



Atıfta Bulunmak İçin / Cite This Paper: Topaloğlu, E. E. (2019). “Döviz Kuru Getiri Oynaklığı Modellemesi: Dolar, Euro ve Sterlin Serileri Üzerine Garch, Egarch ve Igarch Modelleri İle Bir İnceleme”, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (4): 3352-3378.

Geliş Tarihi / Received Date: 25 Aralık 2018

Kabul Tarihi / Accepted Date: 1 Nisan 2019

Araştırma Makalesi

DÖVİZ KURU GETİRİ OYNAKLIğI MODELLEMESİ: DOLAR, EURO VE STERLİN SERİLERİ ÜZERİNE GARCH, EGARCH VE IGARCH MODELLERİ İLE BİR İNCELEME

Dr. Öğr. Üyesi Emre Esat TOPALOğLU

Şırnak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

emresatopal@sirnak.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8771-779X

Öz

Çalışmada Dolar, Euro ve Sterlin döviz kuru serilerine ilişkin getiri oynaklığı modellemesi yapmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 05.01.2000-13.09.2018 dönemindeki günlük verilerin sürekli getirileri hesaplanarak analiz kapsamında incelenmiştir. Oynaklık modellemesi için serinin durağanlığı sağlanmış, Schwarz bilgi kriteri esas alınarak en uygun ARMA başlangıç modeli belirlenmiş ve serilerdeki değişen varyans, otokorelasyon ve doğrusal olmayan unsurların varlığı araştırılmıştır. Analiz sonucunda, EUR serisi için GARCH (2,1), USD serisi için EGARCH (1, 2) ve GBP serisi için IGARCH (1,1) modelleri ile oynaklık modellemesi gerçekteştirilmiştir. Model sonuçlarına göre, EUR serisi için oynaklığa etki eden şokların kalıcı bir etki yaratmadığı tespit edilirken, EUR serisine gelen bir şokun etkisinin ve şoku üzerinden atmasının yaklaşık 8.09 gün sürdüğü belirlenmiştir. USD serisinde meydana gelen pozitif bir şokun, aynı büyüklükteki negatif şoktan daha fazla etki yarattığı ve şokların getiri oynaklığı üzerinde asimetric bir etkiye sahip olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca USD serisine gelen bir şokun etkisinin yaklaşık 2.30 gün sürdüğü de belirlenmiştir. GBP serisinde ise şokların kalıcı bir etki yarattığı ve ağırlıklı olarak bir önceki dönemde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döviz kuru, Getiri oynaklığı, GARCH modeli

MODELING EXCHANGE RATE RETURN VOLATILITY: AN INVESTIGATION WITH GARCH, EGARCH AND IGARCH MODELS ON DOLLAR, EURO AND STERLING SERIES

Abstract

The aim of this study is to model the volatility of the Dollar, Euro and Sterling series. In this direction, permanent return of daily data in 05.01.2000-13.09.2018 period is calculated and analyzed within the scope of analysis. The stationary of the series is provided for volatility modeling, and the optimal ARMA starting model is determined on the basis of the Schwarz information criterion and the variance, autocorrelation and nonlinear elements are investigated in the series. As a result of the analysis, the volatility models of the series are analyzed by GARCH (2,1) model for EUR series, EGARCH (1, 2) for USD series and IGARCH (1,1) models for GBP series. According to the results of the model, it is found that the impacts on the volatility of the EUR series don't have a lasting impact and the effect of shock lasted 8.09 days. A positive shock from the USD series are more influenced by negative shock of the same magnitude and shock isn't asymmetric on return volatility. Furthermore, it is determined that effect of shock lasted 2.30 days. In the GBP series, the shocks have a lasting effect and predominantly occurred in the previous period.

Key Words: Exchange rate, Return volatility, GARCH models

1. GİRİŞ

Oynaklık, bir zaman serisinde ortalama değerden sapma genişliğinin ölçüsüdür ve oynaklık kümelenmesi olarak ifade edilebilen büyük çapta değişimlerin büyük değişimleri, küçük çaptaki değişimlerin ise küçük değişimleri izlemesi olarak değerlendirilebilmektedir (Gujurati, 2011: 240). Döviz piyasalarında meydana gelen şoklar ve beklenmedik durumlar, gerek finansal araçların gerek döviz kuru fiyatlarında ani değişimlere diğer bir ifadeyle oynaklığa yol açabilmektedir. Yüksek düzeyde oynaklık, yatırımcılar açısından risk unsuru olarak kabul edilmekte ve yatırım kararlarında belirleyici rol oynayabilmektedir. Bu açıdan döviz piyasalarında kurlara ilişkin fiyat serilerinde oynaklık ölçümlerinin yapılması, riskten korunma anlamında yatırımcılar için bir gerekliliktir.

Oynaklık, bir zaman serisinde pozitif ya da negatif yönlü ortalamadan sapmaları ifade etmektedir. Döviz kurlarına ilişkin fiyat serilerindeki oynaklık, yakın bir geçmişe kadar serilerdeki varyansın zaman içerisinde değişmediği varsayımı altında hesaplanması, günümüzde finansal serilerin değişkenlik seviyelerinin artması ile yetersiz kalmıştır. Bu doğrultuda finansal serilerin oynaklık yapılarının belirlenmesinde serilerdeki oynaklık kümelenmesi ve asimetrik hareketler gibi faktörleri dikkate alan değişen varyansı tahmin edebilme özelliğine sahip yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler, Engle (1982) tarafından geliştirilen otoregresif koşullu değişen varyans ARCH ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen ve ARCH modelindeki birtakım kısıtlamaları ve negatif varyansı tahmin edebilme özelliğine de sahip Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans GARCH modelidir. GARCH modeli sonrasında ise pozitif ve negatif şoklar karşısında asimetrik tepkileri de ölçebilen ve modelleyebilen APGARCH, EGARCH, TGARCH ve IGARCH gibi GARCH ailesi modelleri de geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, 05.01.2000-13.09.2018 döneminde Dolar, Euro ve Sterlin döviz kuru serilerine ilişkin getiri oynaklığı modellemesi yapmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma, literatür taraması, veri ve metodoloji, bulgular ve sonuç bölümleri olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. Yüksek işlem hacmine sahip ve Türk Lirası karşısında en değerli para birimlerinden olan Dolar, Euro ve Sterlin kurlarına ait serilerin oynaklık yapılarının simetrik ve asimetrik durumları doğrultusunda incelenmesi açısından çalışmanın özgün bir değere sahip olduğu ve literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ulusal ve uluslararası yazında gerek finansal piyasalara gerek makroekonomik faktörlere ilişkin volatilité modellemelerine ait birçok çalışma söz konusudur. En önemli makroekonomik faktörlerden biri olan döviz kurlarının oynaklık yapılarının incelendiği çeşitli

çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular, kronolojik sıra doğrultusunda bu bölümde verilmiştir.

Arize ve diğerleri (2000) 1973-1996 döneminde az gelişmiş 13 ülkede reel döviz kuru volatilitésinin ihracat üzerindeki uzun dönemli etkisini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre döviz kurundaki dalgalanmaların ve döviz kurundaki belirsizliğin artmasının ihracat üzerinde olumsuz bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Doğanlar (2002) çalışmasında Türkiye, Güney Kore, Malezya, Endonezya ve Pakistan olmak üzere 5 Asya ülkesinde döviz kuru oynaklığının ihracat üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sonuçlar, döviz kuru oynaklığının bu ülkeler için reel ihracat miktarını azalttığını göstermektedir. Bu bağlamda bu ülkelerde döviz kuru oynaklığının artması, üreticilerin dış piyasalardan ziyade iç piyasada satış yapmayı tercih edecekleri anlamına da geldiği ifade edilmiştir. Reel efektif döviz kuru oynaklığı ile ihracat arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla Kasman (2003) tarafından yapılan çalışma Türkiye için 1989-2002 yıllarını kapsamaktadır. Çalışmada ihracat, sanayi üretimi, reel döviz kuru ve reel döviz kuru oynaklığı arasında uzun dönem denge ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca döviz kuru oynaklığı için pozitif ve negatif kısa dönem esneklikler tahmin edilmiştir. İhracat ve döviz kuru oynaklığı arasında uzun dönemli negatif ilişki ve döviz kuru oynaklığı ve toplam ihracat arasında kısa dönemli pozitif ilişki de analiz sonucunda elde edilmiştir. Sektörel bazda yapılan tahminlemelerde ise, imalat ve tarım sektörlerinde ihracat ve döviz kuru oynaklığı arasında negatif, maden sektöründe ihracat ve döviz kuru oynaklığı arasında pozitif yönlü ilişki; kısa dönemde ise döviz kuru oynaklığının imalat ve maden sektörlerinde pozitif, tarım sektöründe ise negatif etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında Kasman; Türkiye’de döviz kuru oynaklığını azaltıcı politikalar uygulanmasının ihracatçı firmaları rahatlatacağını öngörmektedir. Choudhry (2005) tarafından yapılan çalışmada ise döviz kuru oynaklığının Amerika Birleşik Devletleri'nin Kanada ve Japonya'ya yaptığı ihracat üzerindeki etkisi, mevcut esnek döviz kuru döneminde (1974-1998) incelenmiştir. Döviz kuru volatilitésini GARCH (1,1) modeli ile tespit edilirken, döviz kuru oynaklığının reel ihracat üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tenreiro (2007) çalışmasında nominal döviz kuru volatilitésinin ticaret üzerindeki etkisi 1970-1997 dönemi için incelemiştir. Çalışma neticesinde, döviz kuru volatilitésinin ticaret hacmi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

Güloğlu ve Akman (2007), Mart 2001-Mart 2007 dönemleri için Türkiye’de nominal döviz kurundaki (TL/\$) oynaklığı ARCH, GARCH ve SWARCH modelleri kullanılarak tahmin ettikleri çalışmalarında, geleneksel ARCH veya GARCH yöntemleri kullanılarak yapılan tahminlerin daha yüksek ve inandırıcı olmayan bir oynaklık öngördüğü, rejim değişmelerini

dikkate alan SWARCH tahminlerinin daha tutarlı olduğu çıkarımında bulunmaktadır. Buradan hareketle kurdukları model sonucunda; oynaklığın düşük olduğu durum, yine oynaklığın düşük olduğu bir durum tarafından takip edilmeli ve oynaklığın yüksek olduğu bir durum da oynaklığın yüksek olduğu bir durum tarafından izlenmelidir sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Türkiye ve dünyada meydana gelen ekonomik ve siyasal olayların döviz kuru oynaklığı üzerinde kalıcı bir etkiye yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır. Türkyılmaz, Özer ve Kutlu (2007) yaptıkları çalışmalarında, Türkiye’de 1999:01-2007:01 dönemleri için nominal döviz kuru oynaklığı, ithalat ve ihracat arasındaki nedensel ilişkilerin yönünü belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, yapılan analizler sonucunda ithalat ve ihracat arasında ve döviz kuru oynaklığı ve ithalat arasında çift yönlü ilişkinin yanı sıra ihracattan döviz kuru oynaklığına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Bu tespitlerden hareketle, Türkiye’de döviz kurundaki oynaklığın dış ticarete olan olumsuz etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için ihracatın ithalata bağımlılığının azaltılması gerektiği fikrinin önemini vurgulamaktadırlar. Taşçı, Darıcı ve Erbaykal (2009), para ikamesinin döviz kuru oynaklığına ve bu oynaklığın da para talebi üzerine etkisinin olup olmadığını Türkiye’de 2001/04-2006/12 dönemi için, oynaklık modellemesinde EGARCH yöntemini, para talebi denklemine ise Pesaran vd. (2001) sınır testi yaklaşımını kullanarak inceledikleri çalışmalarında, ilk modelde para ikamesindeki azalış ile kur oynaklığının azaldığı ve kurun istikrar kazanmaya başladığı, ikinci modelde ise kur oynaklığında yaşanan azalışla birlikte para talebinde artış yaşandığı ve doğrudan para ikamesinde azalış olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Aghion ve diğerleri (2009), döviz kuru oynaklığı ve verimlilik artışı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İnceleme sonucunda, döviz kuru oynaklığının verimlilik artışı üzerinde önemli bir etkisi olabileceğine dair ampirik kanıtlara ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada, döviz kuru belirsizliğinin yerel kredi piyasası kısıtlamalarının olumsuz yatırım etkilerini daha da kötüleştirdiğine dair parasal büyüme modeli de oluşturulmuştur. Erden ve Sağlam (2009), Türkiye’de döviz kuru oynaklığının toplam ithalata ve tüketim ve yatırım malı ithalatına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında 1989-2008 yılları kapsamında değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda döviz kuru oynaklığı ile ithalat ve döviz kuru oynaklığı ile yatırım malları ithalat talebi arasında uzun dönemli ve negatif yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Döviz kuru oynaklığı ile tüketim malları ithalat talebi arasında ise uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı görülmüştür. Çiçek (2010) tarafından yapılan çalışmada ise 02 Ocak 2004-30 Nisan 2008 tarihleri arasında Türkiye’de devlet iç borçlanma senetleri, döviz ve hisse senedi piyasaları arasındaki fiyat ve oynaklık yayılma etkileri EGARCH modeli ile incelenmiştir. Çalışmada, 2001 baz yıllı DİBS Genel Fiyat Endeksi (DİBS), YTL/ABD Doları Nominal Döviz Satış Kuru (DÖVİZ) ve 1986 baz yıllı İMKB Ulusal 100 Endeksinin kapanış değerleri (Borsa)

döviz ve pay piyasalarının fiyat değişkenleri olarak kullanılmıştır. Oynaklık yayılma etkilerinin tespitine ilişkin yapılan analizle; DİBS piyasasından hisse senedi ve döviz piyasasına doğru anlamlı bir oynaklık yayılma etkisine rastlanmadığı ancak bu iki piyasadan DİBS piyasasına doğru anlamlı ve negatif yönlü bir oynaklık yayılma etkisi bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arratibel ve diğerleri (2011) tarafından yapılan çalışmada, Orta ve Doğu Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin 1995-2008 dönemindeki döviz kuru volatilitésinin makroekonomik faktörler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, düşük döviz kuru volatilitésini ile yüksek büyüme oranı, doğrudan yabancı yatırım, yüksek cari açıklar ve yüksek kredi hacmi arasında ilişki tespit edilmiştir. Kasman ve diğerleri (2011), Türk bankalarının pay senedi getirileri üzerindeki faiz oranı ve döviz kuru volatilitelerinin etkileri araştırılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, faiz oranı ve döviz kuru volatilitésinin banka pay senedi getirisi üzerinde olumsuz ve önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, pay senedi getiri duyarlılıklarının piyasa getirisi için faiz oranlarından ve döviz kurlarından daha güçlü olduğu da tespit edilirken, faiz oranı ve döviz kuru oynaklığının koşullu pay senedi volatilitésinin belirleyicileri olduğu da belirlenmiştir. Uysal ve Özşahin (2012)'in çalışmalarında Türkiye'de 2001 Mart-2010 Mayıs dönemleri için aylık TL/Dolar döviz kuru endeks değerlerindeki volatilité ARCH ve GARCH teknikleri kullanılarak modellenmiştir. Modellemeye ilişkin gerçekleştirilen çalışmada, AR(1), AR(2), MA(2) ve MA(5) olarak öngörülen uygun ARIMA modelinin kurulmasının ardından, çalışılan dönemde reel efektif döviz kuru volatilitésinin giderilmesinde en etkili yöntemin GARCH (1,1) modeli olduğu öngörülmektedir. Danmola (2013) tarafından yapılan çalışmada, Nijerya'da makroekonomik faktörler üzerinde döviz kuru volatilitésinin etkisi incelenmiştir. İnceleme neticesinde, döviz kuru volatilitésini ile gayri safi yurtiçi hâsıla, doğrudan yabancı yatırım ve ticari açıklık arasında pozitif ilişki tespit edilirken, enflasyon oranı arasında ise negatif ilişki tespit edilmiştir. Hajilee ve Nasser (2014) çalışmalarında, 1980-2010 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde döviz kuru volatilitésini ile pay piyasası gelişimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırmaya konu olan 12 gelişmekte olan ülkenin çoğunda döviz kuru volatilitésinin hem kısa hem de uzun vadede borsa gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Khosa ve diğerleri (2015) gelişmekte olan ülkelere 1995-2010 döneminde döviz kuru volatilitésinin ihracat performansına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma neticesinde, döviz kuru volatilitésinin uzun vadede ihracat üzerinde olumsuz etkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Sağlam ve Başar (2016) tarafından yapılan çalışmada, oynaklık öngörüsünün doğru tahmin edilmesinin döviz kuru riski ile ilişkisi araştırılmaktadır. Bu araştırma kapsamında Türkiye döviz piyasalarındaki USD, EUR ve GBP değişkenlerinin zaman serileri için en uygun oynaklık öngörü modeli ARCH, GARCH, EGARCH, TARARCH yöntemleri ile modellenmektedir. 01.01.2010-30.11.2015 yılları

arasındaki günlük USD, GBP ve EUR değerlerinin kullanıldığı analiz sonuçlarına göre; 2010 yılında oynaklıkların arttığı görülmüştür. Bu dönemde 2010 yılında küresel krizin etkilerinden kurtulmaya çalışılan piyasalarda Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde yaşanan siyasi belirsizliklerin de etkisiyle piyasa aktörlerinin kısa ve uzun vadeli risk algılarını kur riski yönetimi oluşturacak şekilde revize ettikleri görülmektedir. 2010-2015 yılları arasında günlük kur değerleri dikkate alınarak yapılan simetrik ve asimetrik ARCH grubu modelleri ile oynaklık modellemesi sonuçlarına göre; piyasadaki olumsuz haberlerin kurlar üzerinde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sağlam ve Başar'a göre bu durumun temel nedeni, piyasa katılımcılarının olumsuz haberlere karşı gösterdikleri aşırı tepkilerdir. Çalışma sonucunda döviz kurlarındaki oynaklığın modellenmesinde, EUR ve USD değişkenleri için en iyi modellerin asimetrik modeller, GBP değişkeni volatilitelerini açıklayan en iyi modelin ise simetrik modeller olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Boyacıoğlu ve Çürük (2016) çalışmalarında döviz kurunda yaşanan değişimlerin hisse senedi getirisinde yarattığı değişimi, BİST 100 Endeksi'nde 2006-2014 yılları arasında imalat ve ticaret sektöründe faaliyet gösteren 42 firmaya panel veri analizi uygulayarak incelemişlerdir. Çalışma kapsamında oluşturulan modelde ilk olarak reel efektif döviz kuru (REDK) endeksindeki değişimin hisse senedi getirisi üzerindeki etkisi araştırılmış, sonra modele firma yaşı ve yurt dışı satışlar kontrol değişkenleri de ilave edilmiştir. Araştırma bulgularına göre; reel döviz kurundaki değişimin hisse senedi getirisi üzerinde pozitif etkisi olduğu, firma yaşının ve yurt dışı satışlar kontrol değişkenlerinin ise firma performansı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Merkez Bankası uygulamalarının döviz kurları üzerindeki etkisinin araştırıldığı Gök, Özkul ve Öztürk (2016) tarafından yapılan çalışmada 22.01.2001-04.12.2015 dönemi verilerine ilişkin EGARCH yöntemi kapsamında üç ayrı modelleme yapılmıştır. İlk modelde; net işlemlerin döviz kuru seviyesinde pozitif bir baskı oluşturduğu ve oynaklığı anlamlı olmasa da azalttığı, yanı sıra bu işlemlerin miktar ve sıklığının kur seviyesi üzerinde tersine etkiler oluşturduğu, ikinci modelde; net satışların kur seviyesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı, oynaklığı ise anlamlı bir şekilde azalttığı, net alışların ise bunun tersi yönde etki gösterdiği, son modelde ise kur seviyesi üzerinde döviz ihalelerin anlamlı bir etkisi olmadığı, müdahalelerin ise pozitif anlamlı bir etkisinin olduğu, oynaklık üzerindeyse ihale ve doğrudan müdahalelerin anlamlı etkilerinin olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Chi ve Cheng (2016) tarafından yapılan çalışmada gelir ve döviz kuru volatilitelerinin deniz ihracatına olan etkisi analiz edilmiştir. Gelirin kısa ve uzun vadede deniz ihracatının önemli belirleyicilerinden biri olduğu doğrultusunda döviz kuru volatilitelerinin ihracatı uzun vadede önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Döviz piyasa oynaklığı ve vadeli işlem piyasası arasındaki nedensellik ilişkisinin 2 Mayıs 2005 ve 30 Haziran 2010 dönemine ait dolar satış kuru ile dolar vadeli işlem sözleşmeleri uzlaşma fiyatı veri olarak seçildiği ve ARCH, GARCH ve EGARCH modellerinin kullanılarak analiz edildiği çalışmalarında Özdemir ve Kula (2017), döviz piyasa oynaklığının modellenmesinin ölçümünde en etkin modelin EGARCH(1,1) olduğunu tespit etmişlerdir. Nedensellik analizi ile döviz piyasa oynaklığı ile vadeli işlem piyasası arasındaki nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuçtan hareketle Türkiye’de vadeli işlem piyasası ile döviz piyasasının birbirini tamamlayan piyasalar olduğu ve iki piyasa arasında bilgi akışının hızlı bir şekilde gerçekleştiği yargısına varmışlardır. Kim (2017) çalışmasında döviz kuru volatilitésinin Kore’deki deniz ithalat hacmindeki etkisi 2000-2015 dönemi için araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, döviz kuru volatilitésinin deniz kaynaklı ithalat hacmi üzerinde anlamlı ve negatif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Güler (2017)’in yaptığı çalışmada döviz kuru oynaklığı GARCH ve TARARCH teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın veri seti Türkiye’de USD, EUR ve GBP değişkenleri için, resmi tatiller ve hafta sonları hariç, 1 Ocak 2006 ve 30 Aralık 2016 dönemi verilerini kapsamaktadır. Analiz bulgularına göre; şokların döviz getiri oynaklığı üzerinde kalıcı ve dirençli bir etki gösterdiği, şoklara karşı anlık tepkinin görece olarak sınırlı kaldığı sonuçlarından hareketle Güler (2017), fiyat istikrarına yönelik olarak politika izlenirken faiz oranlarının kur oynaklığında meydana getirebileceği etkinin dikkatli hesaplanmasının, ekonomik maliyetlerin önlenmesi açısından önemli olduğu fikrini savunmaktadır. Oskooee ve Gelan (2018) tarafından yapılan çalışmada döviz kuru volatilitésini ile uluslararası ticaret performansı arasındaki ilişki 12 Afrika ülkesi kapsamında değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda kısa vadede döviz kuru volatilitésinin ticaret akışını tüm ülkelerde etkilediği belirlenirken, uzun vadede bu etkinin sınırlı olduğu belirlenmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışmada, Dolar, Euro ve Sterlin döviz kurlarına ilişkin getiri oynaklığı modellenmesi yapmak amaçlanmıştır. Türk Lirası’na endekslenerek işlem hacmi ve değer doğrultusunda belirlenen ve çalışmada incelenen Dolar, Euro ve Sterlin kurlarına ait 05.01.2000-13.09.2018 dönemindeki günlük veriler analiz kapsamına dâhil edilmiştir. Kurlara ait verilere investing.com veri tabanından ulaşılmıştır. Oynaklık analizi öncesinde kurlara ait fiyat serilerini kullanarak sürekli getiriler aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanmıştır.

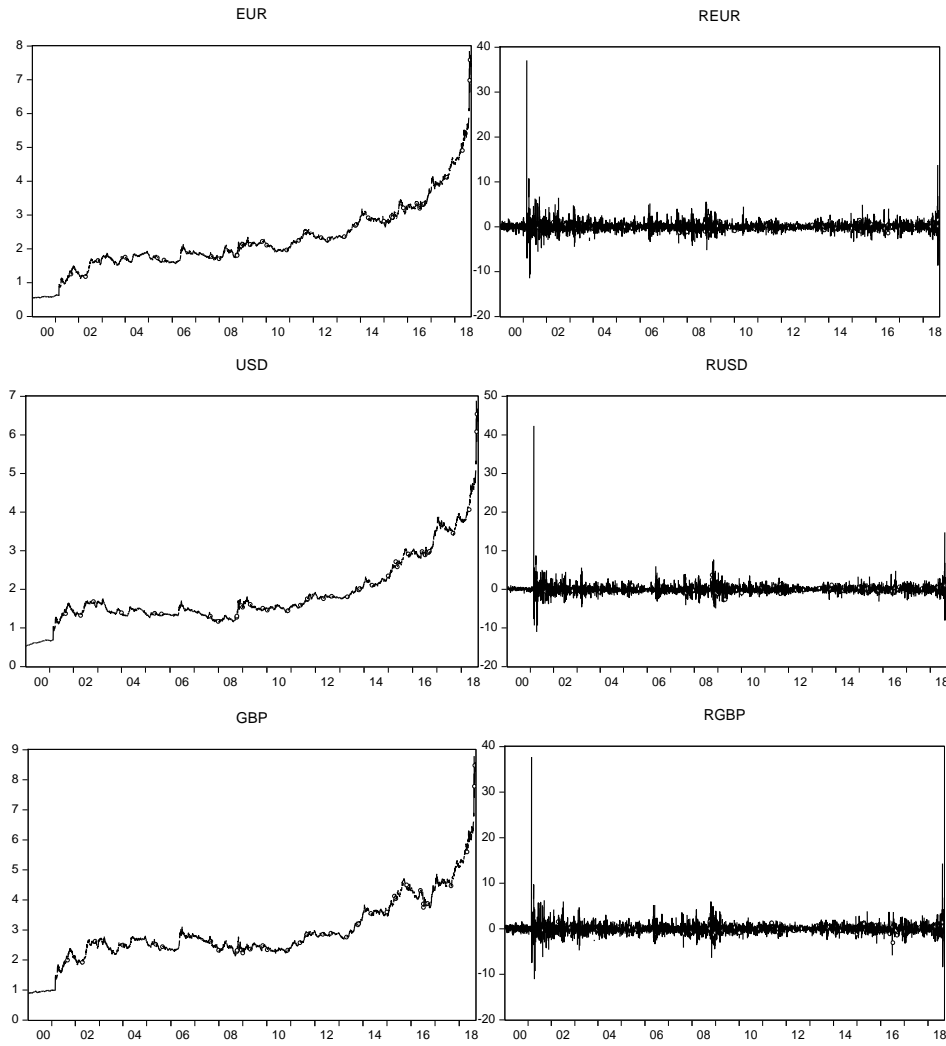
$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1)$$

Sürekli getirileri hesaplanan kurlara ilişkin serilerin oynaklık yapılarını diğer bir deyişle oynaklık modellerini yapabilmek için öncelikle serilerin durağanlıklarının

sağlanması gerekmektedir. Durağanlık varsayımı sonrasında ise oynaklık modellemesi için en uygun başlangıç modeli Schwarz bilgi kriteri esas alınarak belirlenmektedir. Serilerin normal dağılım ve tanımlayıcı istatistik değeri hesaplanarak, serilere ait hata terimlerinde değişen varyans ya da otokorelasyon sorunlarının olup olmadığı incelenmektedir. Oynaklık modellemesi için gerekli bir diğer koşul da serilerin doğrusal unsurlar içerip içermediğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, oynaklık modellemesinin ARCH/GARCH ailesi ile yapılabilmesi için en uygun ARMA başlangıç modeli belirlenerek hata terimlerinde değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının olmaması ve incelenen seride doğrusal olmayan unsurların mevcut olması gereklidir.

4. BULGULAR

Oynaklık modellemesi için ön koşullardan ilki, serilerde birim kök olup olmadığının incelenmesidir. Döviz kuru serilerine ilişkin fiyat ve getiri grafikleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Döviz Kurlarına İlişkin Fiyat ve Getiri Grafikleri

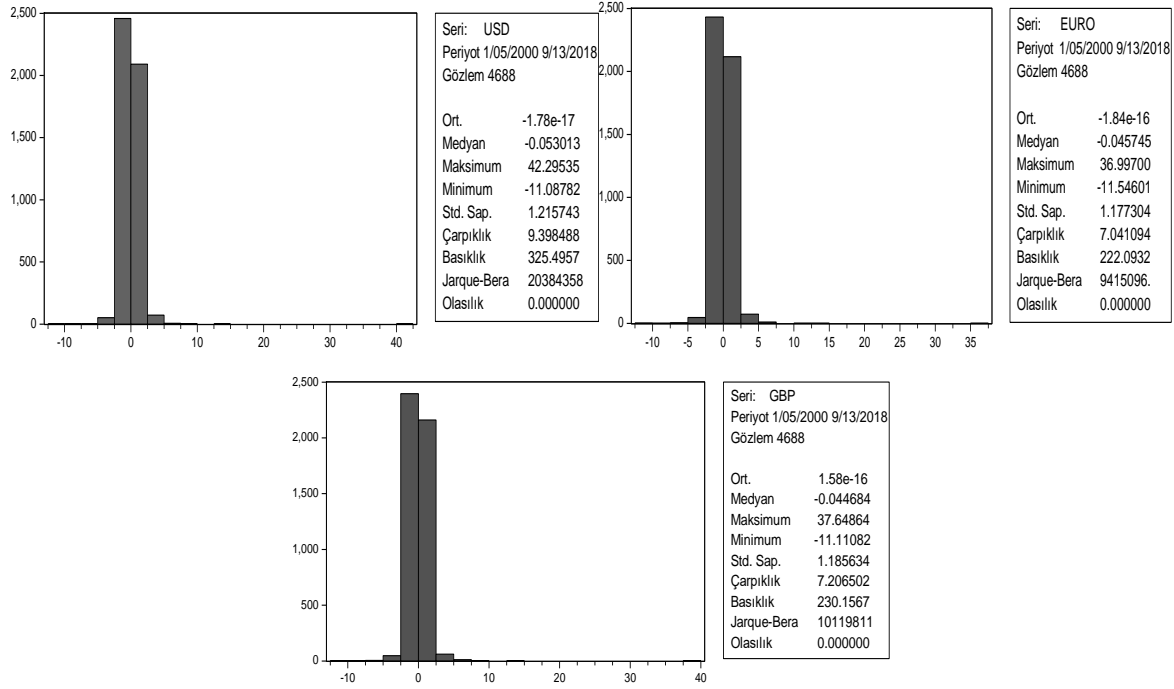
USD, GBP ve EURO serilerine ait zaman grafikleri incelendiğinde, her üç döviz kuruna ilişkin fiyat serilerinin genel olarak yükselen bir eğilim içerisinde olduğu ve durağan bir yapıda olmadığı ifade edilebilir. Diğer taraftan döviz kuru getiri serilerinin ise durağan bir yapıda olduğu ve özellikle 2001-2002 döneminde seride oynaklık kümelenmesinin varlığı gözlemlenebilmektedir. Getiri grafiklerinde gözlemlenen durağan yapı aynı zamanda ADF ve PP birim kök testleri ile araştırılmıştır. Birim kök testi sonuçları, Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Birim Kök Test Sonuçları

USD							
	Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar
Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.431	-44.141	0.0000	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
	PP	Düzye	%1	-3.431	-70.770	0.0001	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
EURO							
	Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar
Trend ve Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.959	-44.140	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			
	PP	Düzye	%1	-3.959	-70.765	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			
GBP							
	Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar
Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.431	-43.262	0.0000	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
	PP	Düzye	%1	-3.431	-68.133	0.0001	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
Trend ve Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.959	-43.257	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			
	PP	Düzye	%1	-3.959	-68.126	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			
GBP							
	Test	Fark	Yüzde	Kritik Değer	t-istatistiği	Olasılık Değeri	Karar
Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.431	-43.883	0.0000	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
	PP	Düzye	%1	-3.431	-68.002	0.0001	I(0)
			%5	-2.861			
			%10	-2.567			
Trend ve Sabit	ADF	Düzye	%1	-3.959	-43.878	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			
	PP	Düzye	%1	-3.959	-67.994	0.0000	I(0)
			%5	-3.410			
			%10	-3.127			

H_0 =Birim Kök Vardır. H_1 =Birim Kök Yoktur.

Birim kök testi sonuçlarına göre, ADF ve PP testlerinde döviz kuru serilerine ait hesaplanan olasılık değerlerinin kritik değer olarak kabul edilen 0.05'ten küçük olduğu belirlenmiş ve sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, kurlara ait serilerin $I(0)$ düzeyinde durağan oldukları ve birim kök içermedikleri tespit edilmiştir. ARMA süreci doğrultusunda başlangıç modelinin belirlenebilmesi için ön koşullardan biri olan durağanlığın sağlanmasının ardından, bir diğer koşul normal dağılım varsayımı araştırılmıştır. Normal dağılım ve tanımlayıcı istatistikleri sonuçlar, Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Döviz kuru serilerine ait tanımlayıcı istatistikleri sonuçlar incelendiğinde, GBP pozitif ortalama getiriye sahipken, USD ve EURO ise incelenen dönemde negatif ortalama getiriye sahiptir. Finansal serilerde, normal dağılımın sağlanabilmesi için çarpıklık katsayısı negatif, basıklık katsayısı ise 3 civarında olmalıdır. Ancak her üç döviz kuru için hesaplanan basıklık ve çarpıklık katsayılarının normal dağılımdan uzak değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bir diğer normal dağılım göstergesi Jarque-Bera olasılık değerinin ise kritik değer altında olduğu belirlenmiş ve serilerin normal dağıldığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla, döviz kurlarına ait serilerin normal dağılmadıkları tespit edilmiştir. Finansal serilerin genel itibarıyla normal dağılıma uymadıkları dikkate alındığında ARMA süreci için bu durum herhangi bir engel teşkil etmemektedir. Bu doğrultuda başlangıç modeli için en uygun ARMA modeli, 5. gecikmeye kadar oluşturulan kombinasyonlar ile Schwarz Bayesyan Bilgi Kriteri (SBIC) esas alınarak belirlenmiştir. SBIC bilgi kriteri sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Schwarz Bilgi Kriterine Göre ARMA (p/q) Seçimi

USD						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	3.230177	3.232725	3.234491	3.226667	3.225311	3.225670
1	3.232733	3.231578	3.234778	3.224776	3.226227	3.227464
2	3.234535	3.232946	3.234295	3.225215	3.225133	3.226846
3	3.226379	3.226286	3.225876	3.225579	3.226807	3.228607
4	3.226476	3.227920	3.225378	3.226835	3.226462	3.228148
5	3.227294	3.229009	3.228229	3.228631	3.228165	3.229807
EURO						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	3.165921	3.169498	3.170813	3.166598	3.168401	3.169844
1	3.169499	3.170402	3.170575	3.168401	3.168513	3.170073
2	3.170791	3.170317	3.170055	3.169958	3.170087	3.170071
3	3.166555	3.168351	3.170059	3.171754	3.171888	3.171871
4	3.168349	3.168189	3.169846	3.171647	3.171957	3.173524
5	3.169991	3.170395	3.170294	3.172095	3.173581	3.174078
GBP						
p/q	0	1	2	3	4	5
0	3.180021	3.183582	3.185000	3.178311	3.180076	3.181643
1	3.183584	3.184494	3.184421	3.180085	3.179683	3.181290
2	3.184963	3.184038	3.181977	3.181761	3.181276	3.183079
3	3.177976	3.179779	3.181527	3.183307	3.183308	3.183140
4	3.179779	3.179887	3.181322	3.183054	3.184229	3.185266
5	3.181494	3.181402	3.181826	3.183515	3.185485	3.186402

ARMA modelinin belirlenmesinde esas alınan SBIC bilgi kriteri değerlerine göre, USD için en düşük katsayı ARMA(1,3) modelinde 3.224776 olarak belirlenirken, EURO için ARMA(0,0) modelinde 3.1165921, GBP için ise ARMA (3,0) modelinde 3.177976 olarak belirlenmiştir. Döviz kurlarının oynaklık modellenmesi için başlangıç modeli seçiminin ardından serilere ait hata terimlerinde değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının varlığı incelenmiştir. Değişen varyans, ARCH-LM testi ile sınanırken, otokorelasyon ise hata terimleri korelogramları ile sınanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 3 ve Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 3. ARCH LM Değişen Varyans Test Sonuçları

USD				
ARMA (1,3)	F İsta.	F İsta. Olas.	Göz. R ²	R ² Olas.
1.Gecikme	0.464	0.4954	0.464	0.4953
5.Gecikme	1.736	0.1227	8.675	0.1227
10.Gecikme	1.129	0.3355	11.290	0.3353
20.Gecikme	0.598	0.9170	11.987	0.9165
30.Gecikme	1.515	0.0357	45.311	0.0361
EURO				
ARMA (0,0)	F İsta.	F İsta. Olas.	Göz. R ²	R ² Olas.
1.Gecikme	2.006	0.1567	2.006	0.1566
5.Gecikme	2.178	0.0537	10.883	0.0537
10.Gecikme	1.329	0.2083	13.284	0.2082
20.Gecikme	0.730	0.7982	14.625	0.7974
30.Gecikme	2.918	0.0000	86.496	0.0000
GBP				
ARMA (3,0)	F İsta.	F İsta. Olas.	Göz. R ²	R ² Olas.
1.Gecikme	1.121	0.2896	1.121	0.2895

5.Gecikme	0.586	0.7102	2.935	0.7099
10.Gecikme	0.530	0.8698	5.311	0.8694
20.Gecikme	0.303	0.9988	6.087	0.9988
30.Gecikme	2.092	0.0004	62.357	0.0005

ARCH-LM değişen varyans test sonuçları değerlendirildiğinde, 30. gecikme değeri ve sonrası için hesaplanan olasılık değerlerinin kritik değerin altında olduğu ve üç döviz kuru serisinde de değişen varyans sorununun yer aldığı tespit edilmiştir. Hata terimlerine ilişkin bir diğer sınama ise otokorelasyondur.

Tablo 4. Hata Terimleri Korelogramları

USD					
ARMA (1,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.010	0.040	0.004	0.001	0.067
PAC	0.010	0.039	0.002	0.000	0.066
Q-İsta.	0.465	8.845	11.877	12.765	47.635
Olas.	0.495	0.115	0.293	0.887	0.022
EURO					
ARMA (0,0)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.021	0.003	0.008	0.003	0.092
PAC	0.021	0.002	0.006	0.001	0.090
Q-İsta.	2.0080	11.332	14.187	15.871	91.639
Olas.	0.156	0.045	0.165	0.725	0.000
GBP					
ARMA (3,0)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.015	0.002	0.007	0.002	0.082
PAC	0.015	0.002	0.006	0.001	0.079
Q-İsta.	1.222	3.057	5.681	6.649	65.340
Olas.	0.289	0.691	0.841	0.998	0.000

Q istatistiği olasılık değerleri incelendiğinde USD serisi için 30.gecikmede, EURO serisi için 5. ve 30. gecikmede, GBP serisi için ise yine 30. gecikmede otokorelasyon sorununun olduğu ortaya çıkarılmıştır. Her üç döviz kuru serisinde tespit edilen değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının ardından serilerde doğrusal olmayan unsurların olup olmadığı, Ramsey Reset ve Brock, Dechert ve Schienkman (1987) BDS Doğrusallık testleri ile incelenmiştir. Ramsey Reset test sonuçları Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. Ramsey Reset Doğrusallık Test Sonuçları

Seri	ARMA (1,3)	Değer	Olasılık Değeri
USD	t-istatistik	2.328	0.0199
	F-istatistik	5.423	0.0199
EURO	ARMA (0,0)	Değer	Olasılık Değeri
	t-istatistik	-	-
GBP	F-istatistik	-	-
	ARMA (3,0)	Değer	Olasılık Değeri
	t-istatistik	4.436	0.0000
	F-istatistik	19.678	0.0000

Ramsey Reset doğrusallık test sonuçlarına göre USD ve GBP serileri için hesaplanan olasılık değerlerinin kritik değerin altında olduğu belirlenirken, EURO serisi için ARMA süreci işlemediği için test sonuçları alınamamıştır. Bu bağlamda USD ve GBP serilerinin doğrusal olmayan unsurlar içerdiği tespit edilmiştir. Doğrusallık için bir diğer test olan BDS test sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. BDS Doğrusallık Test Sonuçları

	Boyut	BDS İsta.	Std. Hata	z-ista.	Olas.
USD	2	0.030	0.001	21.355	0.0000
	3	0.059	0.002	25.988	0.0000
	4	0.079	0.002	29.041	0.0000
	5	0.091	0.002	32.058	0.0000
	6	0.096	0.002	34.945	0.0000
EURO	Boyut	BDS İsta.	Std. Hata	z-ista.	Olas.
	2	0.030	0.001	21.484	0.0000
	3	0.056	0.002	25.221	0.0000
	4	0.074	0.002	27.845	0.0000
	5	0.084	0.002	30.445	0.0000
GBP	Boyut	BDS İsta.	Std. Hata	z-ista.	Olas.
	2	0.002	0.001	18.456	0.0000
	3	0.048	0.002	22.153	0.0000
	4	0.063	0.002	24.616	0.0000
	5	0.072	0.002	26.937	0.0000
	6	0.075	0.002	29.258	0.0000

BDS test sonuçlarını incelendiğinde, USD, EURO ve GBP döviz kuru serileri için hesaplanan BDS test olasılık değerlerinin kritik değerin altında olduğu tespit edilirken, seride doğrusal olmayan unsurların olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmiştir. Bu bağlamda her üç döviz kuru serisinde de doğrusal olmayan unsurların söz konusu olduğu belirlenmiştir. BDS test sonuçlarında elde edilen bulgular, Ramsey Reset testinde sağlanan bulgular ile benzerlik göstermektedir. Döviz kuru serilerinde varlığı tespit edilen değişen varyans ve otokorelasyon sorunları ve serilerde doğrusal olmayan unsurlar yer aldığı dikkate alındığında oynaklık modellemesi için ARCH/GARCH modellerine gerek duyulduğu ortaya çıkarılmıştır.

Döviz kuru serileri için oynaklık modellemesinde, ARCH (p) ve GARCH (p,q) simetrik modelleri ve EGARCH (p,q), IGARCH (p,q) ve TGARCH (p,q) asimetrik modelleri kullanılmıştır. Çalışmada p ve q değerleri, anlamlılık ve parametre kısıt koşulları doğrultusunda belirlenmiştir. Oynaklık tahmin modellerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 7-9'da gösterilmektedir. USD serisi için oynaklık modelleme sonuçları Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. USD ARMA(1,3) Oynaklık Tahmin Modelleri Sonuçları

Seri	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
USD	EGARCH (p=1, q=1)	0.010	0.012	-	-	0.930	-	-	0.187
	EGARCH (p=1, q=2)	0.009	-0.008	-	-	0.748	0.233	-	0.098
	EGARCH (p=2, q=1)	-0.042	-0.118	0.196	-	0.896	-	-	0.233
	EGARCH (p=2, q=2)	-0.051	-0.137	0.228	-	0.759	0.129	-	0.252
	EGARCH (p=2, q=3)	0.033	0.074	-0.120	-	1.141	-0.457	0.296	0.262
	EGARCH (p=3, q=2)	0.0002	0.363	-0.566	0.202	1.990	-0.991	-	0.001
	EGARCH (p=3, q=3)	-0.063	0.209	1.091	-1.207	1.050	0.316	-0.366	-0.006

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$$

En uygun modelin seçilmesi için çeşitli derecelerde ARCH, GARCH, TARCH, IGARCH, EGARCH, PGARCH gibi birçok model denenmiştir. Tablo 7'deki modeller, denenmiş modellerin yalnızca bir kısmıdır. Denenmiş modellere ait sonuçlar, anlamlılık ve parametre kısıt koşulları göz önünde bulundurularak süzgeçten geçirilmiş ve kayda değer bulunan modeller tablolarında özetlenmiştir.

USD döviz kuru serisi için simetrik ve asimetric modeller ile oynaklık tahminlemesi gerçekleştirilmiştir. Modellere ilişkin katsayılar hesaplanmış ve bu katsayıların modellere ait kısıtları aşıp aşmadıkları incelenmiş ve endekslere ilişkin bulgular elde edilmiştir. Tablo 7'de incelenen modeller haricindeki diğer modeller, negatif katsayı taşımama ya da olasılık değerlerinin anlamsız olmama kısıtlarından dolayı analiz kapsamına dâhil edilememiştir. Bu bağlamda USD serisi için asimetric oynaklık modellerinden biri olan yedi EGARCH modeline ilişkin bulgulara erişilmiştir. En uygun oynaklık modeli seride değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının giderilip giderilmediğine göre belirlenmiştir. Bir diğer döviz kuru serisi olan EURO için oynaklık modelleme sonuçları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. EURO ARMA(0,0) Oynaklık Tahmin Modelleri Sonuçları

Seri	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
EURO	ARCH (p=1)	1.0188	0.3293	-	-	-	-	-	-
	ARCH (p=2)	0.8640	0.2556	0.2667	-	-	-	-	-
	ARCH (p=3)	0.8563	0.2122	0.1538	0.1200	-	-	-	-
$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2$									
EURO	GARCH (p=1, q=1)	0.1425	0.1262	-	-	0.7917	-	-	-
	GARCH (p=2, q=1)	0.1677	0.0920	0.0871	-	0.7388	-	-	-
$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$									
EURO	IGARCH (p=1, q=1)	-	0.0374	-	-	0.9625	-	-	-
$h_t = \alpha_0 + \beta_1 h_{t-1} + (1 - \beta_1) \varepsilon_t^2 \quad \varepsilon_t = z_t h_t^{1/2}$									
EURO	TGARCH (p=2, q=1)	0.1594	0.1298	0.0488	-	0.7818	-	-	-0.1307
$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \gamma_i u_{t-i}^2 d_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$									
EURO	EGARCH (p=1, q=1)	-0.2045	0.3516	-	-	0.9072	-	-	-0.0217
$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$									

EURO döviz kuru serisi oynaklık modellemesi için simetrik ve asimetrik modeller çeşitli derecelerde denenmiş ve negatif katsayı taşımama ya da olasılık değerlerinin anlamsız olmama kısıtları doğrultusunda ARCH, GARCH, EGARCH, IGARCH ve TGARCH modellerine dair sekiz modele ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. GBP döviz kuru serisi için ulaşılan oynaklık modelleme sonuçları, Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. GBP ARMA(3,0) Volatilite Tahmin Modelleri Sonuçları

Seri	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
GBP	IGARCH (p=1, q=1)	-	0.9827	-	-	0.0172	-	-	-
		$h_t = \alpha_0 + \beta_1 h_{t-1} + (1 - \beta_1) \varepsilon_t^2$				$\varepsilon_t = z_t h_t^{1/2}$			
GBP	EGARCH (p=1, q=1)	0.0036	0.0019	-	-	0.9820	-	-	0.0786
	EGARCH (p=1, q=2)	-0.0322	0.0761	-	-	1.6379	-0.7161	-	0.0803
	EGARCH (p=2, q=1)	0.0056	0.2247	-0.2244	-	0.9825	-	-	0.0708
	EGARCH (p=2, q=2)	-0.3344	-0.0626	0.6848	-	0.0223	0.7172	-	0.1035
	EGARCH (p=2, q=3)	-0.7377	0.6978	0.4073	-	-0.1170	0.3216	0.7490	-0.2517
	EGARCH (p=3, q=2)	-0.2840	-0.0705	0.6750	-0.0802	0.1001	0.6732	-	0.1300
	EGARCH (p=3, q=3)	-0.7181	0.3502	0.3868	0.2997	-0.2190	0.2237	0.9731	-0.1227
			$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left \frac{u_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sqrt{h_{t-k}}}$						

GBP döviz kuru serisi oynaklık modelleme sonuçları incelendiğinde, çeşitli derecelerde simetrik ve asimetrik modeller denenmiş ve modellere ilişkin kısıtlar çerçevesinde, EGARCH ve IGARCH modellerine dair sekiz modele ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Üç döviz kuru serisi için hangi oynaklık modelinin geçerli olduğu ise değişen varyans ve otokorelasyon testleri neticesinde belirlenmiştir. Bu bağlamda ARCH-LM değişen varyans test sonuçları Tablo 10’da sunulmaktadır.

Tablo 10. ARCH LM Değişen Varyans Test Sonuçları

Seri	EGARCH (1,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
USD ARMA(1,3)	F İsta.	0.0003	0.0003	0.0006	0.0010	0.0228
	F İsta. Olas.	0.9859	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0003	0.0015	0.0061	0.2168	0.6914
	R ² Olas.	0.9859	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (1,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0035	0.0240	0.0157	0.0083	0.0203
	F İsta. Olas.	0.9527	0.9997	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0035	0.1205	0.1581	0.1674	0.6137
	R ² Olas.	0.9526	0.9997	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (2,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0003	0.0013	0.0016	0.0021	0.0180
	F İsta. Olas.	0.9841	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0003	0.0070	0.0168	0.0426	0.5461
	R ² Olas.	0.9841	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (2,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0004	0.0014	0.0017	0.0020	0.0170
F İsta. Olas.	0.9838	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
Göz. R ²	0.0004	0.0072	0.0173	0.0415	0.5163	
R ² Olas.	0.9838	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
EGARCH (2,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.	
F İsta.	0.0004	0.0042	0.0053	0.0033	0.0027	
F İsta. Olas.	0.9946	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

	Göz. R ²	0.0004	0.0212	0.0535	0.0672	0.0845
	R ² Olas.	0.9946	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (3,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0021	0.0011	0.0012	0.0020	0.0026
	F İsta. Olas.	0.9629	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0021	0.0059	0.0121	0.0402	0.0804
	R ² Olas.	0.9629	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (3,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0158	0.0218	0.0181	0.0165	0.1478
	F İsta. Olas.	0.8999	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0158	0.1095	0.1815	0.3332	4.4616
	R ² Olas.	0.8999	0.9998	1.0000	1.0000	1.0000
	ARCH (1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0031	0.7141	0.4178	0.2451	1.7998
	F İsta. Olas.	0.9550	0.6127	0.9388	0.9998	0.0048
	Göz. R ²	0.0031	3.5726	4.1848	4.9206	53.7298
	R ² Olas.	0.9550	0.6124	0.9386	0.9998	0.0049
	ARCH (2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0031	0.0939	0.0829	0.0617	1.9693
	F İsta. Olas.	0.9553	0.9932	0.9999	1.0000	0.0013
	Göz. R ²	0.0031	0.4703	0.8310	1.2400	58.7261
	R ² Olas.	0.9553	0.9932	0.9999	1.0000	0.0013
	ARCH (3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0033	0.0018	0.0260	0.0380	1.6556
	F İsta. Olas.	0.9539	1.0000	1.0000	1.0000	0.0138
	Göz. R ²	0.0033	0.0092	0.2613	0.7634	49.4726
	R ² Olas.	0.9539	1.0000	1.0000	1.0000	0.0141
	GARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0017	0.0012	0.0013	0.0025	0.0385
	F İsta. Olas.	0.9665	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0017	0.0062	0.0134	0.0515	1.1636
	R ² Olas.	0.9665	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	GARCH (2, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0014	0.0014	0.0014	0.0039	0.0418
	F İsta. Olas.	0.9700	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0014	0.0073	0.0149	0.0783	1.2648
	R ² Olas.	0.9700	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	IGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0004	0.0005	0.0011	0.0019	0.0022
	F İsta. Olas.	0.9827	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0004	0.0029	0.0119	0.0398	0.0672
	R ² Olas.	0.9827	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0027	0.0021	0.0019	0.0048	0.1318
	F İsta. Olas.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0027	0.0106	0.0193	0.0972	3.9784
	R ² Olas.	0.9582	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	TGARCH (2, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0016	0.0014	0.0014	0.0024	0.0260
	F İsta. Olas.	0.9678	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0016	0.0071	0.0147	0.0493	0.7869
	R ² Olas.	0.9678	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	IGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0001	0.0017	0.0022	0.0022	0.0028
	F İsta. Olas.	0.9907	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0001	0.0087	0.0223	0.0452	0.0853
	R ² Olas.	0.9907	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0004	0.0010	0.0010	0.0025	0.0783
	F İsta. Olas.	0.9823	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	Göz. R ²	0.0004	0.0050	0.0103	0.0518	2.3636
	R ² Olas.	0.9823	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	EGARCH (1, 2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	F İsta.	0.0006	0.0016	0.0015	0.0297	0.1140

EURO
ARMA(0,0)GBP
ARMA(3,0)

F İsta. Olas.	0.9798	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Göz. R ²	0.0006	0.0084	0.0158	0.5978	3.4417
R ² Olas.	0.9798	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
EGARCH (2,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
F İsta.	0.0001	0.0011	0.0011	0.0030	0.0809
F İsta. Olas.	0.9903	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Göz. R ²	0.0001	0.0059	0.0113	0.0610	2.4434
R ² Olas.	0.9903	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
EGARCH (2,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
F İsta.	0.0101	0.0106	0.0064	0.0067	0.1457
F İsta. Olas.	0.9198	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Göz. R ²	0.0101	0.0530	0.0643	0.1355	4.3966
R ² Olas.	0.9198	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
EGARCH (2,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
F İsta.	0.0057	0.0160	0.0091	0.0078	0.1567
F İsta. Olas.	0.9396	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000
Göz. R ²	0.0057	0.0804	0.0912	0.1580	4.7305
R ² Olas.	0.9396	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000
EGARCH (3,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
F İsta.	0.0001	0.0015	0.0016	0.0340	0.1135
F İsta. Olas.	0.9971	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Göz. R ²	0.0001	0.0077	0.0164	0.6845	3.4259
R ² Olas.	0.9971	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
EGARCH (3,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
F İsta.	0.0043	0.0082	0.0545	0.0550	0.5483
F İsta. Olas.	0.9477	1.0000	1.0000	1.0000	0.9784
Göz. R ²	0.0043	0.0412	0.5464	1.1065	16.5022
R ² Olas.	0.9476	1.0000	1.0000	1.0000	0.9781

ARCH-LM değişen varyans test sonuçları değerlendirildiğinde, USD döviz kuru serisi için model kısıtlarını sağlayan EGARCH modellerinde tüm gecikme değerlerinde değişen varyans sorunu giderilmiştir. EURO döviz kuru serisi için ARCH (1), ARCH (2) ve ARCH (3) modelleri haricindeki kısıtları sağlayan diğer oynaklık modellerinde değişen varyans sorunu ortadan kaldırılmıştır. GBP döviz kuru serisinde ise yine tüm gecikme değerleri için değişen varyans sorununun çözüldüğü tespit edilmiştir. Oynaklık modellerinde değişen varyans sınaması sonrasında bir diğer beklenen sonuç otokorelasyonun giderilmesidir. Bu doğrultuda hata terimleri korelogramları hesaplanarak otokorelasyonun varlığı tekrar sınanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 11’de gösterilmektedir.

Tablo 11. Hata Terimleri Korelogramları

SERİ	EGARCH (1,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
USD ARMA(1,3)	AC	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.011
	PAC	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.011
	Q-İsta.	0.0003	0.0016	0.0061	0.0216	0.6994
	Olas.	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (1,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	0.001	0.004	0.001	-0.001	0.008
	PAC	0.001	0.004	0.001	-0.001	0.008
	Q-İsta.	0.0035	0.1212	0.1597	0.1694	0.6203
	Olas.	0.953	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (2,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.001	0.008
	PAC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.001	0.008
	Q-İsta.	0.0004	0.0070	0.0169	0.0425	0.5520
	Olas.	0.984	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (2,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.

	AC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.001	0.008
	PAC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.001	0.008
	Q-İsta.	0.0004	0.0072	0.0173	0.0413	0.5218
	Olas.	0.984	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (2,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	0.000	0.000	0.002	-0.000	0.001
	PAC	0.000	0.000	0.002	-0.000	0.001
	Q-İsta.	0.0005	0.0213	0.0537	0.0678	0.0856
	Olas.	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (3,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.000	0.001	-0.001	0.001
	PAC	-0.001	-0.000	0.001	-0.001	0.001
	Q-İsta.	0.0022	0.0060	0.0121	0.0404	0.0812
	Olas.	0.963	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (3,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.002	0.001	0.000	-0.003	0.015
	PAC	-0.002	0.001	0.000	-0.003	0.015
	Q-İsta.	0.0158	0.1097	0.1824	0.3345	4.4807
	Olas.	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000
	ARCH (1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	0.000	0.002	0.000	0.099
	PAC	-0.001	0.000	0.001	0.000	0.099
	Q-İsta.	0.0032	3.5799	4.2034	4.9648	54.990
	Olas.	0.955	0.611	0.938	1.0000	0.004
	ARCH (2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.001	0.002	-0.000	0.111
	PAC	-0.001	-0.001	0.002	-0.000	0.111
	Q-İsta.	0.0031	0.4715	0.8342	1.2487	59.537
	Olas.	0.955	0.993	1.0000	1.0000	0.001
	ARCH (3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.000	0.001	-0.000	0.102
	PAC	-0.001	-0.000	0.001	-0.000	0.102
	Q-İsta.	0.0033	0.0093	0.2619	0.7703	50.185
	Olas.	0.954	1.0000	1.0000	1.0000	0.012
	GARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.013
	PAC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.013
	Q-İsta.	0.0018	0.0062	0.0134	0.0515	1.1769
	Olas.	0.966	1.000	1.000	1.000	1.000
	GARCH (2, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.012
	PAC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.012
	Q-İsta.	0.0014	0.0073	0.0148	0.0786	1.2787
	Olas.	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000
	IGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	0.001
	PAC	-0.000	-0.000	-0.000	-0.001	0.001
	Q-İsta.	0.0005	0.0030	0.0120	0.0398	0.0675
	Olas.	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000
	TGARCH (2, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.010
	PAC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.010
	Q-İsta.	0.0016	0.0072	0.0147	0.0492	0.7960
	Olas.	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000
	EGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.027
	PAC	-0.001	-0.001	-0.000	-0.001	0.027
	Q-İsta.	0.0027	0.0107	0.0192	0.0977	4.0256
	Olas.	0.958	1.000	1.000	1.000	1.000
	IGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
	AC	-0.004	-0.004	-0.003	-0.003	0.008
	PAC	-0.004	-0.004	-0.003	-0.003	0.008
	Q-İsta.	0.0922	0.2695	0.4153	0.8789	1.4283
	Olas.	0.761	0.998	1.000	1.000	1.000

EURO
ARMA(0,0)GBP
ARMA(3,0)

EGARCH (1, 1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.001	-0.000	0.000	-0.001	0.008
PAC	0.001	-0.000	0.000	-0.001	0.008
Q-İsta.	0.0057	0.0340	0.0381	0.0500	0.5967
Olas.	0.940	1.000	1.000	1.000	1.000
EGARCH (1, 2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.000	0.026
PAC	-0.000	-0.001	-0.000	-0.000	0.026
Q-İsta.	0.0004	0.0074	0.0148	0.6471	4.0089
Olas.	0.984	1.000	1.000	1.000	1.000
EGARCH (2,1)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.012
PAC	-0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.012
Q-İsta.	0.0005	0.0288	0.0383	0.0532	0.9494
Olas.	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000
EGARCH (2,2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.003	-0.001	-0.001	-0.000	0.017
PAC	0.003	-0.001	-0.001	-0.000	0.017
Q-İsta.	0.0358	0.1187	0.1316	0.2137	5.6442
Olas.	0.850	1.000	1.000	1.000	1.000
EGARCH (2, 3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	0.013
PAC	-0.002	-0.001	-0.002	-0.001	0.013
Q-İsta.	0.0175	0.0763	0.1471	0.2293	1.2992
Olas.	0.895	1.000	1.000	1.000	1.000
EGARCH (3, 2)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	0.002	-0.001	-0.001	-0.000	0.017
PAC	0.002	-0.001	-0.001	-0.000	0.017
Q-İsta.	0.0197	0.2691	0.2702	0.3313	5.8963
Olas.	0.889	0.998	1.000	1.000	1.000
EGARCH (3,3)	1.Gec.	5.Gec.	10.Gec.	20.Gec.	30.Gec.
AC	-0.002	-0.002	-0.003	-0.001	0.006
PAC	-0.002	-0.002	-0.003	-0.001	0.006
Q-İsta.	0.0185	0.2019	0.3309	0.5281	4.1225
Olas.	0.892	0.999	1.000	1.000	1.000

Tablo11'deki Q istatistik ve anlamlılık düzeyleri incelendiğinde, USD döviz kuru serisi için belirlenen oynaklık modellerinde tüm gecikme değerleri için otokorelasyon sorununun giderildiği belirlenmiştir. EURO döviz kuru serisinde ARCH (1), ARCH (2) ve ARCH (3) modelleri dışındaki diğer oynaklık modellerinde otokorelasyon sorunu giderilirken, GBP döviz kuru serisi modellerinde ise tüm gecikme değerleri için otokorelasyon sorununun ortadan kaldırıldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, değişen varyans ve/veya otokorelasyon sorunlarının tespit edildiği modeller çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Diğer taraftan, her üç döviz kuru serisi için belirlenen oynaklık modellerinde değişen varyans ve otokorelasyon sonuçlarının birbirini destekler nitelikte olduğu da ifade edilebilir. Döviz kuru serileri için oynaklık modellemesinde esas alınacak modellerin belirlenebilmesi için Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC), Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) katsayıları hesaplanmıştır. Çalışmada, endekste model karşılaştırması için RMSE katsayıları esas alınmıştır. Bu katsayılara ilişkin elde edilen sonuçlar Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12. Döviz Kuru Serileri için Oynaklık Modeli Karşılaştırmaları

Seri	Modeller	Theil	RMSE	MAE
USD	EGARCH (1,1)	0.940469	1.215847	0.679200
	EGARCH (1,2)	0.957028	1.215737	0.677121
	EGARCH (2,1)	0.966116	1.215868	0.675345
	EGARCH (2,2)	0.967636	1.215915	0.675216
	EGARCH (2,3)	0.821184	1.239099	0.729379
	EGARCH (3,2)	0.933781	1.216172	0.680174
	EGARCH (3,3)	0.940547	1.223411	0.679809
EURO	GARCH (1,1)	0.951107	1.177184	0.689154
	GARCH (2,1)	0.954145	1.177179	0.688911
	IGARCH (1,1)	0.837163	1.192462	0.721678
	TGARCH (2,1)	0.957865	1.177190	0.688643
	EGARCH (1,1)	0.942243	1.777278	0.690020
GBP	IGARCH (1,1)	0.960465	1.185862	0.699289
	EGARCH (1,1)	0.955710	1.185876	0.699590
	EGARCH (1,2)	0.987648	1.186344	0.698361
	EGARCH (2,1)	0.942081	1.186107	0.700781
	EGARCH (2,2)	0.945403	1.192147	0.701689
	EGARCH (2,3)	0.954970	1.185887	0.699651
	EGARCH (3,2)	0.941850	1.192709	0.702189
EGARCH (3,3)	0.955142	1.185881	0.699632	

Döviz kuru serileri için Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) katsayıları değerlendirildiğinde, en düşük RMSE değeri USD için EGARCH (1,2) modelinde 1.215737 olarak, EURO için GARCH (2,1) modelinde 1.177179 ve GBP için IGARCH (1,1) modelinde 1.185862 olarak hesaplanmış ve döviz kuru serilerindeki oynaklık modelleri belirlenmiştir. İncelenen döneme ilişkin USD, EURO ve GBP döviz kuru serilerine ait oynaklık tahmin sonuçları Tablo 13'te sunulmaktadır.

Tablo 13. Döviz Kurları İçin Oynaklık Model Sonuçları

Seri	Modeller	Katsayılar							
		α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3	γ_1
EURO	GARCH (p=2, q=1)	0.1677	0.0920	0.0871	-	0.7388	-	-	-
USD	EGARCH (p=1, q=2)	0.009	-0.008	-	-	0.748	0.233	-	0.098
GBP	IGARCH (p=1, q=1)	-	0.9827	-	-	0.0172	-	-	-

Döviz kuru serileri için oynaklık tahmin sonuçları analiz edildiğinde, EURO döviz kuru getiri serisi için GARCH (2,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. GARCH modelinin geçerli olabilmesi için α_i ve β_i katsayıların sıfırdan büyük ya da eşit olması gereklidir. Modelde ARCH terimi kısa dönem koşullu varyansı ifade ederken, GARCH terimi ise uzun dönem koşullu varyansı ifade etmektedir. GARCH (1,2) modeli için katsayı toplamı ($\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1$) 0.9179 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda EURO döviz kuru getirisinde oynaklığa etki eden şoklar kalıcı bir etki yaratmamaktadır. Model katsayıları daha ayrıntılı incelendiğinde geçmiş dönem şoklarını temsil eden $\alpha_{1,2}$: 0.1791 olarak hesaplanırken, mevcut dönemden hemen bir önceki dönemdeki şokları ifade eden β_1 katsayısı: 0.7388 olarak

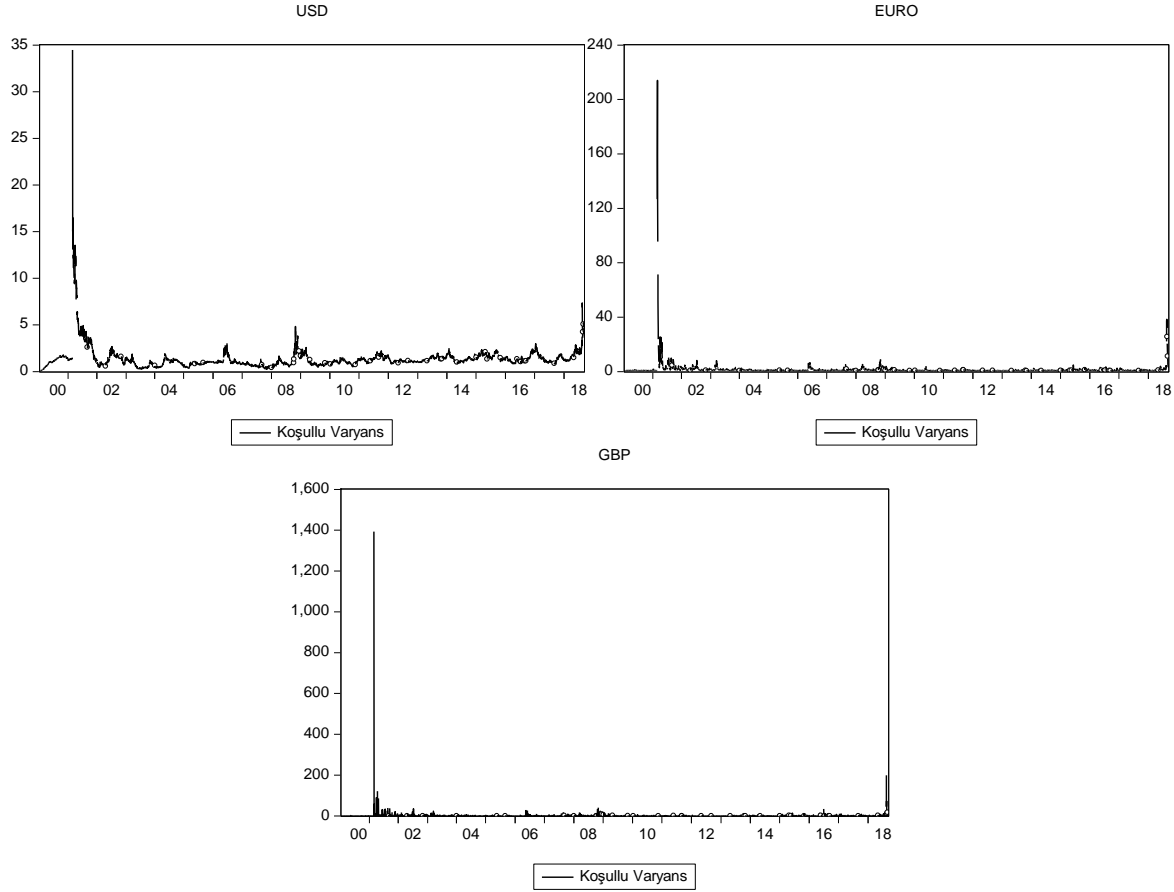
hesaplanmıştır. Bu durum EURO döviz kuru getirisine etki eden şokların %17.91'inin geçmiş dönem şoklardan kaynaklandığını gösterirken, %73.88'inin de bir önceki dönemde meydana gelen şoklardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, EURO döviz kuru getirilerinde oynaklığın yoğunlukla bir önceki dönem şoklardan etkilendiği tespit edilmiştir. $(\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1)$ ölçüsü, volatilitenin ısrarcılığını göstermektedir. Bu durum, herhangi bir dönemde meydana gelen bir şokun etkisinin gelecekte de bir süre daha devam ettiğini göstermektedir. Endekste belirlenen volatilitenin gün bazında ne kadar sürdüğünü belirleyebilmek için HL (half-life) ölçüsü $HL = \ln(0.5) / \ln(\alpha_1 + \beta_1)$ eşitliği esas alınarak tespit edilebilmektedir. HL hesaplamaları neticesinde Euro döviz kuru serisine gelen bir şokun etkisi yaklaşık 8.09 gün sürdüğü belirlenmiştir. Bu ölçü, şokun süresinin yanı sıra şokun üzerinden atma ve tepkisini de göstermektedir.

USD döviz kuru serisi için EGARCH (1, 2) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu model, 1 ARCH, 2 GARCH etkisi taşımaktadır. Oynaklık modellemesinde asimetrikliği ve kaldıraç etkisini de dikkate alan EGARCH modelinde tüm parametreler logaritmik olarak ifade edilmektedir. Bu bağlamda, GARCH modelinde olduğu gibi α_i ve β_i katsayıların sıfırdan büyük ya da eşit olması gerekmektedir. γ_i katsayısının ise sıfırdan küçük olması durumunda kaldıraç etkisinin varlığı ortaya çıkarılmaktadır. EGARCH (1, 2) modelinde hesaplanan katsayılar doğrultusunda, döviz kuru getiri serisinde meydana gelen pozitif bir şok, kur getirisinde aynı büyüklükteki negatif şoktan daha fazla etki yapmaktadır. Dolayısıyla şokların getiri oynaklığı üzerinde asimetrik bir etkiye sahip olmadığı da ifade edilebilir. Herhangi bir dönemde meydana gelen bir şokun etkisinin gelecekte ne kadar süre daha devam ettiğini gösteren HL ölçüsüne göre ise USD döviz kuru getirisine gelen bir şokun etkisi yaklaşık 2.30 gün sürdüğü belirlenmiştir.

GBP döviz kuru getiri serisi için IGARCH (1,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. IGARCH modelinin geçerli olabilmesi için α_i ve β_i katsayıların sıfırdan büyük ya da eşit ve anlamlı olması gereklidir. Modelde ARCH terimi kısa dönem koşullu varyansı ifade ederken, GARCH terimi ise uzun dönem koşullu varyansı ifade etmektedir. IGARCH (1,1) modeli için katsayı toplamı $(\alpha_1 + \beta_1)$ 1 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda GBP döviz kuru getirisinde oynaklığa etki eden şokların kalıcı bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle seriye gelen şoklar etkilidir ancak bu şoklar kısa süreli kalıcı bir etki yaratmaktadır.

Model katsayıları daha ayrıntılı incelendiğinde geçmiş dönem şoklarını temsil eden α_1 : 0.0172 olarak hesaplanırken, mevcut dönemden hemen bir önceki dönemdeki şokları ifade eden β_1 katsayısı: 0.9827 olarak hesaplanmıştır. Bu durum GBP döviz kuru getirisine etki eden şokların %1.72'sinin geçmiş dönem şoklardan kaynaklandığını gösterirken, %98.27'sinin de bir

önceki dönemde meydana gelen şoklardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, GBP döviz kuru getirilerinde oynaklığın yoğunlukla bir önceki dönem şoklardan etkilendiği tespit edilmiştir. Döviz kuru getiri serileri için tahmin edilen oynaklık modelleri sonrasında döviz kuru getiri serilerine ait koşullu varyans grafikleri Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Döviz Kuru Getiri Serilerinin Koşullu Varyansı

Döviz kuru getiri serilerine ait koşullu varyans grafikleri değerlendirildiğinde, incelenen dönemde USD, EURO ve GBP kur getirilerine ilişkin varyans en yüksek değere 2001 yılında ulaşmıştır. Zaman serisi içerisinde varyansın 2008 ve 2013 yıllarında da diğer yıllara göre daha yüksek olduğu da ifade edilebilmektedir. Döviz kuru getirilerinde varlığı tespit edilen oynaklıkların yerel ve küresel finansal krizlerden kaynaklandığı söylenebilir. Diğer taraftan, ilgili periyotta meydana gelen bir şokun USD döviz kuru getiri serilerine, EURO ve GBP döviz kuru serilerine göre daha büyük bir etki yarattığı da görülmektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Volatilite yani oynaklık, zaman serilerinde yüksek seviyedeki artış ya da azalışlar doğrultusunda meydana gelen ortalamadan sapmaları ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle oynaklık, döviz kuru, faiz oranları ve borsa endeksi gibi değişkenlerin beklenen değerlerinden ne kadar saptıklarının bir göstergesidir. Ekonomide gerçekleşen ani ve hızlı değişimler,

oynaklığın artmasına yol açmaktadır. Bu değişimler sonucu oluşabilecek beklenmedik durumlara karşı korunabilmek amacıyla oynaklığın doğru tahmin edilmesi önemlidir. Çünkü, döviz piyasasında oynaklık, spekülasyon hareket eden yatırımcıları, reel ve mali sektör içerisindeki firmaları, ülke ekonomileri ve finansal piyasalar açısından bir risk unsurudur. Bu bağlamda döviz kuru oynaklığının olası olumsuz etkilerinin ölçülmesi ve tahmin edilmesi önem arz etmektedir. Döviz kuru oynaklığının yüksek düzeyde olması, döviz ile ilişkili olan tüm paydaşları bu riske karşı korunmayı gerekli kılmaktadır.

Finans ve döviz piyasalarında meydana gelen ani iniş ve çıkışların piyasa oynaklığına olan etkilerinin tespit edilebilmesi için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. ARCH/GARCH ailesi modeller, döviz kuru serilerindeki varyans değişimini, oynaklık kümelenmesini ve kaldıraç etkisini ortaya çıkarmada oldukça başarılıdır.

Bu çalışmada, işlem hacmi yüksek olan ve en değerli yabancı para konumunda sayılabilecek Dolar, Euro ve Sterlin kurlarına ilişkin getiri oynaklığı modellenmesi yapmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda, Dolar, Euro ve Sterlin kurlarına ait 05.01.2000-13.09.2018 dönemindeki günlük veriler analiz kapsamına dâhil edilmiştir. Oynaklık modellenmesinin ARCH/GARCH ailesi ile yapılabilmesi için en uygun ARMA başlangıç modeli belirlenmiş, serilerin durağanlıkları sağlanmış, hata terimlerinde değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının giderildiği ve incelenen seride doğrusal olmayan unsurların mevcut olduğu belirlenmiştir. Analizler neticesinde, EURO döviz kuru getiri serisi için GARCH (2,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Oynaklık tahmin sonuçlarına göre, EURO döviz kuru getirisinde oynaklığa etki eden şokların kalıcı bir etki yaratmadığı ve EURO döviz kuru getirisine etki eden şokların %17.91'inin geçmiş dönem şoklardan kaynaklandığını gösterirken, %73.88'inin de bir önceki dönemde meydana gelen şoklardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, EURO döviz kuru getirilerinde oynaklığın yoğunlukla bir önceki dönem şoklardan etkilendiği ortaya çıkarılmış ve kur serisine gelen bir şokun etkisinin ve şoku üzerinden atmasının yaklaşık 8.09 gün sürdüğü belirlenmiştir.

USD döviz kuru serisi için EGARCH (1, 2) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu model, 1 ARCH, 2 GARCH etkisi taşımaktadır. EGARCH (1, 2) modelinde hesaplanan katsayılar doğrultusunda, döviz kuru getiri serisinde meydana gelen pozitif bir şok, kur getirisinde aynı büyüklükteki negatif şoktan daha fazla etki yapmaktadır. Dolayısıyla şokların getiri oynaklığı üzerinde asimetric bir etkiye sahip olmadığı da ifade edilebilir. Herhangi bir dönemde meydana gelen bir şokun etkisinin gelecekte ne kadar süre daha devam ettiğini gösteren HL (half-life) ölçüsüne göre ise USD döviz kuru getirisine gelen bir şokun etkisi yaklaşık 2.30 gün sürdüğü belirlenmiştir.

GBP döviz kuru getiri serisi için IGARCH (1,1) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir. IGARCH (1,1) modeli için katsayı toplamı ($\alpha_1 + \beta_1$) 1 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda GBP döviz kuru getirisinde oynaklığa etki eden şokların kalıcı bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle seriye gelen şoklar etkilidir ancak bu şoklar kısa süreli kalıcı bir etki yaratmaktadır. GBP döviz kuru getirisine etki eden şokların %1.72'sinin geçmiş dönem şoklardan kaynaklandığını gösterirken, %98.27'sinin de bir önceki dönemde meydana gelen şoklardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Dolayısıyla, GBP döviz kuru getirilerinde oynaklığın yoğunlukla bir önceki dönem şoklardan etkilendiği tespit edilmiştir. Döviz kurları için yapılan volatilité modellemesi neticesinde elde edilen bulguların, Kasman (2003), Güloğlu ve Akman (2007), Uysal ve Özşahin (2012), Sağlam ve Başar (2016), Güler (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda ulaşılan çeşitli bulgular ile benzerlikler gösterdiği söylenebilir.

İncelenen dönemde, tahmin edilen oynaklık modelleri sonrasında USD, EURO ve GBP döviz kuru getirilerine ilişkin koşullu varyansın en yüksek değere 2001, 2008 ve 2013 yıllarında ulaştığı belirlenmiştir. Döviz kuru getirilerinde varlığı tespit edilen oynaklıkların yerel ve küresel finansal krizlerden kaynaklandığı söylenebilir. Diğer taraftan, ilgili periyotta meydana gelen bir şokun USD döviz kuru getiri serilerine, EURO ve GBP döviz kuru serilerine göre daha büyük bir etki yarattığı da tespit edilmiştir. Bu çalışma, farklı döviz kurlarına ilişkin volatilité modellemelerinin yapılması, farklı modellerin kullanılması ve döviz kurları arasındaki volatilité yayılımının incelenmesi suretiyle sonraki çalışmalarda geliştirilebilir. Çalışmada ulaşılan bulguların başta bireysel yatırımcılar olmak üzere çeşitli ekonomik birimlere fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aghiona, P., Bacchetta, P., Rancièrec, R. & Rogoffa, K. (2009). Exchange rate volatility and productivity growth: the role of financial development. *Journal of Monetary Economics*, 56(4), 494-513.
- Arize, A. C., Osang, T. & Slottje, D. J. (2000). Exchange rate volatility and foreign trade: Evidence from Thirteen LDC's. *Journal of Business & Economic Statistics*, 18(1), 10-17.
- Arratibel, O., Furceri, D., Martin, R. & Zdzienicka, A. (2011). The effect of nominal exchange rate volatility on real macroeconomic performance in the CEE countries. *Economic Systems*, 35(2), 261-277.
- Boyacıoğlu, M. A. & Çürük, D. (2016). Döviz kuru değişimlerinin hisse senedi getirisine etkisi: Borsa İstanbul 100 endeksi üzerine bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 70, 143-156.
- Chi, J. & Cheng, S. K. (2016). Do exchange rate volatility and income affect Australia's maritime export flows to Asia? *Transport Policy*, 47, 13-21.
- Choudhry, T. (2005). Exchange rate volatility and the United States exports: Evidence from Canada and Japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, 19(1), 51-71.
- Çiçek, M. (2010). Türkiye'de faiz, döviz ve borsa: Fiyat ve oynaklık yayılma etkileri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65(2), 1-28.
- Danmola, R. A. (2013). The impact of exchange rate volatility on the macro economic variables in Nigeria. *European Scientific Journal*, 9(7), 152-165.
- Doğanlar, M. (2002). Estimating the impact of exchange rate volatility on exports: evidence from Asian countries. *Applied Economics Letters*, 9(13), 859-863.

- Erden, L. & Sağlam, G. (2009). Türkiye'de döviz kuru oynaklığının sektörel ithalata etkileri: Bir ARDL ithalat modeli analizi. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 19-44.
- Gök, İ. Y., Özkul, G. & Öztürk, E. (2016). merkez bankası müdahalelerinin döviz kurları üzerine etkileri: Türkiye üzerine ampirik bir araştırma. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 359-384.
- Gujarati, D. (2011). *Econometrics by example*. Palgrave Macmillan.
- Güler, A. (2017). Oynak ekonomik koşullar altında döviz kuru oynaklığının modellenmesi: Türkiye için dinamik zaman serisi analizi. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(14), 39-47.
- Güloğlu, B. & Akman, A. (2007). Türkiye'de döviz kuru oynaklığının SWARCH yöntemi ile analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(512), 43-51.
- Hajilee, M. & Al Nasser, O. M. (2014). Exchange rate volatility and stock market development in emerging economies. *Journal of Post Keynesian Economics*, 37(1), 163-180.
- Kasman, A. (2003). Türkiye'de reel döviz kuru oynaklığı ve bunun ihracat üzerine etkisi: Sektörel bir analiz. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 169-186.
- Kasman, S., Vardar, G. & Tunç, G. (2011). The impact of interest rate and exchange rate volatility on banks' stock returns and volatility: Evidence from Turkey. *Economic Modelling*, 2(3), 1328-1334.
- Khosa, J., Botha, I. & Pretorius, M. (2015). The impact of exchange rate volatility on emerging market exports. *Acta Commer*, 15(1), 1-11.
- Kim, C. B. (2017). Does exchange rate volatility affect Korea's seaborne import volume? *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(1), 43-50.
- Oskooee, M. B. & Gelan, A. (2018). Exchange-rate volatility and international trade performance: Evidence from 12 African countries. *Economic Analysis and Policy*, 58, 14-21.
- Özdemir, L. & Kula, V. (2017). Döviz piyasa oynaklığı ile vadeli işlem piyasası arasındaki nedensellik ilişkisi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 618-636.
- Sağlam, M. & Başar, M. (2016). Döviz kuru oynaklığının öngörülmesi: Türkiye örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18(31), 23-29.
- Taşçı, H. M., Darıcı, B. & Erbaykal, E. (2009). Ters para ikamesi süreci ve döviz kuru oynaklığı: Türkiye örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 10(1), 102-117.
- Tenreyro, S. (2007). On the trade impact of nominal exchange rate volatility. *Journal of Development Economics*, 82(2), 485-508.
- Türkyılmaz, S., Özer, M. & Kutlu, E. (2007). Döviz kuru oynaklığı ile ithalat ve ihracat arasındaki ilişkilerin zaman serisi analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 133-150.
- Uysal, D. & Özşahin, Ş. (2012). Reel efektif döviz kuru endeksi volatilitesinin ARCH ve GARCH modelleri ile tahmini. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 13-20.

EXPANDED ABSTRACT

Volatility is a measure of the width deviation from the mean value in a time series. Stated in other words volatility refers to the deviations from the average in the time series as a result of high increases or decreases. Volatility refers to the deviations from the positive or negative mean in a time series. Sudden and rapid changes in the economy lead to an increase in volatility. In this context, it is important to measure and estimate the possible negative effects of exchange rate volatility. The high level of exchange rate volatility makes it necessary to protect all stakeholders related to against this risk. Various techniques have been developed to determine the effects of sudden ups and downs in the financial and foreign exchange markets on market volatility. ARCH / GARCH family models are very successful in revealing variance change, volatility clustering and leverage effect in exchange rate series. These methods are the autoregressive models with changing conditional variances. ARCH model developed by Engle (1982), GARCH model developed by Bollerslev (1986) and has the ability to predict a number of constraints and negative variance in the ARCH model. After GARCH model, GARCH family models such as APGARCH, EGARCH, TGARCH and

IGARCH have been developed which can measure and model asymmetric responses against positive and negative shocks. In the national and international literature, there are many studies on volatility modeling of financial markets and macroeconomic factors. There are several studies examining the volatility structures of exchange rates, one of the most important macroeconomic factors.

The aim of this study is to modelling the volatility of the Dollar, Euro and Sterling series which have a high transaction volume and which can be considered as the most valuable foreign currency position. In this direction, permanent return of daily data in 05.01.2000-13.09.2018 period is calculated and analyzed within the scope of analysis. The data of the exchange rates have been obtained from the investing.com database. Permanent returns were calculated by using price series of exchange rates before volatility analysis. In order to perform volatility modeling, it is necessary to ensure the stationarity of the series. Stationarity was investigated by ADF and PP unit root tests. According to the results of unit root tests, the series of exchange rates were stationary at the level of $I(0)$ and they did not contain unit roots. The stationarity of the series is provided for volatility modeling, and the optimal ARMA starting model is determined on the basis of the Schwarz information criterion and the variance, autocorrelation and nonlinear elements are investigated in the series. ARMA (1,3) for EURO, ARMA for EURO (0,0) and ARMA (3,0) for GBP were determined to be effective. While heteroscedasticity was tested with ARCH-LM test, autocorrelation was tested with error terms correlograms. It was determined that there were heteroscedasticity and autocorrelation problems in three exchange rate series. In addition, nonlinear elements were determined in the series.

As a result of the volatility analysis, the volatility models of the series are analyzed by GARCH (2,1) model for EUR series, EGARCH (1, 2) for USD series and IGARCH (1,1) models for GBP series. According to the results of the model, it is found that the impacts on the volatility of the EUR series don't have a lasting impact and the effect of shock lasted 8.09 days. A positive shock from the USD series are more influenced by negative shock of the same magnitude and shock isn't asymmetric on return volatility. Furthermore, It is determined that effect of shock lasted 2.30 days. In the GBP series, the shocks have a lasting effect and predominantly occurred in the previous period. The findings of the study are similar to the findings obtained in the studies performed by Kasman (2003), Güloğlu and Akman (2007), Uysal and Özşahin (2012), Sağlam and Başar (2016), Güler (2017).

The highest volatility of USD, EURO and GBP exchange rates occurred in 2001, 2008 and 2013 in the analyzed period after estimated volatility models. It can be said that the

fluctuations in the exchange rate yields are due to the local and global financial crises. On the other hand, it has been determined that a shock occurred in the related period has a greater effect on the USD exchange rate yield series compared to the EURO and GBP exchange rate series. This study can be developed by subsequent studies by making volatility modeling of different exchange rates, using different volatility models and analysis of the volatility spillover between exchange rates. It is thought that the findings of the study may benefit various economic units, especially individual investors.