

## EURO/TL KURUNA İLİŞKİN PİYASA RİSKİNİN ÖLÇÜLMESİ: RISKE MARUZ DEĞER (VaR) YÖNTEMİ İLE BİR UYGULAMA \*

**Samet EVCİ**

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
sametevci@osmaniye.edu.tr

**Serkan Yılmaz KANDIR**

Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, skandir@cu.edu.tr

Makale Gönderme Tarihi: 06.02.2017 Makale Kabul Tarihi: 07.07.2017

### Özet

*Riske Maruz Değer (Value at Risk, VaR) yöntemi, piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. VaR, bir varlığın ya da portföyün değerinde belli bir dönemde, belli bir güven düzeyinde meydana gelebilecek maksimum değer kaybını göstermektedir. Çalışmanın amacı, döviz piyasasında öngörülecek VaR değerleri için uygun dağılımın ve modelin belirlenmesidir. Çalışmada Ocak 2005-Aralık 2014 dönemlerine ait EUR/TL günlük getiri serileri kullanılmıştır. VaR değerleri, normal, student-t ve GED dağılımlarına dayanan simetrik ve asimetrik GARCH modeli Varyans-Kovaryans yöntemi ile hesaplanmıştır. Çalışmada %99 güven düzeyinde öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve modellerin performansını test etmek amacıyla Kupiec (1995) koşulsuz kapsama testi ve Christoffersen (1998) koşullu kapsama testleri uygulanmıştır. Analiz sonuçları, Euro getiri serileri için student-t dağılımına dayanan asimetrik modellerin daha doğru VaR öngörülerinde bulunduğunu göstermiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Riske Maruz Değer, Piyasa Riski, Döviz Piyasası.

## MEASURING MARKET RISK WITH VALUE AT RISK (VaR) METHOD IN FOREIGN EXCHANGE MARKET

### Abstract

*Value at Risk (VaR) is a method that is frequently used in measuring market risk. VaR indicates the maximum possible loss in the value of an asset or a portfolio at a certain level of significance in a certain period. Aim of this study is to determine the appropriate distribution and model for VaR in the foreign exchange market. Daily return data of EUR/TL exchange rates are used for the period January 2005-December 2014. VaR is calculated by the Variance-*

---

\* 21-24 Ekim 2015 tarihleri arasında Çorum'da düzenlenen 19. Finans Sempozyumunda sunulan bildiriden derlenmiştir.

## *EURO/TL Kuruna İlişkin Piyasa Riskinin Ölçülmesi: Riske Maruz Değer (VaR) Yöntemi ile Bir Uygulama*

*Covariance method with the symmetric and asymmetric GARCH models based on normal, student-t and GED distributions. In order to test accuracy of the VaR values and performance of the models at a significance level of 99 percent, we employ Kupiec (1995) unconditional coverage test and Christoffersen (1998) conditional coverage test. Analysis results suggest that at 99% confidence level, the models based on asymmetric models with student-t distribution have more accurate predictions of VaR for Euro return series.*

**Keywords:** Value at Risk, Market Risk, Exchange Market.

### **1. Giriş**

Son dönemlerde döviz piyasasında yaşanan dalgalanmalar birçok sektörü ve döviz yatırımcısını olumsuz etkilemektedir. 2015 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ihracatımızın yaklaşık %45'inin, ithalatımızın ise %33'ünün Euro, cinsinden yapıldığı düşünüldüğünde Euro/TL kurlarındaki oynaklığın birçok işletmeyi etkilemesi ve ekonomide belirsizliklere yol açması kaçınılmazdır. Üstelik her ne kadar döviz kurlarındaki oynaklık tüm şirketleri etkilese de, döviz kuru etkisi, gelir ve giderleri yabancı para cinsinden olan şirketler için daha kuvvetli olmaktadır (Choi, 1986; Bartram, 2008). Örneğin çok uluslu işletmeler ve ihracatçı işletmeler, yerel işletmeler ve daha az ihracat yapan işletmelere göre döviz kuru oynaklığından daha fazla etkilenmektedir (Jorion, 1990; Doukas, Hall ve Lang, 2003; El-Masry ve Abdel-Salam, 2007). Parasal, finansal ve makroekonomik değişkenlere bağlı olarak oynaklık gösteren döviz fiyatları, döviz yatırımcılarının ve işletmelerin piyasa riskinin artmasına neden olmaktadır. Piyasa riski, finansal piyasaların dalgalanması sonucu döviz kuru, faiz oranı ya da hisse senedi fiyatındaki değişimlerin neden olduğu kayıp olasılığını ifade etmektedir (Akgüç, 1998: 866). Döviz yatırımcılarının piyasa riskini yönetebilmeleri, uygun risk yönetim tekniğini belirleyebilmeleri, uygun yatırım kararını verebilmeleri ve maruz kalınan risk nedeniyle gereksinim duyulan sermaye miktarını belirleyebilmeleri için piyasa riskini tutar olarak bilmeleri gerekmektedir. Riske Maruz Değer (Value at Risk, VaR) yöntemi, piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup; bir varlığın ya da portföyün değerinde belli bir dönemde, belli bir güven düzeyinde meydana gelebilecek maksimum değer kaybını göstermektedir (Jorion 2000; Choudhry, 2006). VaR, genellikle 1-10 iş günü için ve %99 güven düzeyi esas alınarak hesaplanmaktadır. %99 güven düzeyi, hesaplanan maksimum kaybın belirlenen dönemde %1 olasılıkla aşılacağını ifade etmektedir (Obi ve Sil, 2013: 626).

VaR değeri parametrik (Varyans-Kovaryans Yöntemi) ve parametrik olmayan (Tarihi Simülasyon ve Monte Carlo Simülasyon) yöntemler ile hesaplanmaktadır. VaR değerinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi, varlık getirilerine ait varyans-kovaryans matrisinin tahminine dayanır (Simons, 1996: 7). Varyans-Kovaryans matrisinin tahmininde geçmiş döneme ait verilerden hesaplanan ortalamalar

ve standart sapmalar kullanılmakta, buna ek olarak portföyde yer alan varlıklar (risk faktörleri) arasındaki korelasyonlar dikkate alınmaktadır (Akan, Oktay ve Tüzün, 2003: 31). Yöntem, varlık getirilerinin normal dağıldığını ve varlık getirileri arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğunu varsaymaktadır (Aktaş, 2008: 247). Bu çalışmada uygulamasının kolay ve açıklanabilirliğinin yüksek olması, literatürde ve uygulamada yaygın olarak kullanılması nedeniyle Varyans-Kovaryans yöntemi kullanılmıştır.

Varyans-Kovaryans yöntemi ile piyasa riskinin hesaplanmasında en önemli aşama getiri serilerindeki volatilitenin ölçüsü olan standart sapmanın tahmini ve bu tahminde kullanılan getiri serilerine ilişkin uygun dağılımın belirlenmesidir.

VaR değeri hesaplanmasında standart sapmanın zamandan bağımsız olduğu başka bir ifadeyle durağan olduğu kabul edilmektedir. Piyasa fiyatlarına ilişkin tarihsel veriler incelendiğinde ise değişimlerin standart sapmasının zaman içinde değiştiği gözlenmektedir (Akan ve diğer, 2003: 32). Özellikle finansal zaman serilerinde görülen aşırı basıklık, volatilitenin kümelenmesi (finansal varlıkların fiyatlarındaki büyük miktarda değişimleri büyük miktarda, küçük miktarda değişimleri de yine küçük miktarda değişimlerin takip etmesi) ve kaldıraç etkisi (negatif şokların oynaklığı, pozitif şoklardan daha fazla arttırması) varyansın sabit olma varsayımını ortadan kaldırmaktadır (Özden, 2008: 340). Bu bağlamda, varyansın sabit olduğu varsayımı ile yapılacak VaR hesaplamaları gerçek piyasa riskini yansıtmada başarılı olmayacağından, koşullu varyanstaki zamana bağlı değişimleri dikkate alan modellerin kullanılması daha doğru olacaktır. Bu nedenle çalışmada Euro getiri serilerine ilişkin koşullu varyans modellemesi için Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelleri tercih edilmiştir. GARCH modeli, olumlu (pozitif şoklar) ve olumsuz haberlerin (negatif şoklar) volatilitenin üzerinde yarattığı etkiyi simetrik şekilde ele almaktadır. Fakat olumlu ve olumsuz haberlerin volatilitenin üzerinde asimetric etkisi olabilir. Genel olarak olumsuz haberler finansal piyasalara ulaştığında varlık fiyatlarının dalgalanma gösterdiği ve volatilitenin hızla arttığı gözlenirken; olumlu haberlerde volatilitenin daha yavaş olduğu gözlenmektedir (Hill, Griffiths, ve Limm, 2010: 527). Çalışmada volatilitenin modellemesi için simetrik GARCH modelinin yanı sıra asimetric GARCH modelleri (EGARCH, GJR-GARCH) de kullanılmıştır.

Varyans-Kovaryans yönteminde VaR değeri, getirilerin standart sapması üzerine kurulu olduğu için normal dağılım varsayımına dayanmaktadır (Damodaran, 2007: 218). Fakat döviz getiri serilerine ilişkin model kalıntıları normal dağılım göstermemekte, çarpık ve kalın kuyruklu bir dağılım sergilemektedir. Kalın kuyrukta, normal dağılımdan farklı olarak dağılımın kuyruk bölgesi daha şişman ve uzun olmaktadır (Best, 1998: 58). Bu durum normal dağılım varsayımı altında yapılan VaR öngörülerinin düşük

hesaplanmasına yol açmaktadır (Bohdalová, 2007: 3). Çalışmada Varyans-Kovaryans yönteminin bu dezavantajını gidermek ve öngörülen VaR değerleri üzerinde model kalıntılarının dağılımına tepkilerini ölçmek için normal dağılım varsayımına dayanan modellerin yanı sıra, Euro getiri serilerindeki aşırı basıklığı ve kalın kuyruğu dikkate alan student-t ve genelleştirilmiş hata dağılımları (GED) varsayımı altında modeller oluşturulmuştur (Hung, Lee ve Liu 2008). Student-t ve GED dağılımlarının görüntü olarak şişman kuyruk modelindeki dağılımına benzediğinden, gerçek piyasa verilerini normal dağılıma göre daha iyi açıklayabileceği düşünülmektedir (Hsieh, 1989a; Baillie ve Bollerslev, 1989, 1991; Engle ve Gau, 1997; Johnston ve Scott, 2000)

Bu çalışma ile Euro piyasasında Varyans-Kovaryans yöntemi ile öngörülecek VaR değerleri için normal student-t ve GED dağılımları arasından en uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi ve bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarısının geriye dönük testler ile ortaya konması amaçlanmıştır. Literatürde yer alan çalışmalar VaR değeri hesaplanırken uygulanacak dağılımın ve modellerin farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Literatürde döviz piyasasını konu alan çalışmalar bulunmakla birlikte, çalışmada Euro ile Türk lirası (EUR/TL) arasındaki kurlara ilişkin piyasa riskinin farklı dağılımlara dayalı varsayımlar altında öngörülmesi çalışmayı diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Çalışmanın izleyen bölümlerinde ilk olarak literatürde yer alan benzer çalışmalar özetlenmiş, ardından çalışmaya konu olan veri seti ve kullanılan yöntem açıklanmıştır. Diğer bölümlerde ise bulgular değerlendirilerek, sonuç kısmına yer verilmiştir.

## **2. Literatür**

Varyans-Kovaryans yöntemine getirilen en önemli eleştiri, standart sapma tahminlerinde kullanılan getiri serilerinin normal dağıldığı varsayımıyla ilgilidir. Fakat uygulamalı çalışmalarda döviz getiri serilerinin normal dağılım göstermediği gözlenmiş ve kalın kuyruk sorunu ile karşılaşmıştır (Best, 1998). Bu nedenle normal dağılım varsayımı altında yapılan VaR öngörülleri gerçeği yansıtmamaktadır (Cheng ve Hung, 2011). Bu bağlamda daha doğru VaR öngörülerinde bulunabilmek için döviz getiri serilerine ilişkin uygun dağılımın belirlenmesi ve getiri serilerindeki volatilitenin ölçüsü olan standart sapmanın tahmini önem arz etmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar da döviz kurlarındaki volatilitenin tahmini için uygun dağılımın ve modelin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmış, farklı dağılım ve modeller önerilmiştir. Bollerslev (1987), döviz kurlarının sergilediği aşırı basık dağılım özelliği nedeniyle normal dağılım varsayımına dayanan GARCH(1,1) modelinin kurlardaki volatilitiyi tam olarak yansıtmadığını ifade etmiş ve student-t dağılımlı GARCH(1,1) modelinin daha uygun olacağını belirtmiştir. Hsieh (1988), ABD doları ile Japon yeni, İsviçre frangı, Kanada doları, mark ve poundun oluşturduğu beş farklı döviz kurundaki

değişimi incelediği çalışmasında, döviz serilerinin normal dağılım göstermediği ve serilerin ortalama ve varyansının zaman içinde değiştiği ifade edilmiştir. Bu bağlamda çalışmada getiri serilerinin dağılımını modellemek için student-t dağılımı ile normal-poisson dağılımları önerilmiş ve ARCH modeli ile kurlardaki volatilitate tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular uygulanan modelin kurlardaki volatilitateyi yakalamakta başarılı olduğunu göstermiştir. Hsieh (1989) diğer bir çalışmasında, aynı döviz kurları için farklı dağılım varsayımları altında ARCH ve GARCH modellerini karşılaştırmıştır. EGARCH(1,1) modelinin değişen varyansı modellemeye daha başarılı olduğu ifade edilmiştir. Döviz kurlarının dinamik ve dağılım özelliklerini inceleyen bir diğer çalışma Baillie ve Bollerslev (1989) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada döviz kurlarındaki aşırı basıklığı dikkate alan student-t dağılımı kullanılmış ve kurlardaki volatilitate GARCH(1,1) modeli ile öngörülmüştür. Student-t dağılımına dayanan GARCH modelinin döviz kurlarına ilişkin değişen varyansın hesaplanmasında başarılı sonuç verdiği ortaya konmuştur. Başka bir çalışmada Baillie ve Bollerslev (1991) yüksek frekanslı veri kullanarak döviz kurlarındaki oynaklığı GARCH modeli ile tahmin etmişlerdir. Baillie ve Bollerslev (1991) dört döviz kuruna ilişkin saatlik veri kullanarak, kurlarda gün içinde meydana gelen değişimlerin oynaklığın modellenmesinde dikkate alınmasını sağlamışlardır. Terasvirta (1996), yüksek frekanslı veri setlerinin aşırı basık bir dağılım gösterdiğini ve bu özelliklere sahip veri setlerindeki volatilitenin GARCH(1,1) ve IGARCH(1,1) modelleri ile öngörülemeyeceğini ifade etmiştir. Baile, Bollerslev ve Mikkelsen (1996) geliştirdikleri FIGARCH modelini Alman markı ile ABD doları arasındaki kur için uygulamışlar ve FIGARCH modelinin GARCH ve IGARCH modellerine göre kurdaki volatilitateyi daha iyi temsil ettiğini ortaya koymuşlardır. Benzer bir çalışmada Vilasuso (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, GARCH(1,1) ve IGARCH(1,1) modellerinin yanı sıra FIGARCH(1,1) modelini de kullanarak ABD doları ile Kanada doları, Fransız frangı, Alman markı, Japon yeni ve İngiliz sterlini arasındaki kurlardan hareketle volatilitate tahmin edilmiş ve FIGARCH(1,1) modelinin kurlardaki volatilitateyi en iyi şekilde tahmin eden model olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Balaban (2004) tarafından yapılan çalışmada, ABD doları ile Alman markı arasındaki kurun volatilitesi simetrik ve asimetric GARCH modelleri ile tahmin edilmiştir. Çalışmada volatilitenin öngörülmesinde GARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1) ve EGARCH(1,1) modelleri kullanılmış ve EGARCH modelinin daha doğru öngörülerde bulunduğu sonucuna varılmıştır. Asimetric GARCH modellerinin tahmin performansını değerlendiren bir diğer çalışma Wang ve Yang (2009) tarafından yapılmıştır. Avustralya doları, İngiliz sterlini, Euro ve Japon yeni ile ABD doları arasındaki kotasyonları konu alan çalışmada EGARCH ve GJR-GARCH modelleri ile döviz kurlarındaki asimetric volatilitenin varlığı incelenmiştir. Elde edilen bulgular belirtilen kurlar için asimetric etkinin varlığını ortaya koymuştur. Olowe (2009), Nijerya döviz

piyahasında volatilitenin kalıcılığını ve asimetrik etkinin varlığını incelemiştir. Nijerya nairası ile ABD doları arasındaki kurda görülen volatilitiyi modellemek amacıyla GARCH(1,1), GJR-GARCH(1,1), EGARCH(1,1), APARCH(1,1), IGARCH(1,1) ve TS-GARCH(1,1) modelleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda volatilitenin kalıcı olduğu, kaldıraç etkisinin bulunmadığı ve çalışmaya konu olan modeller arasında en iyi performansın APARCH ve TS-GARCH modellerinin gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Çağlayan ve Dayıoğlu (2009), Türkiye'nin de içinde bulunduğu OECD ülke para birimleri ile ABD doları arasındaki kurların volatilitelerini öngördükleri çalışmalarında simetrik ve asimetrik GARCH modellerini karşılaştırmışlardır. Ayrıca çalışmada, aşırı basık ve kalın kuyruğa sahip döviz kuru getiri serileri için normal, student-t ve GED dağılımları arasından en uygun dağılım belirlenmeye çalışılmıştır. OECD ülkelerine ait döviz kuru getiri serileri ilişkin volatilitenin öngörülmesinde GARCH, EGARCH, GJR-GARCH ve APARCH modelleri kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular student-t ve GED dağılımlı asimetrik koşullu değişen varyans modellerinin daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Çağlayan, Ün ve Dayıoğlu (2009) Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye'nin de yer aldığı gelişen piyasaları konu alan çalışmalarında, belirtilen ülke para birimleri ile ABD doları arasındaki döviz kurundaki oynaklığın öngörülmesinde simetrik ve asimetrik GARCH modellerinin performansını karşılaştırmışlardır. Bu bağlamda çalışmada normal, student-t ve GED dağılımları varsayımları altında simetrik GARCH ve asimetrik EGARCH, GJR-GARCH, APARCH, ACGARCH modelleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, asimetrik GARCH modellerinin volatilitenin öngörülmesinde simetrik GARCH modellerine göre daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra Meksika için student-t dağılımlı EGARCH, Endonezya için GED dağılımlı GJR-GARCH, Güney Kore için GED dağılımlı EGARCH ve Türkiye için ise GED dağılımlı ACGARCH modeli volatilitate tahmininde en iyi modeller olarak belirlenmiştir. Vee, Gonpot ve Sookia (2011), ABD doları ile Mauritius rupisi arasındaki döviz kurunu esas alan çalışmalarında volatilitenin öngörülmesinde GARCH(1,1) modeline dayanan student-t ve GED dağılımlarını kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, GED dağılımının kurdaki volatilitenin öngörülmesinde daha başarılı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Begu, Spataru ve Marin (2012), Rumen leyi ile Euro arasındaki kurun volatilitelerini öngörmek için en uygun modeli belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında ARCH, GARCH, EGARCH ve TGARCH modelleri kullanılmış ve GARCH modeli ile GED dağılımlı EGARCH modelinin kurdaki volatilitiyi daha doğru tahminlediği sonucuna ulaşılmıştır. Adepoju, Yaya ve Ojo (2013) Nijerya döviz piyasasını inceledikleri çalışmalarında, finansal zaman serilerinde aşırı basık bir dağılım sergilediği ifade edilmiş ve Nijerya döviz piyasasındaki volatilitiyi öngörmek için student-t ve GED dağılımına dayanan simetrik ve asimetrik GARCH modellerini kullanmışlardır. Elde edilen bulgular, Nijerya

nairası ile ABD doları kuru dışındaki döviz kurlarına ilişkin getiri serilerinde student-t dağılımına dayanan asimetric GARCH modellerinin volatilitenin modellenmesinde daha iyi performans gösterdiğini, ABD doları kurunda ise GED dağılımına dayanan GARCH modellerinin daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Döviz piyasalarında VaR tahmini yapmayı amaçlayan uluslararası çalışmalar bulunmaktadır. Beltratti ve Morana (1999) Alman Markı ve ABD doları kuruna ait günlük ve yarım saatlik verileri kullanarak, GARCH, IGARCH ve FIGARCH modelleri ile serilerdeki volatilitiyi ve VaR değerlerini tahmin etmişlerdir. Elde edilen bulgular GARCH modeli ile FIGARCH modeline dayanan öngörülerin yakın olduğunu ortaya koymuş ve volatilitenin öngörülmesinde basit modellerin kullanılması önerilmiştir. So ve Yu (2006) farklı GARCH modellerinin VaR tahmin performanslarını 4 döviz kuru ve 12 piyasa endeksi için sınıamışlardır. İncelenen döviz kurları, 1980-1998 dönemindeki ABD dolarının Japon Yeni, İngiliz Sterlini, Kanada doları ve Avustralya doları karşısındaki kotasyonlarından oluşmaktadır. Analiz sonuçları, IGARCH modelinin en iyi performansı gösterdiğini ortaya koymuştur. Rejeb, Salha ve Rejeb (2012) Tunus dinarı ile üç döviz kuruna (ABD doları, Euro ve Japon yeni) ilişkin VaR tahminleri için uygun modeli belirlemeye çalışmışlardır. 1999-2007 dönemini konu alan çalışmada üç farklı güven seviyesine bağlı olarak farklı modeller kullanılmıştır. Bulgular, Varyans-Kovaryans yönteminin en uygun tahmin sonuçlarını verdiğini ortaya koymuştur. Akhtekhane ve Mohammadi (2012), Rial/Euro kurlarından hareketle parametrik ve Tarihi Simülasyon yöntemi ile VaR değeri hesaplamışlardır. Çalışmada getiri serilerinin aşırı basık bir dağılım sergilemesinden dolayı normal dağılım varsayımına dayanan parametrik yöntemin VaR değerlerini doğru tahmin edemediği ifade edilmiş ve tarihi simülasyon yönteminin daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Cera, Cera ve Lito (2013), Euro-Arnaut Leki kurunu konu alan çalışmalarında GARCH modeline dayanan Varyans-Kovaryans yöntemi ile VaR değerini hesaplamışlardır. Çalışmanın sonucunda GARCH modeline dayanan VaR yönteminin yatırımcıların piyasa riskinin hesaplanmasında uygun bir model olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Literatürde, Türkiye döviz piyasasında volatilitenin öngörülmesi ve VaR yöntemi ile piyasa riskinin hesaplanmasını konu alan çalışmalarda yer almaktadır. Aysoy, Balaban, Koğar ve Özcan (1996), ABD doları ve Alman markı kurlarındaki oynaklığı ve haftanın günleri etkisini inceledikleri çalışmalarında değişen varyansın modellenmesinde GARCH(1,1) modelini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda ülkemiz döviz piyasasında oynaklığın kriz dönemleri dışında düşük olduğu ifade edilmiştir. Akçay (1997), para ikamesinin döviz kurları üzerindeki etkisini incelediği çalışmada döviz kurlarındaki volatilitiyi EGARCH modeli ile tahmin etmiş ve dolarizasyonun

döviz kurlarındaki oynaklığı arttırdığını ortaya koymuşlardır. Akan, Oktay ve Tüzün (2003) çalışmalarında, Türk sermaye piyasalarında 1990-2002 yıllarına ait ABD dolar pozisyonları için varyans-kovaryans yöntemi ve bu yöntemde zaman serilerinin oynaklıkların tahmin edilmesinde kullanılan Üssel Ağırlıklandırılmış Hareketli Ortalama (EWMA) metodu ile VaR değerleri hesaplamış ve uygulanan döviz kuru rejimlerinin VaR değeri üzerine etkisi test etmeye çalışmışlardır. Nargeleçekenler (2004), Euro satış kurlarındaki volatilitiyi ARCH, GARCH, TARCH, EGARCH, ARCH-M, GARCH-M, TARCH-M ve EGARCH-M modeli ile tahmin etmiş ve bu modeller arasında en uygun modelin ARCH(2) modeli olduğu sonucuna varmıştır. Bozkuş (2005) çalışmasında, Euro/USD günlük fiyatları ile BİST 100 endeksi serilerinden hareketle VaR yöntemi ile Beklenen Kayıp (ES) yöntemini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda ES yönteminin kuyruk riski taşımaması ve VaR yöntemine göre tutarlı olması dolayısıyla daha uygulanabilir olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Aktaş (2008) çalışmasında VaR yönteminin ülkemiz finansal piyasalarında kullanımının bir risk taşıyıp taşımadığını incelemiştir. Bu bağlamda, dövizin yanı sıra Devlet İç Borçlanma Senetleri ve hisse senetlerinden oluşturulan hipotetik bir portföy ile Varyans-Kovaryans yöntemi kullanılarak VaR değerleri hesaplanmıştır. Çalışmadan, maruz kalınan piyasa riski nedeniyle gereksinim duyulan sermaye miktarının VaR yöntemi ile hesaplanmanın riskli olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Gürsakal (2007), Euro satış kuru ile İMKB 30 endeksinin piyasa riskini hesaplanmasını konu alan çalışmasında, Varyans-Kovaryans yöntemi ile VaR değerleri tahmin edilmiş ve borsanın döviz kuruna göre daha riskli bir yatırım aracı olduğu sonucuna varmıştır. Öztürk (2006) çalışmasında, dolar kurlarından hareketle normal ve student-t dağılımları varsayımı altında GARCH ve EGARCH modellerinin öngörü performansını karşılaştırmıştır. Ayrıca çalışmada TCMB tarafından alınan kararların ve piyasa müdahalelerinin volatilitiy üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular önceki çalışmaların aksine student-t dağılımının dolar serilerindeki aşırı basıklığı normal dağılımdan daha iyi yakalayamadığını ve kaldıraç etkisinden dolayı GARCH ve EGARCH model öngörülerinin oldukça farklı olduğunu göstermiştir. Demireli ve Taner (2009), 2008-2009 yıllarını kapsayan çalışmalarında, Euro, altın ve ABD dolarından eşit ağırlıkta oluşturdukları hipotetik bir portföy için %99 güven düzeyinde parametrik VaR, tarihi simülasyon ve Monte Carlo simülasyon yöntemleri ile hesaplanan VaR değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen bulgular, Monte Carlo simülasyon yönteminin diğer yöntemlere göre daha geçerli olduğunu ve parametrik yöntemin normal dağılım varsayımı nedeniyle tutarlı sonuçlar vermediğini ortaya koymuştur. Songül (2010) tarafından yapılan çalışmada, tek değişkenli ve çok değişkenli GARCH modelleri ile ABD doları ve Euro getirilerinin oynaklık yapısı incelenmiştir. Bu bağlamda, ABD doları için AR(2)-EGARCH(1,1,1) ve Euro için AR(2)-TARCH(1,1,1) modellerinin döviz kurundaki oynaklığı en iyi şekilde

modellediği ifade edilmiştir. Ayrıca ABD doları ve Euro döviz kuru getiri serilerinin oynaklık yapılarının, literatürde yer alan çalışmaları destekler şekilde önemli derecede asimetrik olduğu ortaya çıkmıştır. Soytaş ve Ünal (2010) çalışmasında, sabit ve değişen varyans modelleri ile Merkez Bankası tarafından belirlenen ABD doları, Euro ve İngiliz sterlinine ait satış kurlarındaki oynaklığı tahmin etmeye çalışmıştır. Bu bağlamda tarihsel oynaklık, EWMA, AR, ARMA, ARCH, GARCH ve asimetrik EGARCH, GJR-GARCH modelleri kullanılmış ve bu modellerin öngörü performansı karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmaya konu olan modellerin öngörülerinden hareketle parametrik yöntem ile VaR değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, GJR-GARCH(1,1) modelinin USD/TL ve GBP/TL serilerinin oynaklık öngörüsünü modellemekte diğer modellere kıyasla daha başarılı olduğunu, EUR/TL serisi için ise en başarılı modelin EGARCH(1,1) modeli olduğunu göstermiştir. VaR modellerinin performansları karşılaştırıldığında ise USD serisi için EWMA, GARCH(1,1) ve GJR-GARCH(1,1) modellerinin; Euro serisi için GARCH(1,1) modelinin İngiliz sterlini için EWMA modelinin en doğru sonuçları verdikleri görülmüştür. Çatal ve Albayrak (2013), Euro ve ABD dolar kurlarını konu alan çalışmalarında parametrik yöntemi, yatırım araçlarının bağımlılık yapılarının birçok formda modellenmesine olanak veren kopula çeşitleri ile ilişkilendirerek geliştirdikleri bir model ile VaR değerini tahmin etmişlerdir. Çalışma sonunda kopula kullanılarak oluşturulan modellerin VaR öngörülerinin daha başarılı olduğunu sonucuna varılmıştır.

### 3. Araştırma Yöntemi ve Veri Seti

Çalışmada, 03.01.2005–31.12.2014 tarihleri arasındaki EUR/TL kapanış kurları kullanılmıştır. 03.01.2005–31.12.2014 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 03.01.2005-07.01.2014 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve döviz kurlarına ilişkin volatilitenin hesaplanmasında esas alınan uygun modellerin belirlenmesi için kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 08.01.2014-31.12.2014 tarihleri arasındaki 250 iş gününden oluşan dönem ise VaR değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Veri setinin logaritmik günlük getirileri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$Y_t = \ln(p_t/p_{t-1})$$

$Y_t$ : Euro kurunun t günündeki logaritmik getirisi

$p_t$ : Euro kurunun t günündeki kapanış fiyatı

$p_{t-1}$ : Euro kurunun t-1 günündeki kapanış fiyatı

Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli, hata terimi varyansının sabit olmadığı ve geçmişteki bilgilerin etkisiyle koşullu olarak değiştiği varsayımına dayanmaktadır (Aksoy ve Olgun, 2009).

GARCH (p,q) modeline ilişkin koşullu ortalama ve varyans denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Bollerslev, 1986):

$$Y_t = \alpha + b'X_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\Psi$ , bilgi setini;  $t$ , zaman endeksini;  $Y_t$  ve  $h_t$  sırasıyla, koşullu ortalama ve varyansı;  $\varepsilon_t$ , sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini;  $q$ , hata karelerinin gecikme uzunluğunu;  $p$ , koşullu varyansın gecikme uzunluğunu;  $X_t$  bağımsız değişken vektörünü;  $b$ , parametre vektörünü;  $\alpha_i$  ve  $\beta_j$  sırasıyla koşullu varyans üzerindeki ARCH ve GARCH etkilerini;  $\alpha$  ve  $\alpha_0$  katsayıları ise koşullu varyans denkleminin sabit değerlerini simelemektedir.

Modelin geçerliliği için denklemden yer alan sabit parametresinin sıfırdan büyük ( $\alpha_0 > 0$ ),  $\alpha_i$  ve  $\beta_j$  parametrelerinin sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük ( $\alpha_i \geq 0$  ve  $\beta_j \geq 0$ ),  $p$  değerinin sıfırdan büyük ve  $q$  değerinin ise sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra modelin durağanlığı için  $\alpha_i$  ve  $\beta_j$  parametreleri toplamının birden küçük olması zorunludur (Bollerslev, 1986).

Simetrik GARCH modellerinin zayıf yönlerini gidermek amacıyla Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}|}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(h_{t-j}), \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\gamma$  parametresi asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini ölçmektedir. Bu parametrenin negatif olması durumunda olumlu haberlerin neden olduğu pozitif şoklar, olumsuz haberlerin neden olduğu negatif şoklara göre daha az volatilité yaratmakta yani kaldıraç etkisi bulunmaktadır. Parametrenin sıfır olması halinde model simetrik olmaktadır (Asteriou ve Hall, 2007: 269). Böyle bir durumda pozitif ve negatif şokların volatilité üzerindeki etkisi aynı olmaktadır. Ayrıca modelin durağan olabilmesi için  $\beta_j$  toplamının birden küçük olması gerekmektedir (Wang ve Wu, 2012: 2173).

Pozitif ve negatif şokların volatilité üzerinde aynı etkiye sahip olmadığını varsayan GJR-GARCH modeli, Glosten, Jaganathan ve Runkle (1993) ve Zakoian (1994) tarafından geliştirilmiştir. Model pozitif ve negatif şokların yarattığı asimetrik etkiyi dikkate almakta ve aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i D_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$D_{t-i} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-i} < 0 \text{ ise (olumsuz haberler)} \\ 0 & \varepsilon_{t-i} > 0 \text{ ise (olumlu haberler)} \end{cases}$$

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü üzere  $D_{t-1}$  değişkeni hata teriminin sıfırdan küçük olması durumunda 1 değerini alırken, sıfırdan büyük ya da eşit olması durumunda 0 değerini almaktadır. Böylece olumlu (pozitif şokların) ya da olumsuz haberlerin (negatif şokların) volatilité üzerinde farklı etki yaratması sağlanmış olmaktadır.  $\gamma_i$  parametresi asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini ölçmekte ve  $\gamma$ 'nın sıfır olması halinde model standart GARCH modeline dönüşmektedir. Negatif şokların volatilité üzerinde pozitif şokların daha fazla etki yaratabilmesi için  $\gamma$  parametresinin istatistiksel açıdan anlamlı ve pozitif olması gerekmektedir (Hill et al, 2010). Ayrıca modelin durağan olabilmesi için  $\alpha_i + \beta_j + 0,5\gamma_i$  toplamının birden küçük olması gerekmektedir (Wang ve Wu, 2012: 2173).

Bollerslev (1987) tarafından geliştirilen student-t dağılımı normal dağılım gibi simetrik, fakat daha sivri ve daha kalın kuyruğa sahip bir dağılımdır. Bu nedenle getiri serilerinin modellenmesinde normal dağılımdan daha uygun düşmektedir (Güner, Mitov ve Racheva-Yotova, 2013: 734). Ayrıca student-t dağılımı, çoğu zaman serilerinin normal dağılmayan karakteristiklerinden dolayı serilerdeki kalın kuyruk özelliğini yansıttığı için en yaygın kullanılan dağılımdır (Hung et al, 2008: 1176).

Modelde, koşullu varyans ve ortalama eşitliği GARCH modellerinde belirtildiği gibidir. Log-olabilirlik fonksiyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Hung et al, 2008: 1177):

$$L(r_t | \Theta) = \sum_{t=1}^T \ln \left( \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right) \sqrt{\pi(v-2)}} \right) - \frac{1}{2 \ln \sigma_t^2} - \left( \frac{v+1}{2} \right) \ln \left[ 1 + \frac{v r_t^2}{v-2} \right]$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\Theta$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha_0$ ,  $\alpha_i$ ,  $\beta_j$  ve  $u$  parametrelerinden oluşan t-GARCH modelinin parametre vektörünü;  $u$ , serbestlik derecesini ve  $\Gamma(\cdot)$ , gama fonksiyonunu ifade etmektedir.  $u$ , parametresi dağılımın kuyruk kalınlığını kontrol etmekte ve pozitif değer almaktadır. Parametre küçüldükçe kuyruk kalınlaşmakta, parametre katsayısının 30'u geçmesi halinde ise dağılım normal dağılıma yaklaşmaktadır (Güner ve diğer, 2013: 734).

Nelson (1991) tarafından geliştirilen GED, finansal verilerdeki asimetri özelliklerini dikkate almakta ve EGARCH modelinin GED özelliğini gösterdiğini varsaymaktadır (Mazıbaş, 2005: 9). GED dağılımına ilişkin yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Nelson, 1991):

$$f(z) = \frac{v \exp\left[-\left(\frac{1}{\lambda}\right) \left|\frac{z}{\lambda}\right|^v\right]}{\lambda 2^{1+\frac{1}{v}} \Gamma\left(\frac{1}{v}\right)}$$

$$\lambda = \left[ \frac{2^{(-\frac{1}{v})} \Gamma\left(\frac{1}{v}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{v}\right)} \right]^{1/2}$$

Yukarıdaki eşitlikte  $-\infty < z < \infty$  ve  $0 < u < \infty$  olmak üzere;  $u$ , kuyruk kalınlığını gösteren bir parametreyi ifade etmekte ve aynı zamanda serbestlik derecesi olarak da adlandırılmaktadır.  $u=2$  olması durumunda  $z$  dağılımı normal dağılıma sahip olmakta,  $u < 2$  olması durumunda  $z$  dağılımı normal dağılımdan daha kalın kuyruğa sahip olmakta ve  $u > 2$  olması durumunda ise  $z$  dağılımı normal dağılımdan daha ince kuyruğa sahip olmaktadır (Nelson, 1991: 353).

Çalışmada normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında, %99 güven düzeyinde, bir günlük elde tutma süresi dikkate alınarak literatürde yaygın olarak kullanılan Varyans-Kovaryans yöntemi ile VaR değerleri hesaplanmıştır.

Normal dağılım varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Cheng ve Hung, 2011. 162):

$$\mathbf{VaR}_t^N = \mu + \hat{\sigma}_t z_\alpha$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\mathbf{VaR}_t^N$ ,  $t$  dönemine ait normal dağılım varsayımı altında öngörülen VaR değerini;  $\mu$ , koşullu ortalamayı;  $\hat{\sigma}_t$ ,  $t$  dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı;  $z_\alpha$  ise normal dağılımın sol tarafındaki  $\alpha$  yüzdelerlik dilimine karşılık gelen tablo değerini ifade etmektedir. Çalışmada %99 güven düzeyi esas alındığı için bu güven düzeyine karşılık gelen tablo değeri  $-2,326$ ' dır.

Student-t varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında ise aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır:

$$\mathbf{VaR}_t^T = \mu + \hat{\sigma}_t t_{\alpha,u}$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\mathbf{VaR}_t^T$ ,  $t$  dönemine ait student-t dağılımı varsayımı altında öngörülen VaR değerini;  $\hat{\sigma}_t$ ,  $t$  dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı;  $t_{\alpha,u}$ , student-t dağılım varsayımı altında,  $u$  serbestlik derecesinde, dağılımın sol tarafındaki  $\alpha$  yüzdelerlik dilimine karşılık gelen kritik değeri simgelemektedir.

GED dağılımı varsayımı altında VaR değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Fan, Zhang, Tsai ve Wei., 2008: 3159):

$$\mathbf{VaR}_t^{GED} = \mu + \hat{\sigma}_t z_{\alpha,u}$$

Yukarıdaki eşitlikte  $\mathbf{VaR}_t^{GED}$ ,  $t$  dönemine ait GED dağılımı varsayımı altında öngörülen VaR değerini;  $\mu$ , koşullu ortalamayı;  $\hat{\sigma}_t$ ,  $t$  dönemine ait GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen koşullu standart sapmayı;  $z_{\alpha,u}$ , ise GED dağılım varsayımı altında,  $u$  serbestlik derecesinde, dağılımın sol tarafındaki  $\alpha$  yüzdelerlik dilimine karşılık gelen kritik değeri ifade etmektedir.

VaR eşitliğinde yer alan  $\mu$  koşullu ortalama ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Hung, Lee, v.d., 2008; Cheng ve Hung, 2011):

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim (0, h_t)$$

$Y_t$ , emtianın t dönemindeki getiri oranını;  $\mu$  ise emtianın t dönemindeki koşullu ortalamasını ifade etmektedir.

Çalışmada VaR değerinin hesaplanmasında kullanılan modellerin doğruluğunu test etmek için Kupiec (1995) ve Christoffersen (1998) testleri uygulanmıştır.

Kupiec (1995) tarafından geliştirilen koşulsuz kapsama testi, VaR modellerinin gerçek riski yeterince tahminleyip tahminlemediğini belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir serbestlik derecesinde  $X^2_1$ , dağılımına sahip Kupiec (1995) testinde olabilirlik oranı test istatistiği ( $LR_{uc}$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$LR_{uc} = 2\ln[(1-f)^{T-N}f^N] - 2\ln[(1-\alpha)^{T-N}\alpha^N], LR \sim \chi^2(1)$$

Yukarıdaki eşitlikte T, örneklem büyüklüğü; N, aşım sayısını; f, aşım oranını yani aşım sayısının örneklem büyüklüğüne oranını ve  $1-\alpha$  güven düzeyini simgelemektedir. Kupiec (1995) testinde boş hipotez  $f=\alpha$  şeklinde ifade edilmekte ve  $LR_{uc}$  istatistiği, %99 güven seviyesinde sırasıyla 6,64 kritik tablo değerlerini aşması durumunda boş hipotez reddedilmektedir. Bu durum VaR modelinin yeterli olmadığını ifade etmektedir (Fan et al, 2008. 3160).

Kupiec testi sadece aşım sayısı üzerine odaklanmakta fakat aşımaların rastsal dağılıp dağılmadığını incelememektedir. Christoffersen (1998) tarafından geliştirilen koşullu kapsama testi, hem toplam aşım sayısının beklenen sayıya eşit olup olmadığını hem de aşımaların bağımsız şekilde dağılıp dağılmadığını incelemektedir (Hung et al, 2008: 1179). Bu kapsamda iki serbestlik derecesinde  $X^2_2$  dağılımına sahip Christoffersen (1998) testinde olabilirlik oranı test istatistiği ( $LR_{cc}$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$LR_{cc} = -2\log \frac{(1-\alpha)^{n_0} \alpha^{n_1}}{(1-\pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{01}} (1-\pi_{11})^{n_{10}} \pi_{11}^{n_{11}}} \sim \chi^2(2)$$

Yukarıdaki eşitlikte  $n_0$ , örneklem büyüklüğü ile aşım sayısı arasındaki farkı (T-N);  $n_1$ , aşım sayısını  $n_{i,j}$ , j değerini izleyen i değerinin gözlem sayısını ( $i,j:0,1$ );  $\pi_{01} = n_{01}/(n_{00}+n_{01})$  ve  $\pi_{11} = n_{11}/(n_{10}+n_{11})$  ifade etmektedir. Christoffersen (1998) testinde boş hipotez aşımaların bağımsız olduğunu ve beklenen aşım oranının  $\alpha$  anlamlılık düzeyine eşit olduğunu ifade etmektedir (Cheng ve Hung, 2011: 164).  $LR_{cc}$  istatistiği, %99 güven seviyesinde sırasıyla 9,21 kritik tablo değerlerini aşması durumunda boş hipotez reddedilmektedir (Hung et al, 2008: 1185).

#### 4. Araştırma Bulguları

Çalışmada kullanılan EUR/TL serisinin logaritmik getirilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de yer almaktadır.

**Tablo 1: Euro Getiri Serisine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

	<b>EURO/TL</b>
Ortalama	0,000169
Medyan	0,000000
Maksimum	0,057174
Minimum	-0,056155
Standart Sapma	0,007509
Çarpıklık	0,489906
Basıklık	9,272282
Jarque-Bera (Prob)	4261,890 (0.000)

Tablo 1 incelendiğinde serinin ortalama getirisi 0,000169, standart sapması ise 0,007509'dur. Çalışmada serinin normal dağılım özelliği taşıyıp taşımadığının belirlenmesinde basıklık ve çarpıklık katsayıları ile Jarque-Bera test istatistiklerinden yararlanılmıştır. Normal dağılıma sahip getiri serilerinde basıklık katsayısı 3, çarpıklık katsayısı 0 olmaktadır. Euro getiri serisine ilişkin basıklık katsayısı sırasıyla 9.272282, çarpıklık katsayısı 0.489906 değerlerini almaktadır. Basıklık katsayısının 3'den büyük olması dağılımın normal dağılıma göre daha basık olduğunu, çarpıklık katsayısının 0'dan büyük olması ise dağılımın sağa çarpık olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Jarque-Bera test istatistiğine ilişkin olasılık değeri %1 anlamlılık düzeyinden küçük çıkmakta ve serinin normal dağıldığını ifade eden boş hipotez reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle, Jarque-Bera test sonuçları Euro getiri serisinin normal dağılım göstermediğini doğrulamaktadır.

Getiri serilerine ilişkin volatilitenin tahmininde kullanılacak uygun koşullu ortalama ve değişen varyans modelinin belirlenebilmesi için serilerin durağan olması gerekmektedir. Bu kapsamda Euro getiri serisini durağanlığını incelemek için literatürde yaygın olarak kullanılan ADF (Augemented Dickey Fuller) ve PP (Phillips Peron) birim kök testleri uygulanmıştır. Her iki birim kök testinde hesaplanan test istatistiklerinin mutlak değeri, çeşitli anlamlılık düzeylerinde MacKinnon kritik değerlerinin mutlak değerinden büyük olması durumunda serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden boş hipotez reddedilmekte ve böylece serinin durağan olduğu kabul edilmektedir. ADF ve PP birim kök testleri sabit terim, sabit terim ve trend içeren modeller kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2. Euro Getiri Serisine İlişkin Birim Kök Test Sonuçları**

Getiri Serileri	ADF		PP	
	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli
EUR/TL	-45,98304*	-46,00109*	-45,95777*	-45,97321*

Gecikme sayısının belirlenmesinde SIC bilgi kriteri kullanılmıştır. \* İlgili katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 2’de sunulan ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre tüm katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır. Bu durumda çalışmaya konu olan getiri serisinin birim kök içermediği ve serinin durağan olduğu kabul edilir.

Çalışmada Euro getirilerine ilişkin değişen varyansı modellemek için normal, student-t ve GED dağılımına dayanan GARCH(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) modelleri kullanılmıştır. Fakat GARCH tipi modellerle değişen varyansı tahmin etmeden önce ARCH etkisinin varlığının test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH-LM testi uygulanmıştır.

Tablo 3’te örneklem içi döneme ait Euro getiri serisine ilişkin farklı gecikme düzeylerinde uygulanan ARCH-LM test sonuçları yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre bütün gecikmelerde LM test istatistiği %1 anlamlılık düzeyinde  $X^2$  tablo değerinden daha yüksek çıkmış ve getiri serisine ait hata terimlerinde ARCH etkisinin olduğunu savunan alternatif hipotez kabul edilmiştir. Bu kapsamda Euro getiri serisine ilişkin değişen varyans GARCH modelleri dikkate alınarak tahmin edilebilecektir.

**Tablo 3. Euro Getiri Serisine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları**

GETİRİ SERİLERİ		EUR/TL
LM(1)	T*R <sup>2</sup>	324,725
	X <sup>2</sup>	6,634
LM(5)	T*R <sup>2</sup>	415,971
	X <sup>2</sup>	15,086

\* İlgili katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır.

Literatürde volatilitenin öngörülmesinde GARCH(1,1) modelinin uygun bir model olduğu belirtilmekle birlikte (Hung, Lee ve Liu, (2008); Sadorsky (2006); Sadeghi ve Shavvalpour (2006); Enders (2009); Gozgor ve Nokay (2011); Pacelli (2012)) çalışmada getiri serisine ilişkin normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında 3 gecikmeye kadar GARCH(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) değişen varyans modelleri

oluşturulmuştur. Bu modeller arasında en uygun olanları, parametrelerin anlamlı olması, model parametrelerinin pozitif olması ( $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $\beta_i \geq 0$ ), model durağanlık koşulunun sağlanması, AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olması dikkate alınarak belirlenmiştir.

Euro serisi için normal dağılım, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında 3 gecikmeye kadar oluşturulan GARCH(p,q), EGARCH(p,q) ve GJR-GARCH(p,q) koşullu değişen varyans modelleri arasında en uygun modeller, GARCH(2,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(2,1,1), t-GARCH(2,1), t-EGARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), GED-GARCH(2,1), GED-EGARCH(2,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1) modellerinin uyumluluğu en iyi modeller olduğu ve volatilitenin kümelenmesini yakalamakta başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Koşullu değişen varyans modellerine ilişkin parametre tahminleri Tablo 4'de yer almaktadır. Parametre tahminleri incelendiğinde, modellerin durağanlık koşulunu sağladıkları ve parametre toplamalarının 1'e çok yakın, fakat 1'den küçük oldukları görülmektedir. Model parametreleri toplamının 1'e çok yakın olması volatilitenin kalıcılığının yüksek olduğunu ve geçmiş dönemdeki şokların cari dönemdeki volatilitenin üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Asimetrik etkiyi dikkate alan modeller incelendiğinde Euro getiri serisinde  $\gamma$  parametresi, EGARCH ve GJR-GARCH modellerinde sırasıyla pozitif ve negatif çıkmıştır. Bu durum asimetrik etkinin varlığını ve getiri serisine ilişkin volatilitenin üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

Euro getiri serisi için uygun modeller belirlendikten sonra model kalıntıları ARCH etkisinin olup olmadığı farklı gecikme uzunluklarına göre ARCH-LM testi ile test edilmiş ve sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 5:** Euro Getiri Serisine İlişkin ARCH-LM Test Sonuçları

ARCH-LM		GARCH(2,1)	EGARCH(2,2,2)	GJR-GARCH(3,1,1)
LM(1)	T*R <sup>2</sup>	0,222	3,122	0,004
	X <sup>2</sup>	6,634	6,634	6,634
LM(5)	T*R <sup>2</sup>	3,058	7,007	3,951
	X <sup>2</sup>	15,086	15,086	15,086
ARCH-LM		t-GARCH(1,1)	t-EGARCH(2,1,1)	t-GJR-GARCH(1,1,1)
LM(1)	T*R <sup>2</sup>	2,356	0,193	1,329
	X <sup>2</sup>	6,634	6,634	6,634
LM(5)	T*R <sup>2</sup>	5,668	4,697	3,277
	X <sup>2</sup>	15,086	15,086	15,086
ARCH-LM		GED-GARCH(2,1)	GED-EGARCH(2,2,2)	GED-GJR-GARCH(2,1,1)

*Samet EVCİ, Serkan Yılmaz KANDIR*

---

LM(1)	T*R <sup>2</sup>	0,415	0,391	0,131
	X <sup>2</sup>	6,634	6,634	6,634
LM(5)	T*R <sup>2</sup>	3,528	5,810	1,442
	X <sup>2</sup>	15,086	15,086	15,086

---

**Tablo 4** Euro Getiri Serisine İlişkin Koşullu Değişen Varyans Modelleri

MODELLER	$\mu$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\beta_1$	$\beta_2$	AIC	SIC
GARCH(2,1)	-1,88E-05	2,72E-06*	0,183835*				0,469387*	0,296702*	-7,237949	-7,225415
EGARCH(1,1,1)	0,000153	-0,506847*	0,212609*		0,078599*		0,96593*		-7,240711	-7,228177
GJR-GARCH(2,1,1)	0,000131	2,74E-06*	0,235149*		-0,145914*		0,445462*	0,335803*	-7,248227	-7,233186
t-GARCH(2,1)	-4,75E-05	2,52E-06*	0,165124*				0,415894*	0,370457*	-7,267204	-7,252164
t-EGARCH(2,1,1)	3,65E-05	-0,536938*	0,242623*		0,09082*		0,535909*	0,429461*	-7,268543	-7,250996
t-GJR-GARCH(1,1,1)	4,16E-05	1,90E-06*	0,154576*		-0,091023*		0,850018*		-7,272107	-7,257067
GED-GARCH(2,1)	-2,62E-05	2,62E-06*	0,173866*				0,461835*	0,313759**	-7,263602	-7,248562
GED-EGARCH(2,2,2)	6,20E-05	-0,071354*	0,260703*	-0,226574*	0,114522*	-0,100283*	1,686507*	-0,690946*	-7,267725	-7,245164
GED-GJR-GARCH(2,1,1)	5,18E-05	2,58E-06*	0,21849*		-0,133205*		0,438125*	0,438125*	-7,270109	-7,252562

\*, \*\*, \*\*\* İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Euro serisi için 03.01.2005–07.01.2014 tarihlerini kapsayan örneklem içi döneme ilişkin veriler kullanılarak normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında uygun koşullu ortalama ve koşullu varyans modellerinin parametreleri tahmin edilmiştir. Bu tahminlerden hareketle Euro serisi için 08.01.2014–31.12.2014 dönemine ait 250 gözleme ilişkin değişen varyans hesaplanmıştır. Hesaplanan varyans değerlerinden hareketle Varyans-Kovaryans yöntemi ile normal student-t ve GED dağılımları varsayımı altında bir günlük VaR öngörülerinde bulunulmuştur. Örneklem dışı dönemde yer alan her bir iş günü için öngörülen VaR değerleri aynı günde gerçekleşen kazanç ve kayıplarla karşılaştırılarak aşım sayısı ve oranı belirlenmiştir. Aşım oranının belirlenen anlamlılık düzeyinden büyük olması ya da gerçekleşen aşım sayısının beklenen aşım sayısından büyük olması (250 x anlamlılık düzeyi) modelin piyasa riskini düşük tahmin ettiğini, küçük olması ise piyasa riskinin olduğundan daha yüksek tahmin ettiğini ifade etmektedir. Gerçekleşen aşım sayısı ve oranının, beklenen aşım sayısı ve belirlenen anlamlılık düzeyine yakın olması modelin güvenilirliğini ve tahmin gücünü artırmaktadır.

Çalışmada %99 güven düzeyinde öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve modellerin performansını test etmek amacıyla aşım sayıları ve oranları değerlendirilmiş, Kupiec (1995) koşulsuz kapsama testi ve Christoffersen (1998) koşullu kapsama testleri uygulanmıştır. Euro getiri serisine ilişkin normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında öngörülen VaR değerlerine ilişkin özet bulgular sırasıyla Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6: Euro Kuruna İlişkin Öngörülen VaR Değerleri için Temel İstatistikler ve Geriye Dönük Test Sonuçları**

Dağılım	Modeller	Ortalama VaR	Aşım sayısı	Aşım oranı	%99 Güven Düzeyi	
					LRuc	LRcc
Normal	GARCH(2,1)	-0,0150	5	0,02	1,9568	2,1821
	EGARCH(1,1,1)	-0,0145	6	0,024	3,5554	3,8803
	GJR-GARCH(1,2,2)	-0,0145	8	0,032	7,7336*	8,3098
Student-t	t-GARCH(2,1)	-0,0189	1	0,004	1,1765	1,1725
	t-EGARCH(1,1,1)	-0,0183	3	0,012	0,0949	0,1722
	t-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0184	2	0,008	0,1084	0,1368
GED	GED-GARCH(2,1)	-0,0161	4	0,016	0,7691	0,9120
	GED-EGARCH(1,1,1)	-0,0155	4	0,016	0,7691	0,9120
	GED-GJR-GARCH(1,1,1)	-0,0157	4	0,016	0,7691	0,9120

\*%1 anlamlılık düzeyinde  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir.

Euro serisine ilişkin Tablo 6'da yer alan  $LR_{uc}$  ve  $LR_{cc}$  test istatistiklerine göre normal dağılıma dayalı GJR-GARCH(1,2,2) modeli dışında tüm modellerin performanslarının yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Fakat GJR-GARCH(1,2,2) modeli yalnızca  $LR_{uc}$  testini geçememiştir. Bu bağlamda modelin VaR öngörülleri güvenilir değilken, modelle ilişkin aşım lar bağımsızdır. Diğer modellerin VaR öngörülleri doğru olmakla birlikte, t-EGARCH(1,1,1) ve t-GJR-GARCH(1,1,1) modellerinde  $LR_{uc}$  ve  $LR_{cc}$  test istatistikleri daha düşük ve aşım oranı %1 anlamlılık düzeyine daha yakındır. Bu nedenle Euro serileri için student-t dağılımının normal ve GED dağılımlarına göre performansının daha iyi olduğu belirtilebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, EUR/TL kuruna ilişkin getiri serilerinde student-t dağılımı kalın kuyruk özelliğini yakalamada daha başarılıdır. Bunun yanı sıra EUR/TL getiri serilerinde student-t dağılımı varsayımı altında asimetrik GARCH modelleri simetrik GARCH modeline göre daha güvenilir öngörüllerde bulunmaktadır. Songül (2010) tek değişkenli ve çok değişkenli GARCH modelleri ile Euro döviz kuru getirilerinin oynaklık yapısını incelediği çalışmasında da, Euro döviz kuru getiri serilerinin oynaklık yapılarının, literatürde yer alan çalışmaları destekler şekilde önemli derecede asimetrik olduğunu belirtmiştir. Ayrıca EUR/TL kurunda normal dağılım varsayımı altında yapılan VaR öngörülleri ne ilişkin aşım sayısı ve oranlarının beklenen düzeyin oldukça üzerinde olması, normal dağılım varsayımı altında yapılan VaR öngörülleri ne gerçeği yansıtmadığını ve piyasa riskini olduğundan daha düşük öngördüğünü ortaya koymaktadır.

#### **4. Sonuç**

Riske Maruz Değer (Value at Risk, VaR) yöntemi, belli bir dönemde, belli bir olasılıkla bir varlığın ya da portfötün değerindeki maksimum kaybı göstermekte ve finansal ve finansal olmayan kurumlar tarafından piyasa riskinin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. VaR yöntemi ile piyasa riskinin ölçülmesinde en önemli aşama fiyatlardaki volatilitenin tahmini, buna ilişkin uygun modelin ve dağılımın belirlenmesidir. Uygun modelin ve dağılımın doğru belirlenmemesi piyasa riskinin olduğundan daha yüksek ya da daha düşük öngörülerek, yatırımcının maruz kaldığı piyasa riski nedeniyle gereksinim duyacağı sermaye miktarının yanlış belirlenmesine ve uygun olmayan yatırım kararlarının verilmesine neden olacaktır. Bu çalışmada, normal dağılımın yanı sıra getiri serilerindeki kalın kuyruk özelliğini dikkate alan student-t ve GED dağılımları varsayımı altında simetrik ve asimetrik GARCH modelleri kullanılarak, Varyans-Kovaryans yöntemi ile EUR/TL kuruna ilişkin getiri serisi için VaR değeri öngörülleri ne yönelik uygun dağılımın ve modellerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu modellerin piyasa riskini tahmin etme başarıları geriye dönük testler ile incelenmiştir.

Çalışmada EUR/TL kuruna ilişkin günlük kapanış fiyatları kullanılmıştır. 01.01.2015-31.12.2014 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak,

örneklem içi dönem döviz kuru getiri serilerine ilişkin volatilitenin hesaplanmasında esas alınan uygun modellerin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Örneklem içi döneme ilişkin veriler kullanılarak her bir dağılım için belirlenen koşullu ortalama ve koşullu varyans modellerinin parametreleri tahmin edildikten sonra 250 gözlemden oluşan örneklem dışı döneme ilişkin değişen varyans hesaplanmıştır. Bu değerlerden hareketle Varyans-Kovaryans yöntemi ile normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında %99 güven düzeyinde 1 günlük VaR öngörülerinde bulunulmuştur. Öngörülen VaR değerlerinin doğruluğunu ve modellerin performansını test etmek amacıyla aşım sayısı ve aşım oranı ile Kupiec (1995) ve Christoffersen (1998) geriye dönük testleri kullanılmıştır.

%99 güven düzeyinde geriye dönük test sonuçları, Euro getiri serisinde student-t dağılımının seride görülen kalın kuyruk sorununu yakalamada daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Euro serisinde Student-t dağılımına dayanan modeller arasında da asimetric etkiyi dikkate alan modellerin simetric modellere göre piyasa riskini daha düşük öngörmesi, piyasa riskinin öngörülmesinde olumlu ve olumsuz haberlerin volatilité üzerindeki etkisinin dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Euro getiri serisine ilişkin volatilité üzerinde olumlu haberler olumsuz haberlere göre daha etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra döviz piyasasında volatilité kalıcılığının yüksek olduğu, geçmiş dönemde yaşanan şokların cari dönemde etkisinin hemen ortadan kalkmadığı gözlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar %99 güven düzeyinde EUR/TL kuru için normal dağılım varsayımı altında oluşturulan GARCH modellerinin VaR değerini olduğundan daha düşük tahmin etme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bu durum yatırımcının piyasa riski nedeniyle gereksinim duyacağı sermaye miktarının yanlış hesaplanmasına neden olacaktır.

Bu çalışma, Euro cinsinden işlemler yapan ekonomik birimlerin maruz kaldıkları piyasa riskini hesaplariken göz önünde bulundurmaları gereken döviz kuru riskini incelemektedir. Çalışma döviz piyasasında farklı dağılıma dayanan varsayımların ve volatilitenin hesaplanmasında seçilen modelin öngörülen piyasa riski üzerindeki etkisini göstermektedir. Buna göre, risk analizi yapan ekonomik birimlerin her döviz kuru için aynı dağılımı kullanması uygun olmayacaktır. Riskin doğru ölçülebilmesi ve gerekli sermayenin doğru hesaplanabilmesi için uygun dağılımın belirlenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra çalışmada asimetric etkiyi dikkate alan modeller kullanılarak olumlu ve olumsuz haberlerin Euro kuru üzerindeki etkileri de belirlenmeye çalışılmıştır. Buradan hareketle ekonomik birimler piyasaya ulaşan haberlerin volatilité üzerinde yaratacağı etkinin gücünü tahmin ederek, döviz işlemi yapacakları uygun zamanı belirleyebileceklerdir. Bu çalışmada, Türkiye’de gerçekleştirilen döviz işlemlerinde ağırlığı olan Euro döviz kuruna ilişkin VaR öngörülleri yapılmıştır. Diğer çalışmalarda, farklı

döviz kurları veya farklı finansal varlıklar üzerinde yapılacak uygulamalar ile uygun dağılımların test edilmesi mümkün olabilir.

#### Kaynakça

Adepoju, A.A., Yaya, O.S. & Ojo, O.O. (2013). Estimation of Garch Models for Nigerian Exchange Rates under Non-Gaussian Innovations. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 4(3), 88-97.

Akan, B., Oktay, A. ve Tüzün, Y. (2003). Parametrik Riske Maruz Değer Yöntemi ve Türkiye Uygulaması. *Bankacılar Dergisi*, 14(45), 29-40.

Akçay, O. C., Alper, C. A. ve Karasulu, M. (1997). Currency Substitution and Exchange Rate Instability: The Turkish Case. *European Economic Review*, 41, 827-835.

Akgüç, Ö. (1998). *Finansal Yönetim* (7. baskı). İstanbul: Avcıol Basım Yayın.

Akhtekhane, S. & Mohammadi, P. (2012). Measuring Exchange Rate Fluctuations Risk Using the Value-at-Risk. *Journal of Applied Finance and Banking*, 2(3), 65 – 79.

Aktaş, M. (2008). Türkiye Piyasalarında Parametrik Riske Maruz Değer Modelinin Taşıdığı Riskler. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 243-265.

Asteriou, D. & Hall, S. (2007). *Applied Econometrics*. New York: Palgrave Macmillan.

Aysoy, C., Balaban, E., Koğar C. I. ve Özcan C. (1996). Daily Volatility in the Turkish Foreign Exchange Market. *TCMB Tartışma Tebliğleri*, No: 9625, <http://www.tcmb.gov.tr/yeni/evds/teblig/96/9625> (Erişim Tarihi: 10.03.2015).

Baillie, R. T., Bollerslev, T. & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 74, 3-30.

Baillie R. & Bollerslev T. (1989). The Message in Daily Exchange Rates: A Conditional-Variance Tale. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7(3), 297-305.

Baillie R.T. & Bollerslev T. (1991). Intra-day and Inter-Market Volatility in Foreign Exchange Rates. *The Review of Economic Studies*, 58(3), 565-585.

Balaban, E. (2004). Forecasting Exchange Rate Volatility. *Working paper*, <http://ssrn.com/abstract=494482> (Erişim Tarihi: 20.04.2015).

Bartram, S. M. (2008). What Lies Beneath: Foreign Exchange Rate Exposure, Hedging and Cash Flows. *Journal of Banking & Finance*, 32, 1508-1521.

Begu, L., Spataru, S. & Marin, E. (2012). Investigating The Evolution of Ron/Eur Exchange Rate: The Choice of Appropriate Model. *Journal of Social and Economic Statistics*, 2(1), 23-39.

Beltratti, A. & Morana, C. (1999). Computing Value at Risk with High Frequency Data. *Journal of Empirical Finance*, 6, 431-455.

Best, P. (1998). *Implementing Value at Risk*. London: John Wiley & Sons, Inc.

Bohdalová, M. (2007). A Comparison of Value-at-Risk Methods for Measurement of the Financial Risk. *E-Leader*, 1-6.

Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.

Bollerslev, T. (1987). A Conditional Heteroskedastic Time Series Model for Security Prices and Rates of Return Data. *Review of Economics and Statistics*, 69(3), 542-547.

Bozkuş, S. (2005). Risk Ölçümünde Alternatif Yaklaşımlar: Riske Maruz Değer (VaR) ve Beklenen Kayıp (ES) Uygulamaları. *DEÜ İİBF Dergisi*, 20(2), 27-45.

Cera, G., Cera, E. & Lito, G. (2013). A GARCH Model Approach to Calculate The Value at Risk of Albanian Lek Exchange Rate. *European Scientific Journal*, 9(25), 250-260.

Cheng, W. H. & Hung, J. C. (2011). Skewness and Leptokurtosis in GARCH-typed VaR Estimation of Petroleum and Metal Asset Returns. *Journal of Empirical Finance*, 18, 160-173.

Choi, J. J. & Elyasiani, E. (1997). Derivative Exposure and The Interest Rate and Exchange Rate Risks of U.S. Banks. *Journal of Financial Services Research*, 12(2/3), 267-286.

Choudhry, M. (2006). *An Introduction to Value-At-Risk* (Fourth Edition). Great Britain: John Wiley & Sons, Ltd.

Christoffersen, P.F. (1998). Evaluating Interval Forecasts. *International Economic Review*, 39, 841-862.

Çağlayan, E. ve Dayıoğlu, T. (2009). Döviz Kuru Getiri Volatitesinin Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Öngörüsü. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 9, 1-16.

Çağlayan, E., Ün, T. ve Dayıoğlu, T. (2009). Modelling Exchange Rate Volatility in MIST Countries. *International Journal of Business and Social Science*, 4(12), 260-269.

Çatal, D. ve Albayrak, S. (2013). Riske Maruz Değer Hesabında Karışım Kopula Kullanımı: Dolar-Euro Portföyü. *Journal of Yaşar University*, 8(31), 5187-5202.

Damodaran, A. (2007). *Strategic Risk Taking: A Framework for Risk Management*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Doukas, J., Patricia H. & Larry P. (2003). Exchange Rate Exposure at the Firm and Industry Level. *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 12(5), 291-346.

El-Masry, A., Omneya A. & Amr A. (2007). Exchange Rate Exposure: Do Size and Foreign Operations Matter?. *Managerial Finance*, 33(9), 741-765.

Enders, W. (2009). *Applied Econometric Times Series*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Engle R.F. & Gau Y.F. (1997). Conditional Volatility of Exchange Rates Under A Target Zone. University of California, San Diego, *Department of Economics Discussion Paper Series* 06.

Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.

Fan, Y., Zhang, Y. J., Tsai, H. T. & Wei, Y. M. (2008). Estimating Value at Risk of Crude Oil Price and its Spillover Effect Using The Ged-Garch Approach. *Energy Economics*, 30, 3156-3171.

Glosten, L. R., Jagannathan, R. & Runkle, D. E. (1993). On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *Journal of Finance*, 48(5), 1779-1801.

Gozgor, G. & Nokay, P. (2011). Comparing Forecasting Performances Among Volatility Estimation Methods in The Pricing of European Type Currency Options of USD-TL and EURO-TL. *Journal of Money, Investment and Banking*, 19, 130-142.

Güner, B., Mitov, I. & Racheva-Yotova, B. (2013). Fat-Tailed Models for Risk Estimation. (Eds), Fabozzi, Frank J. *Encyclopedia of Financial Models II New Jersey*: John Wiley & Sons.

Gürsakal, S. (2007). Hisse Senedi ve Döviz Piyasası Risklerinin Riske Maruz Değer Yöntemi ile Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 26(2), 61-76.

Hill, R. C., Griffiths, W. E. & Lim, G. C. (2010). *Principles of Econometrics*. USA: John Wiley & Sons.

Hsieh, D. A. (1988). The Statistical Properties of Daily Foreign Exchange Rates: 1974-1983. *Journal of International Economics*, 24, 129-145.

Hsieh DA. (1989a). Modeling Heteroscedasticity in Daily Foreign-Exchange Rates. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7(3), 307-317.

Hung, J. C., Lee, M. C. & Liu, H. C. (2008). Estimation of Value-at-Risk for Energy Commodities via Fat-Tailed Garch Model. *Energy Economics*, 30, 1173-1191.

Johnston, K. & Scott, E. (2000). GARCH Models and The Stochastic Process Underlying Exchange Rate Price Changes. *Journal of Financial and Strategic Decisions*, 13(2), 13-24.

Jorion, P. (1990). The Exchange-Rate Exposure of U.S. Multinationals. *Journal of Business*, 63(3), 331-345.

Jorion, P. (2000). *Value at risk: A New Benchmark for Controlling Risk*. New York: Mc Graw Hill Inc.

Kupiec, P. (1995). Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models. *Journal of Derivatives*, 3, 73-84.

Mazıbaş, M. (2005). İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama. VII. *Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu (26-27 Mayıs 2005)*, İstanbul. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Bölümü.,s. 1-29.

Nargeleçekenler, M. (2004). Euro Kuru Satış Değerindeki Volatilitenin ARCH ve GARCH Modelleri ile Tahmini. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 54(2), 153-179.

Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometric*, 59, 347-370.

Obi, P. & Sil, S. (2013). VaR and Time-Varying Volatility: A Comparative Study of Three International Portfolios. *Managerial Finance*, Vol. 39 (7), 625 – 640.

Olowe, R. (2009). Modelling Naira/Dollar Exchange Rate Volatility: Application of Garch and Assymmetric Models. *International Review of Business Research Papers*, 5, 377-398.

Özden, Ü. (2008). İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitesinin Analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13, 339-350.

Öztürk, K. (2006). *Exchange Rate Volatility: The Case of Turkey*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Rejeb, A., Salha, O & Rejeb, J. (2012). Value-at-Risk Analysis for the Tunisian Currency Market: A Comparative Study. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2(2), 110-125.

Sadeghi, M. & Shavvalpour, S. (2006). Energy Risk Management and Value at Risk Modeling. *Energy Policy*, 34, 3367-3373.

Sadorsky, P. (2006). Modeling and Forecasting Petroleum Futures Volatility. *Energy Economics*, 28, 467-488.

Simons, K. (1996). Value-at-Risk New Approaches to Risk Management. *New England Economic Review, September/October, 1-13.*

So, M. & Yu, P. (2006). Empirical Analysis of GARCH Models in Value at Risk Estimation. *International Financial Markets. Institutions and Money, 16: 180–197.*

Songül, H. (2010). *Otogresif Değişen Varyans Modelleri: Döviz Kurları Üzerine Uygulama*. Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası, Ankara.

Soytaş, U. ve Ünal, Ö. S. (2010). Türkiye Döviz Piyasalarında Oynaklığın Öngörülmesi ve Risk Yönetimi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 17(1), 121-145.*

Vee, D., Gonpot, P. ve Sookia, N. (2011). Forecasting Volatility of USD/MUR Exchange Rate Using a GARCH (1, 1) Model with GED and Student't Errors. *University of Mauritius Research Journal, 17 (1), 1-14, 1-14.*

Vilasuso, J. (2002). Forecasting Exchange Rate Volatility. *Economics Letters, 76, 59-64.*

Wang, J. ve Yang, M. (2009). Asymmetric Volatility in The Foreign Exchange Markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 19, 597–615.*

Wang, Y. ve Wu, C. (2012). Forecasting Energy Market Volatility Using Garch Models: Can Multivariate Models Beat Univariate Models. *Energy Economics, 34(6), 2167–2181.*

Zakoian, J.M. (1994). Threshold Heteroskedastic Models. *Journal of Economic Dynamics and Control, 18, 931-55.*

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

The recently experienced volatility in the foreign exchange market has negatively influenced several industries and currency investors. Since according to 2015 data of Turkish Statistical Institute 45 percent of the exports and 33 percent of the imports of Turkey are in Euros, it is inevitable for volatility in Euro/TL exchange rates to impact many companies and initiate uncertainty. Currency investors need to know the amount of market risk to manage market risk, to determine the proper risk management technique, to make the proper investment decision and to determine the required amount of capital to meet risk incurred. Value at Risk (VaR) is a method that is frequently used in measuring market risk. VaR indicates the maximum possible loss in the value of an asset or a portfolio at a certain level of significance in a certain period. Aim of this study is to determine the appropriate distribution and model between student-t and GED distributions for VaR in the Euro/TL foreign exchange market by using variance-covariance method. Moreover, we try to determine the ability of these models to estimate market risk by employing back tests.

### 2. Method

In this study, we employ EGARCH and GJR-GARCH models among normal, student-t and GED distributed symmetric GARCH model and asymmetric GARCH models to model the volatility in Euro/TL exchange rates.

GARCH model, developed by Bolerslev (1986), assumes that variance of error term is not constant and it tends to change conditionally due to information in the past (Aksoy ve Olgun, 2009). The EGARCH model, developed by Nelson (1991), aims to remove weaknesses of the symmetric GARCH models. The EGARCH model explains the impact of positive and negative information on volatility. The GJR-GARCH model, developed by Glosten, Jaganathan and Runkle (1993) and Zakoian (1994), assumes that positive and negative shocks do not have the same impact on volatility. This model considers the asymmetric effect generated by positive and negative shocks (Hill et al, 2010).

VaR is calculated by the Variance-Covariance method based on normal, student-t and GED distributions at a 99 percent confidence level by assuming a one-day holding period.

In order to test accuracy of the VaR values and performance of the models at a significance level of 99 percent, we employ Kupiec (1995) unconditional coverage test and Christoffersen (1998) conditional coverage test. The unconditional coverage test, developed by Kupiec (1995), is used to determine whether the VaR models estimate the realized risk. Kupiec test

merely focus on the number of violations, but it does not examine whether the violations are distributed randomly. The conditional coverage test, developed by Christoffersen (1998), examine both whether total number of violations are equal to the expected number and whether the violations are distributed independently (Hung et al, 2008: 1179).

### **3. Result and Discussion**

Daily return data of EUR/TL exchange rates are used for the period January 2005-December 2014. The whole sample that covers 01.03.2005–12.31.2014 period is divided into two periods. The subperiod that spans from 01.03.2005 to 01.07.2014 is defined as the in-the-sample period and used to determine the proper models for computing the volatility of the exchange rates. On the other hand, the subperiod that spans from 01.08.2014 to 12.31.2014 is defined as the out-of-sample period and used to calculate VaR values.

Among the GARCH(p,q), EGARCH(p,q) and GJR-GARCH(p,q) models developed under the assumption of normal distribution, student-t distribution and GED distribution the proper models may be listed as GARCH(2,1), EGARCH(1,1,1), GJR-GARCH(2,1,1), t-GARCH(2,1), t-EGARCH(2,1,1), t-GJR-GARCH(1,1,1), GED-GARCH(2,1), GED-EGARCH(2,2,2) ve GED-GJR-GARCH(2,1,1). By employing these models and by using 250 observations of the out-of-sample period heteroscedasticity is calculated. By using these variance values and variance-covariance method depending on normal, student-t and GED distributions daily VaR values are estimated. Kupiec (1995) unconditional coverage test and Christoffersen (1998) conditional coverage test are employed to test the performance of the models and accuracy of the estimated VaR values at a 99 percent confidence level.

Analysis results suggest that at 99% confidence level, the models based on asymmetric models with student-t distribution have more accurate predictions of VaR for Euro return series. This finding is in line with Songül (2010) who employs various GARCH models and finds that the volatility of the Euro/TL exchange rate has an asymmetric structure. Moreover, since the number of violations estimated by VaR model exceeds the expected level, VaR model s do not seem to make accurate estimations.

This study demonstrates the impact of the model selected for calculating volatility and assumptions on different distributions on the Euro/TL exchange market. The economic agents that conduct risk analysis would not use the same distribution for each currency. The proper distribution would be determined in order to measure risk accurately and to calculate the capital correctly. Furthermore, economic agents would consider the different impact levels of positive and negative shocks. This would help the currency investors with timing decisions.