tr/>). Çalışmadaki analizlerde ilgili tüm finansal değişkenlerin Denklem (1)'de gösterildiği gibi hesaplanan logaritmik getiri serilerinden yararlanılmıştır.

$$r_t = 100 * (\ln P_t - \ln P_{t-1}) \quad (1)$$

Burada  $r_t$  logaritmik getiri serilerini;  $P_t$  ilgili finansal varlıkların  $t$  zamanındaki kapanış fiyatlarını;  $P_{t-1}$  ise bir gün önceki kapanış fiyatlarını ifade etmektedir.

### 3.2. Metodoloji

Literatürde ve uygulamada finansal varlıkların piyasa risklerinin ölçümünde çeşitli yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada ES değerlerinin hesaplanmasında öncelikle filtrelenmiş tarihi simülasyon (Filtered historical simulation, FHS) yönteminden yararlanılmıştır. Analizlerde bu yöntemin kullanılmasının bazı önemli nedenleri bulunmaktadır. Örneğin Escanciano ve Pei (2012, s.2234) ile Perignon ve Smith (2010) tarafından da ifade edildiği gibi FHS yöntemi uygulamada piyasa riski analizinde bankalar tarafından en sık kullanılan yöntemler arasında yer

almaktadır. Çünkü bir yarı-parametrik yöntem olan FHS yöntemi GARCH modelleri ile HS (Historical simulation, Tarihi simülasyon) yönteminin avantajlarını birleştiren bir yöntemdir. Böylece FHS yöntemi finansal zaman serilerinin volatilité kümelenmesi gibi temel karakteristik özelliklerini daha iyi modelleyebilmekte ve analizlerde kullanılan geçmiş dönem verilerini piyasaya dönük veri akışından kaynaklanan güncel durumu da yansıtacak şekilde düzeltebilmektedir (Angelidis, Benos ve Degiannakis, 2007).

Ayrıca bu çalışmadaki analizlerde geleneksel FHS yöntemi yerine Efron (1979) ile Efron ve Tibshirani (1993) tarafından geliştirilen yeniden örnekleme / yerine koyarak örnekleme yöntemine (bootstrapped) dayalı FHS yönteminden yararlanılmıştır. Bunun temel nedeni bu yaklaşımın hem finansal varlıkların getiri serilerinin gerçek dağılım özelliklerini koruyabilmesi hem de çok daha fazla gözlem ile analiz yapılmasına imkan verebilmesidir. Böylece piyasa riski analizleri açısından daha etkin sonuçların elde edilmesi mümkün olabilmektedir (Dutta ve Bhattacharya, 2008:3). Bu kapsamda bu çalışmada ilgili değişkenler orijinal olarak yaklaşık 5062 adet gözlemden oluşurken, yeniden örnekleme yöntemi sayesinde ilgili tüm değişkenler için gerçek dağılım özellikleri korunarak gözlem sayısı 20.000 adete çıkarılmış ve Basel düzenlemeleri kapsamında piyasa riski ölçülürken de bu 20.000 adet gözlemden yararlanılmıştır. Çünkü bilindiği gibi yeniden örnekleme yöntemindeki simülasyon sayısının düşük belirlenmesi elde edilen sonuçların simülasyon sayısına olan duyarlılığını artırabilmektedir (Andrews ve Buchinsky, 2000, s.23 ). Bu nedenle bu yöntemin doğası gereği simülasyon sayısının mümkün olduğunca fazla belirlenmesi gerekmektedir (Brownlee, 2008. s.1; Gould ve Pitblado, 2022, s.1). Bu kapsamda bu çalışmada bu tür karmaşık piyasa riski analizlerinde sıklıkla kullanılan Matlab paket programının kodlarında yer alan değer kullanılmıştır.

Çalışmada ikinci olarak ekstrem değerler teorisine dayalı piyasa riski ölçüm analizlerine yer verilmiştir. Çünkü ekstrem değerler teorisi diğer yöntemlerden farklı olarak doğrudan ekstrem değerlere odaklanarak piyasa riskini ölçmektedir. Bir diğer ifadeyle FHS gibi yöntemler daha çok normal piyasa koşullarında gerçekleşebilecek finansal risk düzeylerine odaklanırken, ekstrem değerler teorisi doğrudan finansal piyasalarda gerçekleşebilecek ekstrem finansal şokların yol açabileceği finansal risk düzeylerine odaklanmaktadır. Nitekim bu çalışmanın kapsadığı dönem dikkate alındığında bu dönem içerisinde TCMB'nin 2002-2005 yılları arasında örtük enflasyon, 2006 yılı ile birlikte ise açık enflasyon hedeflemesi rejimini uygulaması, 2003 yılında Irak Savaşı'nın başlaması, 2010 yılında ortaya çıkan Arap baharı, 2011 yılında başlayan Suriye savaşı, 2013 yılının Mayıs ayında FED'in politika duruşunda yapısal bir değişikliğe işaret eden açıklamasının yanı sıra 2007-2008 yıllarında ABD



merkezli olarak başlayan küresel finans krizi, 2010 yılı ile birlikte ortaya çıkan Avrupa borç krizi, 2020 yılının Mart ayında başlayan Covid-19 salgını ve 2022 yılının Şubat ayında başlayan Rusya-Ukrayna savaşı gibi gelişmeler de yaşanmıştır. Ayrıca bu dönemde küresel sermaye akımlarında gözlemlenen yüksek volatilité ile değerli metal, gıda ve enerji emtialarında gözlemlenen sert fiyat hareketleri de Türk finansal piyasalarında önemli dalgalanmaların yaşanmasına yol açmıştır. Bu tür gelişmelerin de Türk finansal piyasaları için piyasa riski analizinde ekstrem değerler teorisinin kullanılmasının önemini ve gerekliliğini artırdığı ifade edilebilir.

Nitekim çalışmada incelenen dönem içerisinde gerçekleşen ilgili gelişmelerin ekstrem finansal şoklara yol açıp açmadığı da Bali'nin (2003, s.94) çalışmasında olduğu gibi Denklem (2) ve (3) kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

$$Up_t = \mu + 2 * \sigma \quad (2)$$

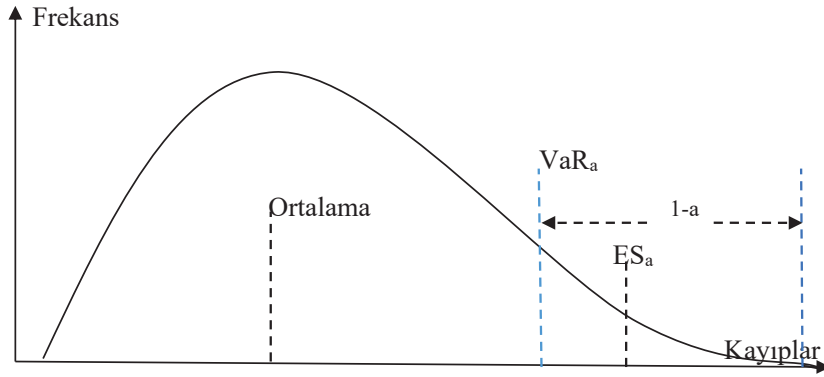
$$Down_t = \mu - 2 * \sigma \quad (3)$$

Burada  $\mu$  ve  $\sigma$  sırasıyla ilgili finansal varlığın incelenen dönem için ortalama logaritmik getiri oranları ile bu getiri oranlarının şartsız (unconditional) standart sapma parametresini,  $Up_t$  ile  $Down_t$  ise sırasıyla yukarı ve aşağı yönlü eşik değerleri ifade etmektedir.

Bu analiz sonucunda ilgili finansal varlığın gerçekleşen getiri oranları, yukarı yönlü eşik değeri aştığında yukarı yönlü ekstrem finansal şokların; aşağı yönlü eşik değeri aştığında ise aşağı yönlü ekstrem finansal şokların gerçekleştiği ifade edilebilmektedir. Örnek teşkil etmesi amacıyla hisse senedi piyasalarını temsilen BİST 100 ile BİST mali endekslerine, döviz piyasalarını temsilen ise USD / TRY ile EUR / TRY kurlarına ait bulgular EK I ve EK II'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde hisse senedi piyasaları için ekstrem finansal şokların dönemin geneline yayıldığı, özellikle 2002-2008 döneminde hem aşağı hem de yukarı yönlü belirgin ekstrem finansal şokların yaşandığı, 2008 yılı sonrasında ise daha çok aşağı yönlü ekstrem finansal şokların söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Döviz piyasalarında yaşanan ekstrem finansal şoklar incelendiğinde ise büyük boyutlu ekstrem şokların daha çok 2007-2008 küresel finans krizi dönemi ile 2018-2022 dönemi arasında yaşandığı fakat daha düşük düzeyde olmakla birlikte sayıca oldukça fazla ekstrem şokun da 2002-2007 dönemi arasında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca genel olarak döviz piyasaları ile karşılaştırıldığında, hisse senedi piyasalarında gerçekleşen ekstrem finansal şokların daha büyük boyutlu olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulguların da bu çalışma kapsamında incelenen dönem için ekstrem değerler teorisinin kullanılmasını destekleyen bir diğer önemli işaret olduğu ifade edilebilir.

Bu çalışmada FHS ve EVT yöntemleri öncelikle Basel III düzenlemeleri kapsamında geleneksel VaR değerlerinin hesaplanmasında , ardından Basel IV düzenlemeleri kapsamında ES değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. İki yöntem arasında istatistiksel olarak öne çıkan fark ise Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde VaR değerlerinin örneğin % 99 güven düzeyindeki maksimum kayıp oranı üzerine odaklandığı, ES değerlerinin ise kalan % 1’lik olasılığın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkan ve geleneksel VaR değerlerini aşan kayıp tutarlarının ortalamasını esas aldığı görülmektedir.

**Şekil 1: VaR ve ES Yöntemlerinin Dağılım Grafiği Üzerinde Gösterimi**



Kaynak: <https://analystprep.com/study-notes/cfa-level-2/describe-extensions-of-var/>

### 3.2.1. Filtrelenmiş Tarihi Simülasyon Yöntemi İle Piyasa Riski Ölçümü

Barone-Adesi, Giannopoulos ve Vosper (1999) tarafından geliştirilen FHS yöntemi kullanılarak finansal varlıkların piyasa riski ölçümü yapılırken; öncelikle ilgili finansal varlıkların getiri serileri için bir GARCH tipi model tahmin edilmektedir. Çalışmada bu amaçla Nelson (1991) tarafından geliştirilen AR(1)-EGARCH (1,1) (Oto-regresif Üssel GARCH) modelinden yararlanılmıştır. Bu modelin diğer GARCH tipi modellere göre bazı önemli avantajları bulunmaktadır. Örneğin bu model volatilitedeki asimetric yapıyı dikkate alabilmekte ve zamanla değişen şartlı varyansı logaritmik formda modelleyerek varyans denklemindeki parametrelerinin pozitif değer alma kısıtına ihtiyaç duymamaktadır. AR(1)-EGARCH(1,1) modelinin getiri ve varyans denklemleri sırasıyla Denklem (4) ve (5)’te gösterilmiştir.

$$r_t = \psi + \phi r_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \beta \log(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{\mu_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha \left[ \frac{|\mu_{t-1}|}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \quad (5)$$

Burada  $\psi$  ve  $\omega$  sabit terimleri;  $\mu_t$ , hata terimini;  $\sigma_t^2$ ; zamanla değişen koşullu varyansı;  $\alpha$ ; ARCH,  $\beta$ ; GARCH,  $\gamma$  ise asimetri parametresini ifade etmektedir.

Bu model tahmin edildikten sonra standardize edilmiş hata terimleri ( $\epsilon_t$ ) elde edilmekte ve ardından, belirtilen avantajlarına bağlı olarak yeniden örnekleme yöntemi kullanılarak  $\epsilon_t$  değerleri çoğaltılmaktadır. Daha sonra ise Denklem (6) yardımıyla simüle edilmiş standardize hata terimleri ( $z_{t+1}$ ) elde edilmektedir.

$$z_{t+1} = \epsilon_1 * \sqrt{\sigma_{t+1}} \quad (6)$$

Burada  $\sigma_{t+1}$ , AR(1)-EGARCH (1,1) modeli kullanılarak bir gün sonrası için hesaplanan zamanla değişen koşullu standart sapma parametrelerini ifade etmektedir.

Daha sonra ise ilgili tüm finansal varlıkların bir gün sonrası için simüle edilmiş değerleri Denklem (7)'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$P_1 = P_0 + P_0 * (\psi + \varphi r_t + z_{t+1}) \quad (7)$$

Burada, " $\psi + \varphi r_t + z_{t+1}$ " parametresi AR(1)-EGARCH(1,1) modelinin getiri denklemini de dikkate alınarak elde edilen simüle edilmiş getiri oranlarını,  $P_0$  ilgili finansal varlıkların cari dönemdeki değerlerini;  $P_1$  ilgili finansal varlıkların bir dönem sonraki değerlerini göstermektedir.

Bu çalışmada bu süreç 20.000 defa tekrarlanarak her bir finansal varlık için 20.000 adet  $P_1$  değeri elde edilmiş ve ardından bu  $P_1$  değerleri  $P_0$  değerlerinden çıkarılarak, bir gün sonrasına ilişkin olası 20.000 adet kar / zarar değeri oluşturulmuş ve piyasa riski analizinde bu değerlerden yararlanılmıştır.

Bu açıklamalar ışığında Basel III kapsamında FHS-VaR değerleri Denklem (8)'de ve (9)'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Aşağı yönlü piyasa riski: } FHS - VaR_{t, \alpha} = \text{kantil} \left\{ \left\{ \left( \frac{\text{kar}}{\text{zarar}} \right)_{t, \alpha} \right\}_{t=1}^T \right\} \quad (8)$$

$$\text{Yukarı yönlü piyasa riski: } -VaR_{t, 1-\alpha} = \text{kantil} \left\{ \left\{ \left( \frac{\text{kar}}{\text{zarar}} \right)_{t,1-\alpha} \right\}_{t=1}^T \right\} \quad (9)$$

Basel IV kapsamındaki FHS-ES değerleri hesaplanırken ise Denklem (10)'da ve (11)'de gösterildiği gibi FHS-VaR değerleri ile bu FHS-VaR değerlerini aşan kayıp oranlarının koşullu beklenen değerleri dikkate alınmıştır:

$$\text{Aşağı yönlü piyasa riski: } FHS - ES_{t,\alpha}(X) = E[-X \mid -X \geq FHS - VaR_{t, \alpha}] \quad (10)$$

$$\text{Yukarı yönlü piyasa riski: } FHS - ES_{t,1-\alpha}(X) = E[X \mid X \geq FHS - VaR_{t, 1-\alpha}] \quad (11)$$

Burada  $-X$ ,  $FHS - VaR_{t, \alpha}$  değerlerine eşit ve onu aşan negatif getiri oranlarını;  $X$  ise  $FHS - VaR_{t, 1-\alpha}$  değerlerine eşit ve onu aşan pozitif getiri oranlarını ifade etmektedir.

### 3.2.2. Ekstrem Değerler Teorisine Dayalı Piyasa Riski Ölçümü

Çalışmada piyasa riski analizinde ikinci bir yöntem olarak EVT yönteminden yararlanılmıştır. Fakat EVT yöntemi öncesinde analizlerde kullanılacak eşik değerin ( $\mu$ ) belirlenmesi gerekmektedir. Literatürde eşik değer alternatif yöntemler kullanılarak belirlenebilmektedir. Bu alternatif yöntemlere örnek olarak ortalama aşım grafiği (mean excess graph), Hill grafiği (Hill graph) gibi grafiksel yaklaşımların yanı sıra Monte Carlo simülasyon yöntemi ile MSE (Mean squared error) yöntemi gösterilebilir. Ayrıca Blum ve Dacorogna (2003) ile Loretan ve Philips (1994) tarafından da tavsiye edilen denklemsel yaklaşımlar ile Bali (2003) tarafından kullanılan standart sapma yaklaşımı da eşik değerin belirlenmesinde kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. Fakat Rydell (2013, s.17) tarafından da ifade edildiği gibi bu yöntemlerin her birinin bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin grafiksel yaklaşımların sonuçları daha çok subjektif bir değerlendirmeye dayanmaktadır. Monte Carlo simülasyon yöntemi ise gerçek veri seti ile doğrudan ilişki kurmadan sonuç üretmeye çalışan bir yöntemdir. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada literatürde geleneksel bir yaklaşım olarak kabul edilen ve yoğun bir şekilde kullanılan sabit yüzdeli dilim kuralı yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yöntemin temel avantajı farklı finansal varlıklar için piyasa riski ölçümü yapılırken her bir finansal varlık için aynı sayıda ekstrem değerlerin modellere dahil edilmesini sağlayabiliyor olmasıdır (Altun, s.31, 2014). Bu çalışmada sabit yüzdeli dilim kuralı yaklaşımı kapsamında eşik değer belirlenirken diğer çalışmaların yanı sıra literatürde bu alandaki temel makaleleri temsil eden ve en çok atıf alan McNeil ve Frey (2000) ile Gavin'in (2000) çalışmalarında da olduğu gibi toplam gözlem sayısının %10'unu teşkil eden değerler

dikkate alınarak eşik değerler belirlenmiştir.

Analizlerde ekstrem değerlerin modellenmesinde ise ilgili literatür ile uyumlu bir şekilde genelleştirilmiş Pareto dağılımından (Generalized Pareto distribution, GPD, Genelleştirilmiş Pareto dağılımı) yararlanılmıştır. GPD dağılımının parametreleri tahmin edilirken de en çok olabilirlik yöntemi (Maximum likelihood estimation method, MLE, En çok olabilirlik yöntemi) kullanılmıştır. Bu açıklamalar ışığında Basel III uygulamaları kapsamında ekstrem değerler teorisine dayalı olarak piyasa riski ölçülürken Denklem (12)'den yararlanılmıştır.

$$\text{EVT-VaR}_{\text{GPD}} = \mu + \frac{\beta}{\xi} \left( \left( \frac{N}{N_{\mu}} (1-p) \right)^{-\xi} - 1 \right) \quad (12)$$

Burada,  $\xi$  şekil parametresini,  $\beta$  ölçek parametresini,  $\mu$  eşik değeri;  $N$  toplam gözlem sayısını;  $N_{\mu}$ , ekstrem değer sayısını;  $p$  ise güven düzeyini göstermektedir.

Ekstrem değerler teorisine dayalı olarak Basel IV uygulamaları kapsamında piyasa riski ölçülürken ise Denklem (13)'ten yararlanılmıştır:

$$\text{EVT-ES} = \frac{\text{EVT-VaR}_{\text{GPD}}}{1-\xi} + \frac{\beta-\xi\mu}{1-\xi} \quad (13)$$

Basel düzenlemeleri kapsamında tüm bu analizler FHS ve EVT yöntemleri kullanılarak yapılırken, öncelikle 1 Ocak 2002 yılı ile 17 Şubat 2022 yılları arasındaki tüm veri seti kullanılarak modeller tahmin edilmiş, ardından Basel III ve Basel IV düzenlemeleri kapsamında bir gün sonrasına ilişkin VaR ve ES değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmadaki analizlerde Matlab paket programından yararlanılmıştır. Tüm kodlar Matlab paket programının kendi resmi web sayfasından temin edilmiştir. Bu kapsamda FHS analizlerinde kullanılan kodlara <https://www.mathworks.com/help/econ/using-boots-trapping-and-filtered-historical-simulation-to-evaluate-market-risk.html> web adresinden; EVT analizlerinde kullanılan kodlara ise <https://www.mathworks.com/help/stats/gpfit.html>, <https://www.mathworks.com/help/stats/extreme-value-distribution.html> ve <https://www.mathworks.com/help/econ/using-extreme-value-theory-and-copulas-to-evaluate-market-risk.html> web adreslerinden ulaşılabilir.

## 4. Bulgular

### 4.1. Önsel Analizler

Analizlerde kullanılan değişkenlere ait betimleyici istatistikler, birim kök ve değişen varyans testi sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur. Öncelikle hisse senedi endekslerine ait bulgular incelendiğinde, tüm hisse senedi endekslerinin pozitif bir ortalama getiri oranına sahip oldukları; en yüksek pozitif ortalama getiri oranını BİST sınai endeksinin, en düşük pozitif ortalama getiri oranını ise BİST mali endeksinin sunduğu anlaşılmaktadır. Toplam riskin bir ölçütü olarak standart sapma parametrelerine bakıldığında, en yüksek risk düzeylerine sırasıyla BİST mali (%2.061) ile BİST teknoloji (%2.001) endekslerinin, en düşük risk düzeylerine ise sırasıyla BİST sınai (%1.528) ile BİST hizmet (%1.613) endekslerinin sahip oldukları görülmektedir. Döviz kurlarına ilişkin bulgular incelendiğinde ise en yüksek değer İsviçre frangı-TL kurunda, en düşük değer ise İngiliz sterlini-TL kurunda olacak şekilde tüm döviz kurlarının incelenen dönem için pozitif bir ortalama getiri oranına sahip oldukları ifade edilebilir. Standart sapma parametrelerine bakıldığında ise en yüksek risk düzeyine sırasıyla Japon yeni-TL kuru (%1.219) ile İsviçre frangı-TL kurunun (%1.1108), en düşük risk düzeylerine ise sırasıyla Euro-TL kuru (%1.016) ile İngiliz sterlini-TL kurunun (1.026) sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca ilgili tüm değişkenlerin logaritmik getiri serilerinin standart normal dağılıma göre sola çarpık bir dağılım özelliği sergiledikleri ve basıklık değerlerinin de 3’ten belirgin bir şekilde yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ren ve Giles (2010, s.947) tarafından da ifade edildiği gibi basıklık değerleri ilgili değişkenlerin kalın kuyruk (fat-tail) özelliği sergilediği anlamına gelirken, çarpıklık değerleri de ilgili değişkenlerin dağılımlarının sağ ve sol kuyruk bölgelerinin farklı özellikler sergileyebileceği ve bu nedenle de ilgili finansal varlıklarda taşınabilecek kısa ve uzun pozisyonların finansal risk düzeylerinin ayrı ayrı ölçülmesinin önemli olabileceği anlamına gelmektedir.

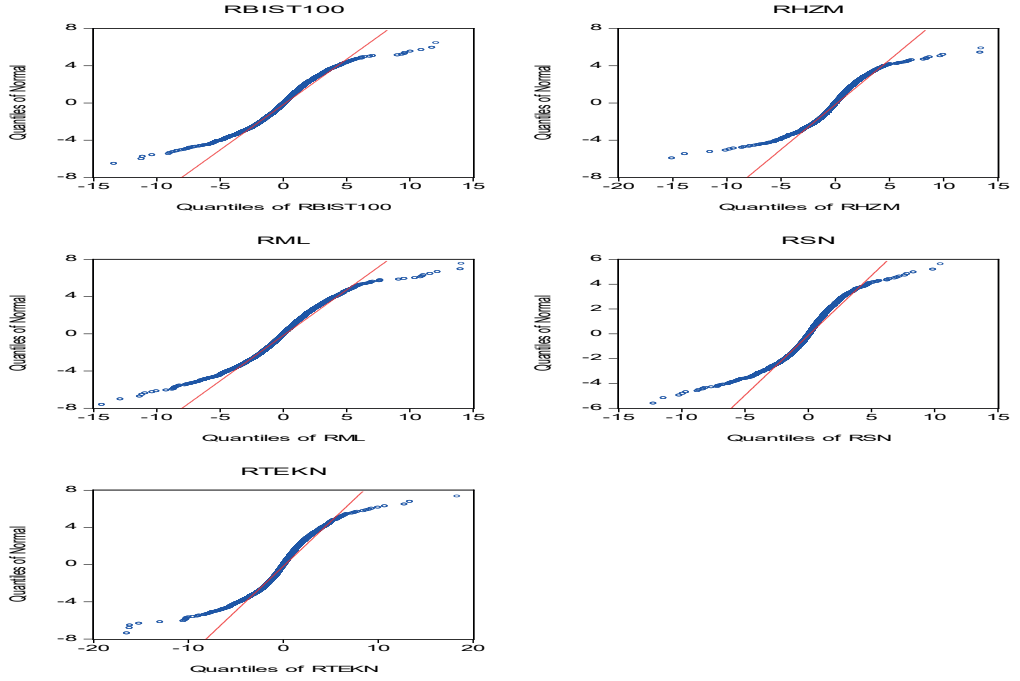
**Tablo 1: Betimleyici İstatistikler, Birim Kök Ve Değişen Varyans Testleri ( %)**

	BİST100	BİST HZM	BİST Mali	BİST Sınai	BİST Tekn
Ortalama	0.052679	0.055027	0.04587	0.067694	0.065858
Maksimum	12.12721	13.52324	14.12166	10.51519	18.38418
Minimum	-13.3409	-15.0105	-14.302	-12.1988	-16.4336
Std. sapma	1.76875	1.613411	2.060776	1.528329	2.001471
Çarpıklık	-0.28252	-0.37056	-0.1426	-0.7062	-0.4935
Basıklık	7.872193	11.27745	7.339666	9.269872	11.01083
Jarque-Bera	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Q <sup>2</sup> (15)	1049.0*[0.000]	735.11*[0.000]	1059.2*[0.000]	1046.5*[0.000]	663.5*[0.000]
ARCH (8)	46.886*[0.000]	73.076*[0.000]	46.901*[0.000]	53.865*[0.000]	60.5*[0.000]
PP	-70.294*[0.000]	-73.258*[0.000]	-70.531*[0.000]	-68.618*[0.000]	-70.173*[0.000]
	USD / TRY	EUR / TRY	GBP / TRY	CHF / TRY	JPY / TRY
Ortalama	0.044255	0.049181	0.042932	0.055996	0.046816
Maksimum	14.70657	14.01942	14.53651	14.68781	15.19154
Minimum	-29.3976	-29.1531	-29.1548	-29.1281	-29.5381
Std. sapma	1.030726	1.016517	1.025628	1.110878	1.219357
Çarpıklık	-3.65099	-3.6548	-3.55652	-2.48732	-2.43656
Basıklık	152.6175	150.9078	146.0408	111.3866	89.62733
Jarque-Bera	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Q <sup>2</sup> (15)	207.85*[0.000]	200.56*[0.000]	187.3*[0.000]	213.94*[0.000]	244.8*[0.000]
ARCH (8)	20.896*[0.000]	20.567*[0.000]	19.04*[0.000]	21.547*[0.000]	22.96*[0.000]
PP	-65.52*[0.000]	-65.11*[0.000]	-63.86*[0.000]	-64.95*[0.000]	-68.02*[0.000]

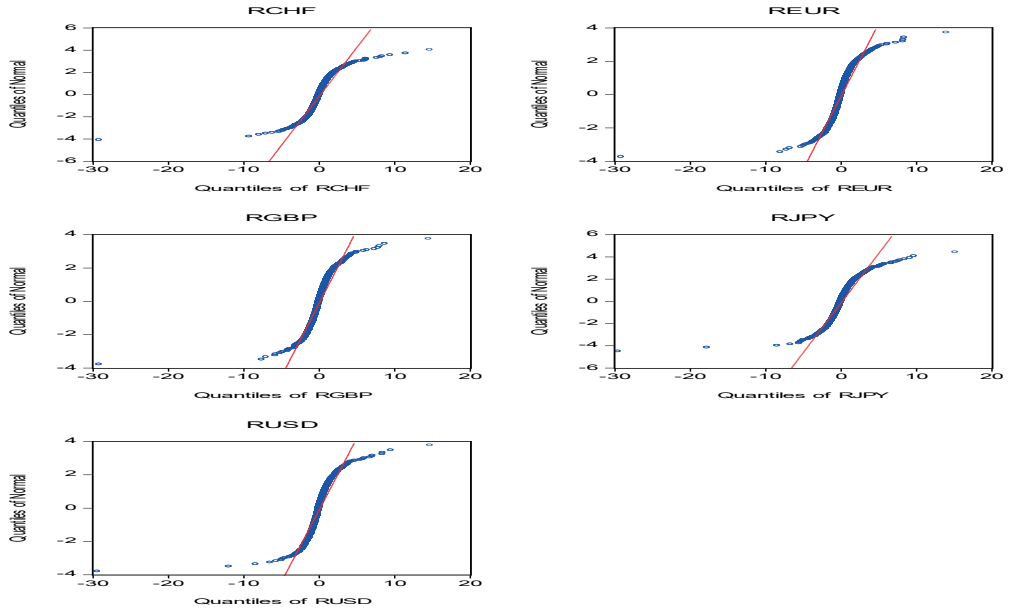
\*, %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Jarque-Bera test için sunulan değerler olasılık değerleridir. Tüm değişkenlerin logaritmik getiri serileri herhangi bir trend bileşeni içermediğinden PP birim kök testi sadece sabit terim içeren model yapısı dikkate alınarak uygulanmıştır. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir.

Ljung-Box Q<sup>2</sup> (k) testi ile Engel'in (1982) ARCH testi sonuçları incelendiğinde ise tüm değişkenlerin logaritmik getiri serilerinin değişen varyans sorunu içerdiği anlaşılmaktadır. Phillips-Perron (1988) ( PP) birim kök testi de tüm değişkenlerin logaritmik getiri serilerinin düzey değerlerinde durağan olduğu sonucuna işaret etmektedir. Jarque-Bera testi ise tüm değişkenlerin logaritmik getiri serilerinin standart normal dağılıma uyduğu hipotezini %5 anlamlılık düzeyinde reddetmektedir. Şekil 2 ve 3'te sunulan Q-Q grafikleri de bu bulguyu desteklemektedir.

Şekil 2: Hisse Senedi Endekslerine ait Getiri Serileri için Q-Q grafikleri



Şekil 3: Döviz Kuru Getirileri Serileri için Q-Q grafikleri



Değişkenlerin dağılım özelliklerine ait bu bulguların da analizlerde EVT yönteminin kullanılmasını destekleyen bir diğer önemli bulgu olduğu ifade edilebilir. Çünkü

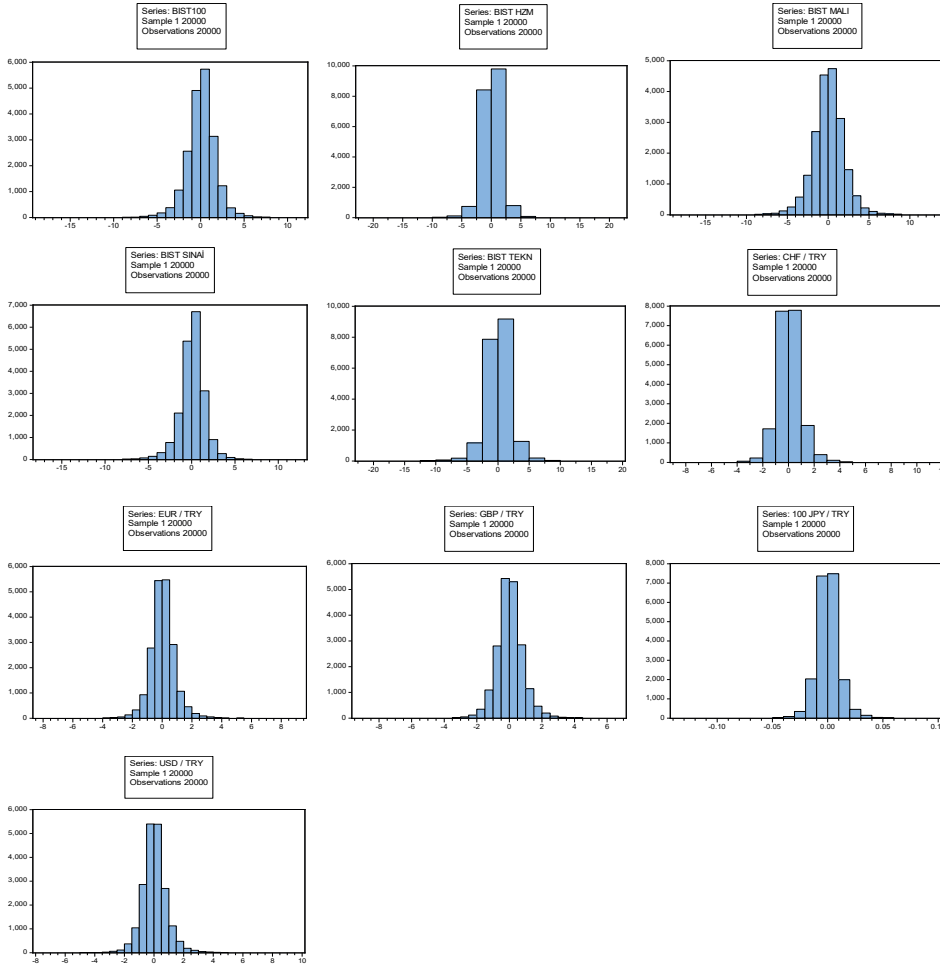


daha önce de ifade edildiği gibi EVT yöntemi orijinal getiri serilerinin dağılım özellikleri konusunda herhangi bir önsel varsayımda bulunmamaktadır. Ayrıca bu bulgular kapsamında kalın kuyruk sorununu standart normal dağılıma göre daha iyi modelleyebilmesi nedeniyle, FHS analizinde kullanılan AR(1)-EGARCH (1,1) modeli de Student t dağılım varsayımı altında tahmin edilmiştir.

## 4.2. FHS Yöntemine Dayalı Bulgular

Çalışmada ilk olarak FHS yöntemine dayalı olarak elde edilen bulgular üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda tüm değişkenler için yeniden örnekleme yöntemine dayalı olarak üretilen 20.000 adet gözleme ait histogramlar Şekil 4’te, bu gözlemlere bağlı olarak Basel III ve Basel IV kapsamında kısa ve uzun pozisyonlar için hesaplanan piyasa risklerine ait bulgular ise Tablo 2’de sunulmuştur.

**Şekil 4: Yeniden Örnekleme Yöntemi İle Elde Edilen Gözlemlerin Histogramı**



Öncelikle Basel IV uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riski için hesaplanan FHS-ES değerleri incelendiğinde, hisse senedi endeksleri içerisinde en yüksek piyasa riskine sırasıyla BİST teknoloji (-%6.175) ile BİST mali (-%5.560) endekslerinin, en düşük piyasa riskine ise sırasıyla BİST sınai (-%4.766) ile BİST hizmet (-%4.827) endekslerinin sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Döviz kurlarına ait bulgular incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine sırasıyla Japon yeni-TL kuru (-%2.689) ile İsviçre frangı-TL kurunun (-%2.449), en düşük piyasa riskine ise sırasıyla İngiliz sterlini-TL kuru (-%2.152) ile Euro-TL kurunun (-%2.174) sahip oldukları görülmektedir. Bu bulgular da hisse senedi piyasalarının risk düzeyinin döviz piyasalarının risk düzeyinden belirgin şekilde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

**Tablo 2 : FHS Analiz Sonuçları**

<b>Uzun pozisyon</b>	Basel III FHS-VaR (%99)	Basel IV FHS-ES (%97.5)
<b>Endeksler</b>		
BİST 100	-%4.7157	-%4.9328
BİST Mali	-%5.2553	-%5.5603
BİST Sınai	-%4.5682	-%4.7657
BİST Hizmet	-%4.4698	-%4.8272
BİST Teknoloji	-%5.6554	-%6.1751
<b>Döviz Kurları</b>		
USD / TRY	-%2.0638	-%2.2440
EUR/ TRY	-%2.0521	-%2.1736
GBP/ TRY	-%2.0401	-%2.1521
CHF / TRY	-%2.3115	-%2.4485
JPY / TRY	-%2.5650	-%2.6896
<b>Kısa pozisyon</b>		
<b>Endeksler</b>		
BİST 100	%4.5090	%4.5965
BİST Mali	%5.2067	%5.3915
BİST Sınai	%3.7196	%3.9401
BİST Hizmet	%4.1138	%4.3769
BİST Teknoloji	%5.2356	%5.4089
<b>Döviz Kurları</b>		
USD / TRY	%2.5572	%2.6993
EUR/TRY	%2.4725	%2.5653
GBP/TRY	%2.3739	%2.4651
CHF / TRY	%2.8212	%2.9826
JPY / TRY	%3.0503	%3.1433

Basel IV uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riski için hesaplanan FHS-ES değerleri incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine yine BİST teknoloji (%5.409) endeksi ile BİST mali (%5.392) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise yine BİST sınai (%3.940) endeksi ile BİST hizmet endeksinin (%4.377) sahip oldukları anlaşılmaktadır. Döviz kurları için de benzer bir durumun söz konusu olduğu görülmektedir. Örneğin bulgular yine Japon yeni-TL kuru (%3.143) ile İsviçre frangı-TL kurunun (%2.983) en yüksek, İngiliz sterlini-TL kuru (%2.465) ile Euro-TL kurunun (%2.565) ise en düşük piyasa riskine sahip varlıklar oldukları sonucuna işaret etmektedir

Analiz sonuçları ayrıca aşağı yönlü piyasa riskinde olduğu gibi yukarı yönlü piyasa riski için de hisse senedi piyasalarının finansal risk düzeyinin döviz piyasalarının finansal risk düzeyinden belirgin şekilde daha yüksek olduğu sonucuna işaret etmektedir. Son olarak da bulgular hisse senedi endeksleri için aşağı yönlü piyasa riskinin yukarı yönlü piyasa riskinden daha fazla olduğu sonucuna işaret ederken, döviz kurları içinse tersi bir durumun geçerli olduğu anlaşılmaktadır.

Basel III uygulamalarına gelince öncelikle ilgili finansal varlıklarda taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riski için hesaplanan FHS-VaR değerleri incelendiğinde, hisse senedi endeksleri içerisinde en yüksek piyasa riskine sırasıyla BİST teknoloji (-%5.655) endeksi ile BİST mali (-%5.255) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise sırasıyla BİST hizmet (-%4.469) endeksi ile BİST sınai (-%4.568) endeksinin sahip oldukları anlaşılmaktadır. Döviz kurlarına ait bulgular incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine sırasıyla Japon yeni-TL kuru (-%2.565) ile İsviçre frangı-TL kurunun (-%2.312), en düşük piyasa riskine ise sırasıyla İngiliz sterlini-TL kuru (-%2.040), Euro-TL kuru (-%2.052) ile Dolar-TL kurunun (-%2.064) sahip oldukları görülmektedir. Bulgular ayrıca Basel IV uygulamalarında olduğu gibi yine hisse senedi piyasalarının finansal risk düzeyinin döviz piyasalarının finansal risk düzeyinden belirgin şekilde yüksek olduğu sonucuna da işaret etmektedir. Basel III uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riski için hesaplanan FHS-VaR değerleri incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine yine BİST teknoloji (%5.236) endeksi ile BİST mali (%5.207) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise BİST sınai (%3.719) endeksi ile BİST hizmet endeksinin (%4.114) sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Döviz kurları için de benzer bir durumun söz konusu olduğu görülmektedir. Örneğin bulgular yine Japon yeni-TL kuru (%3.050) ile İsviçre frangı-TL kurunun (%3.821) en yüksek, İngiliz sterlini-TL kuru (%2.374) ile Euro-TL kurunun (%2.473) ise en düşük piyasa riskine sahip varlıklar oldukları sonucuna işaret etmektedir.

Çalışmanın bu aşamasında FHS yöntemi ile elde edilen bulgular kapsamında Basel IV ile Basel III düzenlemelerine ait sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında, hem aşağı hem de yukarı yönlü piyasa riski için Basel IV uygulamaları kapsamında hesaplanan piyasa riskinin Basel III uygulamaları kapsamında hesaplanan piyasa riskinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgu da yeni düzenleme kapsamında bankaların artık piyasa riskinden dolayı daha yüksek bir sermaye yükümlülüğüne sahip olacakları anlamına gelmektedir.

İki düzenleme arasında piyasa riski ölçümüne dönük olarak ortaya çıkan farklar rakamsal olarak daha ayrıntılı incelendiğinde ise (Tablo 3) ilgili döviz kurlarında uzun pozisyon taşınması durumunda Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden dikkate alınan döviz kuruna bağlı olarak yaklaşık % 4.86 ile % 8.73 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu farkların da özellikle Dolar-TL, İsviçre frangı-TL ve Euro-TL kurlarında ortaya çıktığı belirtilmelidir. Hisse senedi endekslerine bakıldığında da uzun pozisyonlar için yine ortalama olarak Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden yaklaşık %4.3232 ile % 9.1894 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu ve bu farkın da daha çok BİST teknoloji endeksi ile BİST hizmet endeksinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 3: FHS Yöntemi Kapsamında Basel IV ve III Uygulamaları Arasındaki Farklar**

Uzun pozisyon	Basel III FHS-VaR (%99)	Basel IV FHS-ES (%97.5)	Artış oranı
<b>Endeksler</b>			
BİST 100	-%4.7157	-%4.9328	% 4.6038
BİST Mali	-%5.2553	-%5.5603	% 5.8037
BİST Sınai	-%4.5682	-%4.7657	% 4.3232
BİST Hizmet	-%4.4698	-%4.8272	% 7.9959
BİST Teknoloji	-%5.6554	-%6.1751	% 9.1894
<b>Döviz Kurları</b>			
USD / TRY	-%2.0638	-%2.2440	% 8.7314
EUR/ TRY	-%2.0521	-%2.1736	% 5.9208
GBP/ TRY	-%2.0401	-%2.1521	% 5.4899
CHF / TRY	-%2.3115	-%2.4485	% 5.9269
JPY / TRY	-%2.5650	-%2.6896	% 4.8577
<b>Kısa pozisyon</b>			
<b>Endeksler</b>			
BİST 100	%4.5090	%4.5965	% 1.9406
BİST Mali	%5.2067	%5.3915	% 3.5493
BİST Sınai	%3.7196	%3.9401	% 5.9281
BİST Hizmet	%4.1138	%4.3769	% 6.3955

BİST Teknoloji	%5.2356	%5.4089	% 3.3100
<b>Döviz Kurları</b>			
USD / TRY	%2.5572	%2.6993	% 5.5568
EUR/TRY	%2.4725	%2.5653	% 3.7533
GBP/TRY	%2.3739	%2.4651	% 3.8418
CHF / TRY	%2.8212	%2.9826	% 5.7209
JPY / TRY	%3.0503	%3.1433	% 3.0489

Not: Uzun pozisyonların risk düzeylerindeki değişimler hesaplanırken ilgili oranların mutlak değerleri esas alınmıştır.

Bulgular döviz ve hisse senedi piyasalarında taşınabilecek kısa pozisyonlar için değerlendirildiğinde ise Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden döviz piyasaları için yaklaşık % 3.0489 ile % 5.7209 arasında; hisse senedi piyasaları içinse yaklaşık % 1.9406 ile % 6.3955 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

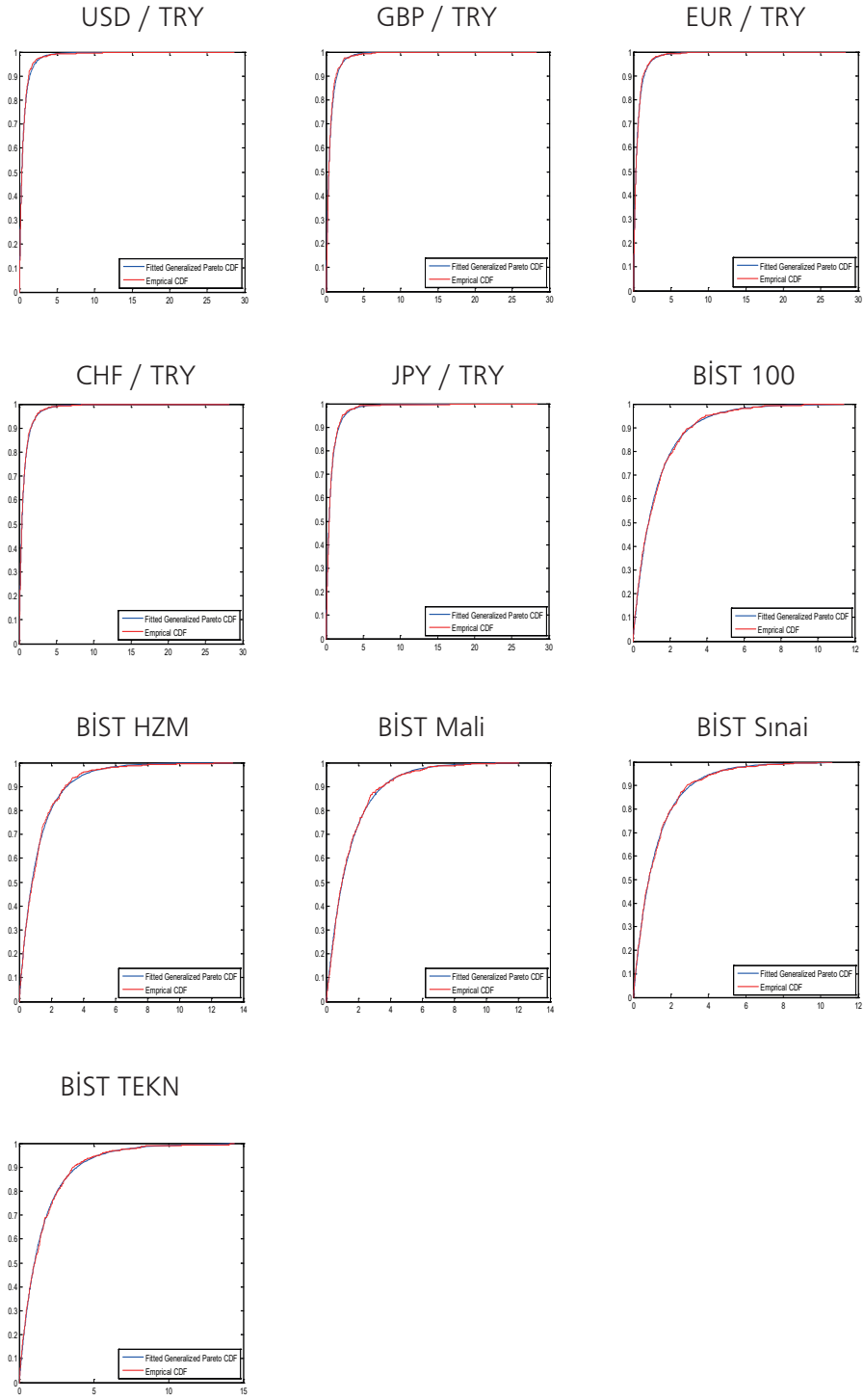
Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde her durumda Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden daha fazla olduğu, ilgili finansal değişkenlerde uzun pozisyon taşınması durumunda da bu farkın daha da arttığı ifade edilebilir.

### 4.3. EVT Yöntemine Dayalı Bulgular

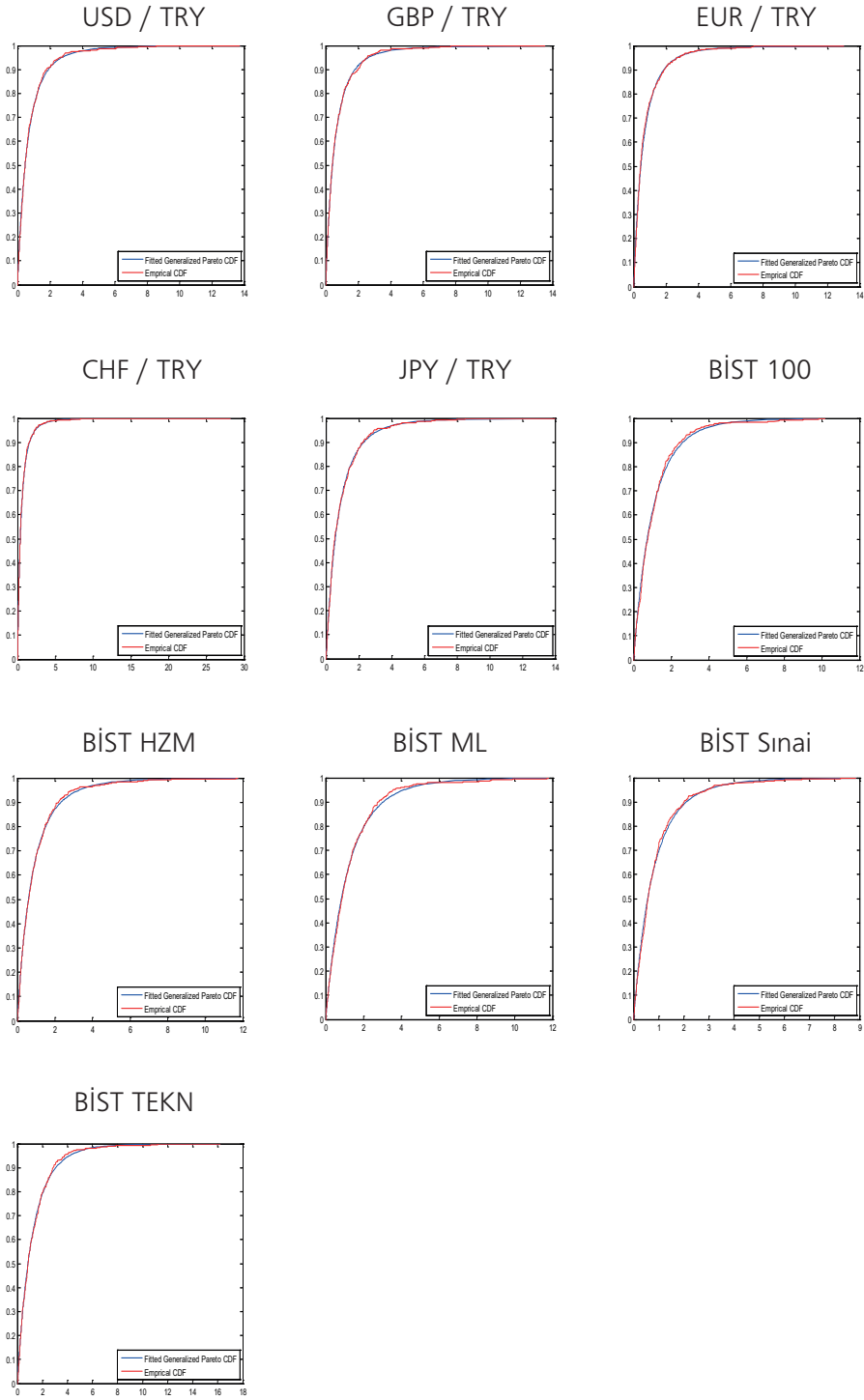
Çalışmanın bu aşamasında EVT yöntemine dayalı olarak elde edilen bulgular üzerinde durulacaktır. Fakat öncesinde GPD dağılımına dayalı olarak yapılacak analizlerin etkinliğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla GPD dağılımına dayalı olarak elde edilen kümülatif dağılım ile ekstrem değerlerin kendi ampirik dağılımı Şekil 5'te ve 6'da birlikte gösterilmiştir.

Bulgular incelendiğinde hem aşağı hem de yukarı yönlü piyasa riskini temsil eden ekstrem değerlerin kendi ampirik dağılımları ile GPD dağılımının oldukça uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Bu da incelenen tüm değişkenler için GPD dağılımına dayalı EVT yönteminin etkin sonuçlar üretebileceği anlamına gelmektedir.

## Şekil 5: Aşağı Yönlü Piyasa Riski



## Şekil 6: Yukarı Yönlü Piyasa Riski



Bu doğrultuda öncelikle Basel IV uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riski için hesaplanan EVT-ES değerleri incelendiğinde (Tablo 4), piyasaya dönük veri akışı sonrasında ekstrem finansal şokların gerçekleşmesi durumunda hisse senedi endeksleri içerisinde en yüksek piyasa riskine sırasıyla BİST teknoloji (-%6.248) endeksi ile BİST mali (-%5.977) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise sırasıyla BİST sınai (-%4.888) endeksi ile BİST hizmet (-%4.890) endeksinin sahip oldukları anlaşılmaktadır.

**Tablo 4 : EVT Analiz Sonuçları**

Uzun pozisyon	$\mu$	$\xi$	$\beta$	Basel III EVT-VaR (%99)	Basel IV EVT-ES ( %97.5)
<b>Endeksler</b>					
BİST 100	1.933795	0.1237	1.1606	-%5.0265	-%5.2620
BİST Mali	2.243765	0.0692	1.4150	-%5.7768	-%5.9768
BİST Sınai	1.59582	0.1343	1.1290	-%4.6431	-%4.8881
BİST Hizmet	1.687226	0.1376	1.0926	-%4.6481	-%4.8901
BİST Teknoloji	2.037602	0.1602	1.3852	-%5.8961	-%6.2487
<b>Döviz Kurları</b>					
USD / TRY	0.847717	0.2989	0.4181	-%2.2322	-%2.4677
EUR/TRY	0.850348	0.3040	0.4290	-%2.2802	-%2.5287
GBP/TRY	0.890874	0.2419	0.4749	-%2.3536	-%2.5484
CHF / TRY	0.929991	0.3103	0.4730	-%2.5174	-%2.8029
JPY / TRY	1.061913	0.2870	0.5278	-%2.7812	-%3.0595
<b>Kısa pozisyon</b>					
<b>Endeksler</b>					
BİST 100	1.962704	0.1113	0.9951	%4.5751	%4.7616
BİST Mali	2.3427	0.1184	1.1470	%5.3797	%5.6047
BİST Sınai	1.671469	0.1474	0.7669	%3.7746	%3.9551
BİST Hizmet	1.793414	0.2082	0.7877	%4.1213	%4.3878
BİST teknoloji	2.168709	0.1071	1.1768	%5.2426	%5.4572
<b>Döviz Kurları</b>					
USD / TRY	0.981414	0.2458	0.6161	%2.8884	%3.1467
EUR/TRY	0.990452	0.2637	0.5889	%2.8549	%3.1279
GBP/TRY	0.996939	0.2892	0.5530	%2.8055	%3.1008
CHF / TRY	1.068127	0.2727	0.6601	%3.1796	%3.5011
JPY / TRY	1.204922	0.2320	0.7543	%3.4970	%3.7893

Döviz kurlarına ait bulgular incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine sırasıyla Japon yeni-TL kuru (-%3.059) ile İsviçre frangı-TL kurunun (-%2.803), en düşük piyasa riskine ise sırasıyla Dolar-TL kuru (-%2.468), Euro-TL kuru (-%2.529) ile İngiliz sterlini-TL kurunun (-2.548) sahip oldukları görülmektedir. Bulgular ayrıca ekstrem finansal şokların gerçekleşmesi durumunda hisse senedi piyasalarının finansal risk düzeyinin döviz piyasalarının finansal risk düzeyinden belirgin şekilde daha fazla olduğu sonucuna da işaret etmektedir.



Basel IV uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riski için hesaplanan EVT-ES değerleri incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine BİST mali (%5.605) endeksi ile BİST teknoloji (%5.457) endekslerinin, en düşük piyasa riskine ise BİST sınai (%3.955) endeksi ile BİST hizmet endeksinin (%4.388) sahip oldukları anlaşılmaktadır. Döviz piyasaları incelendiğinde ise bulgular Japon yeni-TL kuru (%3.789) ile İsviçre frangı-TL kurunun (%3.5011) en yüksek, İngiliz sterlini-TL kuru (%3.101) ile Euro-TL kurunun (%3.128) ise en düşük piyasa riskine sahip varlıklar oldukları sonucuna işaret etmektedir.

Analiz sonuçları ayrıca hisse senedi piyasalarının ekstrem finansal risk düzeyinin döviz piyasalarının ekstrem finansal risk düzeyinden belirgin şekilde daha yüksek olduğu sonucuna işaret etmektedir. Son olarak bulgular hisse senedi endeksleri için aşağı yönlü piyasa riskinin yukarı yönlü piyasa riskinden daha fazla olduğu sonucuna işaret ederken, döviz kurları içinse tersi bir durumun geçerli olduğu anlaşılmaktadır.

Basel III uygulamalarına gelince öncelikle ilgili finansal varlıklarda taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riski için hesaplanan EVT-VaR değerleri incelendiğinde, hisse senedi endeksleri içerisinde en yüksek piyasa riskine sırasıyla BİST teknoloji endeksi (-%5.896) ile BİST mali (-%5.777) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise sırasıyla BİST sınai (-%4.6431) endeksi ile BİST hizmet (-%4.6481) endeksinin sahip oldukları anlaşılmaktadır. Döviz kurlarına ait bulgular incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine sırasıyla Japon yeni-TL kuru (-%2.781) ile İsviçre frangı-TL kurunun (-%2.517), en düşük piyasa riskine ise sırasıyla Dolar-TL kuru (-%2.232) ile Euro-TL kurunun (-%2.280) sahip oldukları görülmektedir. Bulgular ayrıca hisse senedi piyasalarının piyasa risk düzeyinin döviz piyasalarının piyasa risk düzeyinden belirgin şekilde daha yüksek olduğu sonucuna da işaret etmektedir.

Basel III uygulamaları kapsamında ilgili finansal varlıklarda taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riski için hesaplanan EVT-VaR değerleri incelendiğinde ise en yüksek piyasa riskine BİST mali (%5.379) endeksi ile BİST teknoloji (%5.243) endeksinin, en düşük piyasa riskine ise yine BİST sınai (%3.775) endeksi ile BİST hizmet endeksinin (%4.121) sahip oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca döviz kurları için de benzer bir durumun söz konusu olduğu görülmektedir. Örneğin bulgular yine Japon yeni-TL kuru (%3.497) ile İsviçre frangı-TL kurunun (%3.179) en yüksek, İngiliz sterlini-TL kuru (%2.806) ile Euro-TL kurunun (%2.855) ise en düşük piyasa riskine sahip varlıklar oldukları sonucuna işaret etmektedir.

Bu bulgular kapsamında Basel IV ile Basel III düzenlemelerine ait sonuçlar karşılaştırıldığında, finansal piyasalarda ekstrem finansal şokların gerçekleşmesi

durumunda Basel IV uygulamaları kapsamında hem aşağı hem de yukarı yönlü piyasa riski için hesaplanan değerlerin Basel III uygulamalarına göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgu da FHS yöntemine dayalı bulgularda olduğu gibi yeni düzenleme kapsamında bankaların artık piyasa riskinden dolayı daha yüksek oranda sermaye ayırmaları gerekebileceği anlamına gelmektedir.

İki yöntem arasında piyasa riski ölçümüne dönük olarak ortaya çıkan rakamsal farklar daha ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde (Tablo 5) özellikle döviz kurlarında uzun pozisyon taşınması durumunda Basel IV düzenlemeleri dikkate alınarak ölçülen piyasa riskinin Basel III düzenlemeleri dikkate alınarak ölçülen piyasa riskinden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin ilgili döviz kurlarında uzun pozisyon taşınması durumunda Basel IV düzenlemeleri ile ölçülen piyasa riskinin Basel III düzenlemeleri ile ölçülen piyasa riskine göre dikkate alınan döviz kuruna bağlı olarak yaklaşık %8.277 ile %11.341 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Dolar-TL ve Euro-TL kuru için bu farkın ayrıca yüksek olduğu da belirtilmelidir. Hisse senedi endekslerine bakıldığında da uzun pozisyonlar için Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden dikkate alınan endekse bağlı olarak yaklaşık % 3.4621 ile %5.980 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu görülmektedir.

**Tablo 5 : EVT Yöntemi Kapsamında Basel IV ve III Uygulamaları Arasındaki Farklar**

Uzun pozisyon	Basel III EVT-VaR (%99)	Basel IV EVT-ES ( %97.5)	Artış oranı
<b>Endeksler</b>			
BİST 100	-%5.0265	-%5.2620	% 4.6851
BİST Mali	-%5.7768	-%5.9768	% 3.4621
BİST Sınai	-%4.6431	-%4.8881	% 5.2766
BİST Hizmet	-%4.6481	-%4.8901	% 5.2064
BİST Teknoloji	-%5.8961	-%6.2487	% 5.9802
<b>Döviz Kurları</b>			
USD / TRY	-%2.2322	-%2.4677	% 10.550
EUR/TRY	-%2.2802	-%2.5287	% 10.898
GBP/TRY	-%2.3536	-%2.5484	% 8.2766
CHF / TRY	-%2.5174	-%2.8029	% 11.341
JPY / TRY	-%2.7812	-%3.0595	% 10.006
<b>Kısa pozisyon</b>			
<b>Endeksler</b>			
BİST 100	%4.5751	%4.7616	% 4.0764
BİST Mali	%5.3797	%5.6047	% 4.1823
BİST Sınai	%3.7746	%3.9551	% 4.7819
BİST Hizmet	%4.1213	%4.3878	% 6.4664
BİST teknoloji	%5.2426	%5.4572	% 4.0933
<b>Döviz Kurları</b>			
USD / TRY	%2.8884	%3.1467	% 8.9426
EUR/TRY	%2.8549	%3.1279	% 9.5625
GBP/TRY	%2.8055	%3.1008	% 10.525
CHF / TRY	%3.1796	%3.5011	% 10.111
JPY / TRY	%3.4970	%3.7893	% 8.3585

Bulgular döviz ve hisse senedi piyasalarında taşınabilecek kısa pozisyonlar için değerlendirildiğinde de Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden döviz piyasaları için yaklaşık % 8.358 ile % 10.526 arasında değişen oranlarda, hisse senedi piyasaları içinse yaklaşık % 4.076 ile % 6.466 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde de FHS analizine dayalı bulgularda olduğu gibi yine her durumda Basel IV kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinin Basel III kapsamındaki piyasa riski ölçümlerinden daha fazla olduğu ifade edilebilir.

Son olarak ilgili tüm değişkenler için şekil parametreleri ( $\xi$ ) incelendiğinde bu parametrelerin tamamının pozitif çıktığı görülmektedir. Bu durum da ilgili tüm değişkenler için ekstrem değerlerin standart Pareto dağılımına uydukları ve kalın kuyruk (fat tail) özelliği sergiledikleri anlamına gelmektedir. Bu bulgular da ilgili değişkenlerde ekstrem fiyat hareketlerinin gerçekleşme olasılığının bulunduğunu ve bu nedenle de EVT analizine uygun değişkenler olduklarını göstermektedir.

#### 4.4. Hipotetik Bir Örnek İle Basel Düzenlemelerinin Bankaların Yasal Sermaye Yükümlülüğü Üzerindeki Etkilerinin Analizi

Bilindiği gibi GARCH tipi modellere dayalı parametrik yöntemlerin kullanılması durumunda bankacılık sektörü için yasal sermaye yükümlülüğü ( $CR_t$ ) Denklem (14)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$CR_t = PV * \sigma_t * Z_\alpha * \sqrt{n} * m \quad (14)$$

Burada  $PV$ , yatırım tutarının bugünkü değerini;  $\sigma_t$ , standart sapma parametresini,  $Z_\alpha$ , varsayılan dağılımın ilgili güven düzeyindeki tek taraflı kritik tablo değerini;  $n$ , elde tutma süresini;  $m$ , çarpım faktörünü ifade etmektedir.

Basitlik sağlamak amacıyla çarpım faktörü, analizlerde kullanılan modellerin %99 güven düzeyindeki performanslarının iyi oldukları varsayımı altında 3 olarak belirlenmiştir.

FHS yöntemi kapsamında ise yasal sermaye yükümlülüğü Denklem (15)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$CR_t = PV * FHS_{\alpha,\%} * \sqrt{n} * m \quad (15)$$

Burada  $FHS_{\alpha,\%}$ ; belli bir güven düzeyindeki en yüksek kayıp oranını ifade etmektedir.

Bu açıklamalar ışığında bulguların uygulamaya dönük sonuçlarını daha iyi ifade edebilmek amacıyla çalışmanın bu aşamasında basit hipotetik bir örneğe yer verilmiştir. Bu kapsamda daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi bankacılık sektörü tarafından piyasa riski ölçümünde FHS yönteminin oldukça yaygın bir kullanım alanı olması nedeniyle çalışmanın bu aşamasında bu yöntem kapsamında elde edilen bulgular üzerinde durulmuş ve hisse senedi pozisyonları ile döviz kuru pozisyonları için ayrı ayrı uygulamalara yer verilmiştir. Uygulama kapsamında banka bilançosundaki hisse senedi ile döviz kuru pozisyonlarının Tablo 6'da gösterildiği gibi olduğu varsayılmıştır. Analizler hem tekil finansal varlıklar hem de eşit ağırlıklandırılmış portföyler için yapılmıştır. Pratik hayattaki uygulamalarla uyumlu olacak şekilde bankanın hisse senedi piyasalarında uzun pozisyon taşıdığı, bu nedenle de aşağı yönlü fiyat hareketlerinin banka için risk teşkil ettiği, döviz kurları açısından ise genelde bankaların bilanço içerisinde açık pozisyon taşıması nedeniyle yukarı yönlü fiyat hareketlerinin risk teşkil edeceği durum dikkate alınmıştır.

**Tablo 6: Düzenlemelerin Bankaların Yasal Sermaye Yükümlülüğü Üzerindeki Etkileri**

Endeksler	Pozisyon tutarı	Basel III Yasal sermaye Yükümlülüğü	Basel IV Yasal sermaye Yükümlülüğü
<b>Tekil varlıklar</b>			
<b>Uzun pozisyon</b>			
BİST Mali	1000 TL	499.01 TL	527.46 TL
BİST Sınai	1000 TL	433.55 TL	452.52 TL
BİST Hizmet	1000 TL	424.06 TL	458.21 TL
BİST Teknoloji	1000 TL	536.95 TL	586.28 TL
<b>Hisse senedi endekslerini içeren eşit ağırlıklandırılmış portföy</b>	4000 TL	1831.82 TL	1911.67 TL
<b>Portföy çeşitlendirme etkisi</b>		61.75 TL	112.79 TL
<b>Döviz kurları</b>			
<b>Tekil varlıklar</b>			
<b>Kısa pozisyon</b>			
USD / TRY	1000 TL	242.86 TL	256.14 TL
EUR/TRY	1000 TL	234.32 TL	243.81 TL
GBP/TRY	1000 TL	224.84 TL	234.32 TL
CHF / TRY	1000 TL	267.53 TL	282.71 TL
JPY / TRY	1000 TL	289.35 TL	297.89 TL
<b>Döviz kurlarını içeren eşit ağırlıklandırılmış portföy</b>	5000 TL	1163.47 TL	1244.19 TL
<b>Portföy çeşitlendirme etkisi</b>		95.43 TL	70.67 TL

Bulgular incelendiğinde öncelikle her durumda Basel IV kapsamındaki yasal sermaye yükümlülüğünün, Basel III kapsamındaki yasal sermaye yükümlülüğünden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bulgular daha spesifik olarak örneğin 1000 TL'lik uzun pozisyon taşıyan BİST mali endeksi için incelendiğinde, Basel III düzenlemelerine göre yasal sermaye yükümlülüğü 499.01 TL iken; Basel IV düzenlemeleri kapsamında bu tutarın 527.46 TL'ye çıktığı gözlemlenmektedir. İlgili dört sektörel hisse senedi endeksi dikkate alınarak oluşturulan eşit ağırlıklandırılmış portföy için bulgular incelendiğinde de Basel III düzenlemelerine göre yasal sermaye yükümlülüğü 1831.82 TL TL iken; Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili tutarın 1911.67 TL 'ye çıktığı anlaşılmaktadır. Bulgular örneğin 1000 TL'lik kısa pozisyon taşıyan USD / TRY kuru için incelendiğinde, Basel III düzenlemelerine göre yasal sermaye yükümlülüğü 242.86 TL iken; Basel IV düzenlemeleri kapsamında yasal sermaye yükümlülüğü 256.14 TL'ye çıkmaktadır. İlgili beş döviz kuru dikkate alınarak oluşturulan eşit ağırlıklandırılmış portföy için bulgular incelendiğinde de Basel III düzenlemelerine göre yasal sermaye yükümlülüğü 1163.47 TL iken; Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili tutarın 1244.19 TL 'ye çıktığı anlaşılmaktadır.

## 5. Sonuç

Bankacılık sektörünün taşıdığı finansal risk düzeyi ile uyumlu bir sermaye yapısına sahip olmasının finansal istikrar açısından oldukça önemli olduğu ifade edilebilir. Bu gerekçe ile Basel düzenlemeleri kapsamında atılan adımlarla finans sektörü kaynaklı risklerin yönetilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada da 1 Ocak 2002 yılı ile 17 Şubat 2022 yılı arasındaki dönem için günlük veriler kullanılarak 2023 yılında yürürlüğe girmesi beklenen Basel IV düzenlemeleri kapsamında hisse senedi ve döviz piyasalarında taşınabilecek kısa ve uzun pozisyonların yol açabileceği piyasa riskleri ölçülmüştür. Analizlerde filtre edilmiş tarihi simülasyon yöntemi ile ekstrem değer teorisine dayalı ES değerlerinden yararlanılmıştır. Analizlerde karşılaştırma amacıyla Basel III kapsamında elde edilen bulgulara da yer verilmiştir. Çalışmada hisse senedi piyasalarını temsilen BİST100 endeksi, BİST hizmet endeksi, BİST mali endeks, BİST sınai endeksi ve BİST teknoloji endeksi; döviz piyasalarını temsilen ise Dolar-TL, Euro-TL, İngiliz sterlini-TL, Japon yeni-TL ve İsviçre frangı-TL kurları dikkate alınmıştır.

Çalışma bulguları öncelikle analizlerde kullanılan yöntemlerden ve ilgili finansal varlıklarda taşınan pozisyonlardan bağımsız olarak, her durumda Basel IV düzenlemeleri kapsamında hesaplanan piyasa riskinin Basel III düzenlemeleri kapsamında hesaplanan piyasa riskinden daha yüksek olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bu bulgu bankacılık sektörünün yeni düzenleme sonrasında daha fazla sermaye yükümlülüğü altına girebileceği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bankacılık sektörünün bu yeni duruma hazırlıklı olmasının sürecin işlevselliğinin artırılması ve Türk bankacılık sektörü için daha uygun bir risk / sermaye dengesinin sağlanabilmesi açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Bulgular ayrıca iki düzenleme arasındaki farkın ilgili finansal varlıklarda kısa veya uzun pozisyon taşınmasına bağlı olarak da değişebileceği sonucuna işaret etmektedir. Bu bulguların yanı sıra bilindiği gibi geleneksel VaR hesaplamalarındaki %99 güven düzeyi ile bu geleneksel VaR yöntemlerine dayalı olarak hesaplanan %97.5 güven düzeyindeki ES değerlerinin istatistiksel olarak benzer olması beklenmektedir. Aralarındaki fark ise daha önce de belirtildiği gibi ES yönteminin geleneksel VaR yöntemlerine göre kalın kuyruk riskini daha iyi bir şekilde modelleyebilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda Basel IV düzenlemelerinin piyasa riski analizlerinde Basel III düzenlemelerine göre daha yüksek değerlere işaret etmesinin kalın kuyruk sorununun analizlerde dikkate alınmasından kaynaklanmış olabileceği ifade edilebilir. Bu noktanın önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü kalın kuyruk riskinin bankacılık sektörü açısından daha iyi anlaşılabilmesinin ve sermaye yeterlilik rasyolarının hesaplanmasına bu risklerin kısmen de olsa dahil edilmesinin finansal piyasalardaki volatilité düzeyi de dikkate alındığında ayrıca önemli olduğu belirtilmelidir.

Basel III ve Basel IV düzenlemeleri kapsamında belirtilen farklılıklar dışında doğrudan ilgili finansal varlıkların risk düzeyleri konusundaki bulgulara gelince, bulgular hisse senedi piyasası için en yüksek piyasa riskine BİST teknoloji ile BİST mali endekslerinin, en düşük piyasa riskine ise BİST sınai endeksi ile BİST hizmet endeksinin sahip oldukları sonucuna işaret etmektedir. Döviz piyasaları içinse bulgular en yüksek piyasa riskine Japon yeni-TL kuru ile İsviçre frangı-TL kurunun, en düşük piyasa riskine ise İngiliz sterlini-TL kuru, Euro-TL kuru ile Dolar-TL kurunun sahip olduklarını göstermektedir. Bulgular ayrıca hisse senedi piyasalarının finansal risk düzeyinin döviz piyasalarının finansal risk düzeyinden belirgin bir şekilde daha yüksek olduğu sonucuna da işaret etmektedir. Son olarak da bulgular hisse senedi endeksleri için aşağı yönlü piyasa riskinin yukarı yönlü piyasa riskinden daha fazla olduğu sonucuna işaret ederken, döviz kurları içinse tersi bir durumun geçerli olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bu bulgu da TL cinsi varlıklarda yaşanan değer kayıplarının yol açabileceği piyasa riskinin TL cinsi varlıkların değer kazanmasının yol açabileceği piyasa riskinden daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Belirtilen bu bulguların da bankalar açısından çeşitli finansal varlıklarda taşınan çeşitli pozisyonların sermaye yeterlik rasyosu üzerindeki olası etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve risk ayarlı getiri hesaplamaları ile kaynakların birimler arasında daha etkin bir şekilde dağıtılması gibi konularda daha doğru kararların verilebilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Daha önce de ifade edildiği gibi bu çalışmadaki analizlerde Basel düzenlemeleri kapsamında 1 Ocak 2002 yılı ile 17 Şubat 2022 yılı arasındaki geçmiş tüm veri seti kullanılarak modeller tahmin edilmiş, ardından Basel III ve Basel IV kapsamında bir gün sonrasına ilişkin VaR ve ES değerleri hesaplanmıştır. Bilindiği gibi BIS Basel IV uygulamaları kapsamında piyasa riskinin ölçümünde ES yöntemini tavsiye etmekle birlikte, henüz ES yönteminin örneklem dışı öngörü performansının ne tür geriye dönük test istatistikleri (back testing) ile ölçülebileceği konusu tartışmalı bir konudur. Dolayısıyla bu alanın yeni bir araştırma alanı olması nedeniyle bu alanda yapılabilecek daha sonraki çalışmalarda güncel gelişmeler takip edilerek Basel IV düzenlemeleri kapsamında ES yönteminin örneklem dışı öngörü performansının bu yöntemle özgü olarak geliştirilebilecek geriye dönük test istatistikleri ile nasıl ölçülebileceğine dönük analizlere odaklanılabileceği düşünülmektedir.

## Kaynakça

1. Altun, E. (2014). Uç Değerler Teorisi Ve Riske Maruz Değer, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erişim adresi: <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11655/2115>. Erişim tarihi: 08.02.2022.
2. Andrews, D.W.K ve Buchinsky, M. (2000). A Three-Step Method for Choosing the Number of Bootstrap Repetitions. *Econometrica*, 68(1): 23-51.
3. Angelidis, T., Benos, A. ve Degiannakis, S. (2004). The Use of GARCH Models in VaR Estimation. *Statistical Methodology*, 1: 105-128.
4. Bakare, S. (2018). Basel IV and its Impacts on Banks. *International Journal of Social Sciences and Economic Research*, 3(1): 380-389.
5. Bali, T.G. (2003). An Extreme Value Approach to Estimating Volatility and Value at Risk. *The Journal of Business* 76(1): 83-108.
6. Barone-Adesi, G., Giannopoulos, K. ve Vosper, L. (1999). VaR without Correlations for Portfolios of Derivative Securities. *The Journal of Futures Markets*, 19 (5): 583-602.
7. Basel Committee on Banking Supervision (2016). Minimum Capital Requirements for Market Risk. Erişim adresi: <https://www.bis.org/bcbs/publ/d352.htm>. Erişim tarihi: 04.02.2022.
8. Blum, P. ve Dacorogna, M. (2003). Extreme Forex Moves. *RISK*, Februray, 63-67.
9. Brownlee, J. (2019). A Gentle Introduction to the Bootstrap Method. Erişim adresi: <https://machinelearningmastery.com/a-gentle-introduction-to-the-bootstrap-method/>. Erişim tarihi: 04.02.2023.
10. Büberkökü, Ö. (2020). Basel IV Kapsamında Alternatif Modellerle Beklenen Kayıp Tutarlarının Hesaplanması. H.S. Kiroğlu (Yay. Haz.). *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Akademik Çalışmalar -II Cilt 5 içinde (ss. 122-148)*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayınevi.
11. CFI Team (2023) Value at Risk (VaR): A Measurement Technique That Estimates The Risk Of An Investment. Erişim adresi: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/risk-management/value-at-risk-var/>. Erişim tarihi: 04.02.2023



12. Claessens, S., Ghosh, S. R. ve Mihet, R. (2013). Macro Prudential Policies to Mitigate Financial System Vulnerabilities in Emerging Markets. Otaviano CANUTO and Swati R. GHOSH (Ed.) (pp. 155-178). Dealing with the Challenges of Macro Financial Linkages in Emerging Markets. Washington D.C. : World Bank.
13. Dormans, B. ve Pit, V. (2017). Basel IV, Changing the Regulatory Landscape of Banks. Erişim adresi: [https://www.capgemini.com/consulting-nl/wp-content/uploads/sites/33/2017/08/02-014.15\\_report\\_road\\_to\\_basel\\_iv\\_webpdf.pdf](https://www.capgemini.com/consulting-nl/wp-content/uploads/sites/33/2017/08/02-014.15_report_road_to_basel_iv_webpdf.pdf). Erişim tarihi: 14.02.2022.
14. Dutta, D. ve Bhattacharya, B. (2008). A Bootstrapped Historical Simulation Value At Risk Approach To S&P CNX Nifty. The National Conference on Money and Banking, IGIDR, Mumbai, India. Erişim adresi: [http://www.igidr.ac.in/conf/oldmoney/mfc\\_10/Debashis%20Dutta\\_submission\\_27.pdf](http://www.igidr.ac.in/conf/oldmoney/mfc_10/Debashis%20Dutta_submission_27.pdf). Erişim tarihi: 18.02.2022.
15. Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look At The Jackknife. The Annals of Statistics,7(1): 1-26, 1979.
16. Efron, B. ve Tibshirani, R. (1993). An Introduction To The Bootstrap. New York: Chapman&Hall.
17. Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation. Econometrica, 50, 987- 1008.
18. Eroğlu, N. ve Kara, F. (2017). Makro İhtiyati Para Politikası Araçları ve Türkiye Uygulaması Üzerine Genel Bir Bakış. İşletme ve Finans Çalışmaları Dergisi, 6(2): 60-69.
19. Escanciano, J.C. ve Pei, P. (2012). Pitfalls in Backtesting Historical Simulation VaR Models. Journal of Banking & Finance, 36 (8): 2233-2244.
20. Feridun, M. ve Özün, A. (2020). Basel IV Implementation: A Review of The Case of The European Union. Journal of Capital Market Studies, 4(1): 7-24.
21. Gavin, J. (2000). Extreme Value Theory–An Empirical Analysis Of Equity Risk. Quantative Risk: Models & Statistics UBS Warburg, August, 1-9.
22. Gencer, H. (2013). Basel I, Basel II, Basel III Sermaye Uzlaşıları. Vergi Raporu, 161: 143-156.

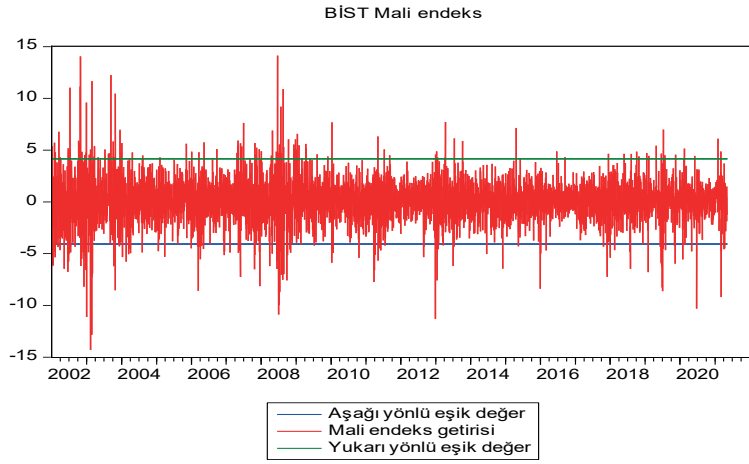
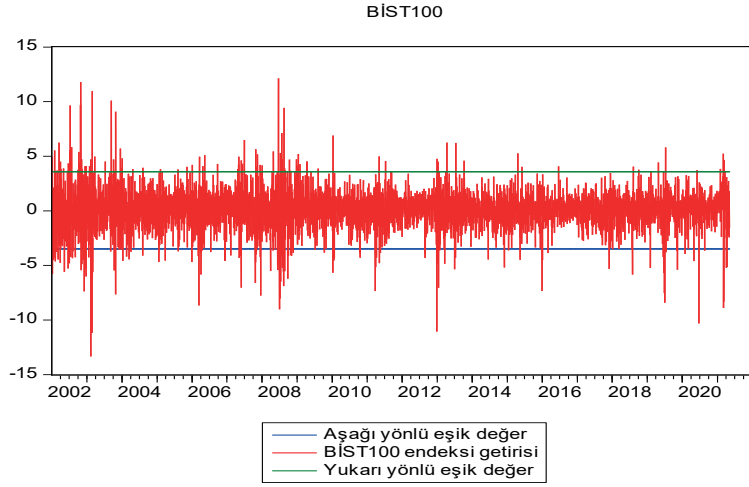
23. Gould, W. ve Pitblado, J. (2022). Guidelines For Bootstrap Samples. Stata Journal. Erişim adresi: <https://www.stata.com/support/faqs/statistics/bootstrapped-samples-guidelines/>. Erişim tarihi: 04.02.2023.
24. Inui, K. ve Kijima, M. (2005). On the Significance Of Expected Shortfall as a Coherent Risk Measure. Journal of Banking & Finance, 29(4): 853-864.
25. İlhan, A. (2015). Makro İhtiyati Politikaların Genel Çerçevesi. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 52 (608), 65-85.
26. Köksal, M. O., Babuşcu, Ş. ve Hazar, A. (2020). Basel IV Neleri Deęiřtirecek? Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi, 2(1): 1-25.
27. KPMG. (2016). The World Awaits: Basel 4 Nears Completion. Erişim adresi: <https://kpmglearninghub.com/2016/12/19/the-world-awaits-basel-4-nears-completion/>. Erişim tarihi: 04.02.2022.
28. Krugman, P.(1998).What Happened to Asia. Cambridge Massachusetts Institute of Technology.Erişim adresi: <http://web.mit.edu/krugman/www/DISINTER.html>. Erişim tarihi: 28.01.2022.
29. Krugman, P.(1999). Balance Sheets, The Transfer Problem And Financial Crisis. International Tax and Public Finance, 6: 459-472.
30. Kurpad, M.R. (2020). Basel IV: The Challenges. Erişim adresi: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3614051> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3614051>. Erişim tarihi: 08.02.2022.
31. Lim C., Columba, F., Costa, A., Kongsamut, P., Otani, A., Saiyid, M., Wezel, T. ve Wu, X. (2011). Macroprudential Policy: What Instruments and How to Use Them? Lessons from Country Experiences. IMF Working Paper WP/11/238.
32. Ljung, G. ve Box, G.E.B. (1978). On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. Biometrika, 66: 67–72.
33. Loretan, M. ve Philips, P.C.B. (1994). Testing The Covariance Stationarity Of Heavy Tailed Time Series: An Overview Of The Theory With Applications To Several Financial Datasets. Journal of Empirical Finance, 1 (2): 211–248.
34. Magnus, M., Margerit A., Mesnard B. ve Korpas, A. (2017). Upgrading the Basel Standards: From Basel III to Basel IV. Erişim adresi: <http://www.europarl.europa.eu/>. Erişim tarihi: 08.02.2022.

35. McNeil, A. J. ve Frey, R. (2000). Estimation of Tail-Related Risk Measures For Heteroscedastic Financial Time Series : An Extreme Value Approach. *Journal of Empirical Finance*, 7: 271-300.
36. Nelson, D.B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59 (2): 347-370.
37. Orgeldinger, J. (2017). Critical Analysis of the New Basel Minimum Capital Requirements for Market Risk. *Italian Journals of Sciences & Engineering*,1(1):1-15.
38. Özatay, F. (2012). Para Politikasında Yeni Arayışlar. *İktisat İşletme ve Finans*, 27 (315): 51-75.
39. Perignon, C. ve Smith, D.R. (2010). The Level and Quality of Value-at-Risk Disclosure by Commercial Banks. *Journal of Banking & Finance*, 34(2): 362-377.
40. Pflug, G. (2000). Some Remarks on the Value-at-Risk and the Conditional Value-at-Risk in S. Uryasev (ed.) (pp. , 1-11) *Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. f
41. Phillips, P. C. B. ve P. Perron. (1988). Testing For A Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75: 335–346.
42. Ren, F. ve Giles, D. E. (2010). Extreme Value Analysis of Daily Canadian Crude Oil Prices. *Applied Financial Economics*, 20 (12): 941-954.
43. Roland Berger (2017). Implications of Ongoing “Basel IV” Debates. Erişim adresi: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/basel\\_iv\\_rolandberger.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/basel_iv_rolandberger.pdf). Erişim tarihi:12.01.2022.
44. Rossignolo, A. (2019). Basel IV A Gloomy Future For Expected Shortfall Risk Models: Evidence From The Mexican Stock Market. *Revista Mexicana de Economia Finanzas Nueva Epoca*,14: 559-582.
45. Ryan, G. (2021). VaR: An Introductory Guide in The Context of FRBT. *Finalyse*, 1-7. Erişim adresi:<https://www.finalyse.com/blog/var-an-introductory-guide-in-the-context-of-frtb>. Erişim tarihi: 08.02.2022.
46. Rydell, S. (2013). The Use of Extreme Value Theory and Time Series Analysis

To Estimate Risk Measures for Extreme Events. Umea University, Master's Thesis in Engineering Physics, Department of Physics, Umeå University, 2013. Erişim adresi: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:621001/FULLTEXT01.pdf>. Erişim tarihi :08.02.2022.

47. Schneider, S., Schrock, G., Koch, S. ve Schneider, R. vd. (2017). Basel "IV": What's Next For Banks ?. Erişim adresi: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/risk/our%20insights/basel%20iv%20whats%20next%20for%20european%20banks/basel-iv-whats-next-for-banks.ashx#:~:text=Banks%20from%20Sweden%2C%20Denmark%2C%20Belgium,such%20as%20France%20and%20Italy>. Erişim tarihi:08.01.2022.
48. Statistical Solutions (2018). Sample Size Calculations. Erişim adresi: <https://www.statisticssolutions.com/sample-size-calculation-2/>. Erişim tarihi: 04.02.2023.
49. Stavroyiannis, S. (2017). Value-At-Risk and Expected Shortfall For The Major Digital Currencies. Erişim adresi: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3028625](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3028625). Erişim tarihi: 12.02.2022.
50. TCMB (2014) Makro İhtiyati Politikalar ve Türkiye Uygulaması. Erişim adresi: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/77402706-96b8-4359-b59a-47ef0e01e23c/BULTEN35.pdf?>. Erişim tarihi: 12.02.2022.
51. Türkiye Bankalar Birliği (2016). Basel IV: Bankaları Bekleyen Zorluklar. Erişim adresi: [https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/konferanssunumlari/1133/Basel\\_IV\\_TBB&EY\\_Sunumu.pdf](https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/konferanssunumlari/1133/Basel_IV_TBB&EY_Sunumu.pdf). Erişim tarihi: 04.02.2022.
52. Yıldırım, O. (2015). Türk Bankacılık Sisteminde Basel Kriterleri. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 52 (609): 9-21.

## EK I: İncelenen Dönemde Hisse Senedi Endekslerinde Gözlemlenen Ekstrem Fiyat Hareketleri



## EK II: İncelenen Dönemde Döviz Kurlarında Gözlemlenen Ekstrem Fiyat Hareketleri

