



## OYNAK EKONOMİK KOŞULLAR ALTINDA DÖVİZ KURU OYNAKLIĞININ MODELENMESİ: TÜRKİYE İÇİN DİNAMİK ZAMAN SERİSİ ANALİZİ \*

Yrd.Doç.Dr. Aslı GÜLER

Ordu Üniversitesi, Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Ordu/Türkiye

Güler, A. (2017). "Oynak Ekonomik Koşullar Altında Döviz Kuru Oynaklığının Modellenmesi: Türkiye İçin Dinamik Zaman Serisi Analizi", Vol:3, Issue:14; pp:39-47 (ISSN:2149-8598)

### ARTICLE INFO

#### Article History

Makale Geliş Tarihi  
Article Arrival Date  
30/07/2017  
Makale Yayın Kabul Tarihi  
The Published Rel. Date  
29/08/2017

#### Anahtar Kelimeler

Döviz kuru oynaklığı,  
Gecelik Faiz Oranı, Para  
Politikası, ARCH modelleri

#### Keywords

Exchange rate volatility,  
Overnight Interest Rate,  
Monetary Policy, ARCH  
Models

### ÖZ

Döviz kurunda meydana gelen değişimler hem yurtiçi hem de yurt dışı yatırım ve tüketim kararlarını etkileyerek hem reel hem de finansal sektör üzerinden ekonomiyi bir bütün olarak etkilemektedir. Döviz piyasasının ekonomi üzerindeki ağırlığı düşünüldüğünde döviz kurunda meydana gelen oynaklıklar ekonomiyi bütün olarak etkileyecek kapasitedir. Bu bağlamda döviz kurunun oynaklığının yapısının analiz edilmesi ortaya çıkabilecek risklerin önceden öngörülmesi ve önlem alınması açısından önemlidir. Diğer taraftan, döviz kurunda meydana gelen oynaklıkların kontrol altında tutulmaya çalışılması parasal otoritenin sorumluluk alanına girmektedir. Bununla ilintili olarak, para politikası yapıcılarının para politikasını oluştururken politika adımlarının döviz kuru üzerinde meydana getirebileceği olası etkileri hesaba katmak zorundadır. Özellikle parasal otoritenin döviz kuru üzerindeki kontrol yeteneğinin iyiden iyiye zayıfladığı global ve yurt içi volatilitenin yüksek olduğu konjonktür ortamında bu konuda daha dikkatli davranılması gerekmektedir. Bu çalışmada döviz kuru oynaklığı simetrik ve asimetrik koşullu değişen varyans modelleri GARCH ve TARCH kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, döviz kurunda meydana gelen şokları dirençli ve kalıcı bir yapı sergilemektedir. Bununla birlikte negatif ve pozitif şokların oynaklık üzerinde asimetrik bir etki meydana getirdiği tespit edilmiştir. Gecelik faiz oranlarında meydana gelen değişimlerin ise döviz kuru oynaklığını arttırdığı bulunmuştur.

### ABSTRACT

Changes in exchange rate affect the economy as a whole through both financial and real sector by affecting both domestic and overseas investment and consumption decisions. Considering the weight of the foreign exchange market over the economy, volatility in the exchange rate affects the economy as a whole. In this context, analyzing the structure of exchange rate volatility is important for predicting risks and taking precautions. On the other hand efforts to keep the exchange rate fluctuations under control enters the responsibility of the monetary authority. In relation to this, monetary policy makers have to take into account the possible effects of policy steps on exchange rate when creating the monetary policy. Monetary authorities have to be more careful in this regard, particularly during periods of the high global and domestic volatility that weaken the monetary authority's ability to control exchange rate. In this study, exchange rate volatility is analyzed using symmetric and asymmetric autoregressive conditional heteroscedasticity models such as GARCH and TARCH. According to the results obtained, the shocks in the exchange rate show a resilient and permanent structure. At the same time negative and positive shocks have been found to have an asymmetrical effect on volatility. It has been found that the fluctuations in the overnight interest rates increase the exchange rate volatility.

### 1. GİRİŞ

Finansal piyasalar bazı dönemlerde oldukça sakin seyrederken, bazı dönemler oldukça oynak bir yapı sergileyebilmektedir. Oynaklığın yüksek olması riskin yüksek olması anlamına gelmektedir. Bir finansal varlığın risklilik derecesi o varlığın fiyatının önemli bir belirleyicisi olduğundan, oynaklığın zaman içerisinde nasıl bir değişim gösterdiğini tanımlayabilmek önemlidir (Hamilton ve Susmel, 1994:307; Özden, 2008:340).

Bu bağlamda finansal risk yönetimi son yılların en önemli bir konularından biri haline gelmiştir. Risk kaybetme ihtimali ya da beklenenden daha az getiri elde etme olasılığının ölçülebilir bir göstergesi olarak tanımlanır. Finansal yatırımcı nelerin risk unsuru olup olmadığını tespit edebildiğinde zarar ya da kardan zarar olasılığını minimuma indirilebilecektir.

\*Bu çalışma 18-20 Mayıs 2017 tarihleri arasında Alanya Alaattin Keykubad Üniversitesi evsahipliğinde düzenlenen II. Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu'nda sunulmuştur.

Döviz piyasasının ekonomi içindeki hacmi düşünüldüğünde döviz piyasasının istikrarı ekonomik faaliyetlerin gidişatı açısından son derece önemlidir. Döviz kurlarının piyasa arz ve talebine göre şekillendiği dalgalı döviz kuru sisteminde yurt içi ve yurt dışı faiz oranları, enflasyon ve uluslararası sermaye akımları gibi bir dizi makroekonomik gelişme döviz kurlarını etkileyebilmektedir (Sağlam ve Başar, 2016:23). Özellikle küresel ekonominin çalkantılı olduğu büyük kriz dönemlerinde gelişmiş ülkelerin ulusal piyasalarına istikrar kazandırmak adına uyguladıkları politikalar Türkiye gibi gelişmekte olan ve dış finansal bağımlılığı yüksek ülkelerde kurları daha oynak hale getirmektedir. Döviz kuru oynaklığının yarattığı belirsizliğin dış ticaret ve yabancı varlıklara yönelik yatırım iştahı üzerindeki etkisi dikkate alındığında konunun önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Döviz kurları üzerinde belirleyici unsurlardan biri de faiz oranıdır. Makroekonomik alanda son dönemlerde yapılan çalışmalarda nominal katılımları ve eksik rekabeti dinamik stokastik genel denge modelleri çerçevesine sokan parasal modellerin evrimi ve gelişimi üzerinde durmaktadır. Genellikle Yeni Keynesyen olarak anılan bu modellerde parasal ayarlarda yapılan değişiklikler genellikle reel değişkenler üzerinde anlaşılması zor etkiler meydana getirmektedir. Bu nedenle, para politikası kendi başına potansiyel bir istikrar sağlayıcı olabileceği gibi başlı başına ekonomik dalgalanmaların kaynağı haline de gelebilir. Bu nedenle merkez bankasının makroekonomik koşullardaki değişikliklere tepki olarak politika aracını (kısa vadeli faiz oranları) değiştirdiğinde ne gibi sonuçlara yol açabileceği önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır (Gali ve Monacelli, 2004: 1).

Her ne kadar günlük ve aylık finansal varlık getirilerinin yaklaşık olarak tahmin edilemez olsa da getiri oynaklığının oldukça tahmin edilebilir olması finansal ekonomi ve risk yönetimi açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır (Andersen vd., 2001:42). Bu bağlamda çalışmanın amacı dalgalı döviz kuru sistemi uygulanan ülkelerde yoğun sermaye hareketlerinin yaşandığı dönemlerde döviz kuru getiri serisinin oynaklığının yapısını analiz etmek ve para politikasının getiri oynaklığı üzerinde etkisini belirlemektir.

## 2. DÖVİZ KURU OYNAKLIĞINI MODELLEYEN ÇALIŞMALAR: LİTERATÜR

Yaşanan son küresel finansal kriz sonrasında ekonomi yazınında finansal istikrar konusu üzerinde daha fazla durulmaya başlanmıştır. Özellikle de risk göstergesi olarak kabul gören finansal getirilerdeki oynaklık derecesini inceleyen çalışmalar, oynaklığı dinamik bir şekilde modellemeye çalışarak yatırımcılar açısından riski minimize etmeye odaklanılmışlardır. Bu çerçevede ekonomik faaliyetlerin önemli bir bölümünü etkileyen döviz kurunun oynaklığının modelleyen çalışmalarda literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Ancak bu çalışmaların ele alınan döneme, ülke ya da ülke gruplarına göre birbirinden oldukça farklı sonuçlara ulaştığı göze çarpmaktadır. Bu farklılığa nedeni olarak döviz yükümlülüklerindeki farklılıklar, kur geçişkenliğinin yüksek olması, ve istikrarsız enflasyon vb. gösterilmektedir (Öztürk, 2010:1).

Bu doğrultuda oynaklığın doğru öngörülmesi ile piyasa katılımcılarının karşılaşacakları kaldıkları döviz kuru riskini minimize etmeyi amaçlayan çalışmalarında Sağlam ve Başar (2016), ARCH, GARCH, EGARCH, TARCH modellerini kullanarak Türkiye’de USD, EUR ve GBP değişkenleri için en uygun öngörü modelinin hangisi olduğunu tespit etmeye çalışmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre EUR ve USD kurları için iyi ve kötü haberlerin oynaklık üzerindeki asimetric etkisini ölçen EGARCH ve TARCH modelleri daha iyi performans sergiledikleri oynaklığın modellenmesinde daha iyi performans sergilemektedirler GBP değişkeninin oynaklığı ise en iyi simetrik modeller tarafından açıklanmaktadır. Çalışmada ulaşılan bir diğer sonuç, kötü haberlerin iyi haberlere göre daha fazla oynaklık yarattığıdır.

Bu alandaki önemli çalışmalardan bir diğeri olan Öztürk (2010), 1 Nisan 2002 -30 Eylül 2009 tarihleri arasında döviz kuru getirisi ve gösterge kıymet faiz oranı oynaklıkları arasındaki ilişkiyi ARCH modelleri vasıtası ile incelediği çalışmasında, değişkenler arasında yüksek derecede istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulmuştur. Elde edilen bulgulara göre değişkenlere ait kovaryans, oynaklığın düşük olduğu dönemlerde nispeten ılımlı seyrederken oynaklığın yüksek olduğu dönemlerde artış göstermektedir. Değişkenler arasındaki nedensellik incelendiğinde, döviz kuru getirisi ve gösterge kıymet oynaklıklarının gün içi karşılıklı bir etkileşim içinde oldukları tespit edilmiştir. Ancak, faiz oranı ortalamasındaki değişme birinci gecikmede döviz kurunu etkilerken döviz kuru getiri ortalaması faiz ortalamasını etkilememektedir. Çalışmanın sonucunda Öztürk (2010), incelenen dönem için döviz kuru getirisi ve faiz oranı arasındaki anlamlı bir ilişki olmakla birlikte bu ilişkinin çok boyutlu ve

karmaşık olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yazar TCMB'nin ekonomik istikrar için fiyat istikrarı yanında döviz kuru istikrarına da önem vermesi gerektiği önerisini getirmiştir.

Calvo'nun yapışkan fiyat modelini dışa açık küçük bir ekonomiye uyarlayan Gali ve Monacelli (2004) ise yurt içi enflasyon oranına dayalı Taylor kuralı, TÜFE'ye dayalı Taylor kuralı ve döviz kuru hedeflemesi olmak üzere üç farklı parasal rejim altında hem nominal döviz kurunun istikrarı ile ticaret hadleri arasında; hem de yurt içi enflasyon düzeyi ve çıktı açığı arasındaki değiş tokuş ilişkilerini incelemişlerdir. Yapılan simülasyonlar sonucu bu üç rejim arasındaki temel farkın ortaya çıkardıkları döviz kuru oynaklığı olduğunu ortaya koymuşlardır. Hem enflasyon hem de çıktı açığı istikrarına eş zamanlı olarak ulaşabilen enflasyon hedeflemesi rejiminin, döviz kuru hedeflemesine nazaran daha oynak nominal döviz kuruna ve ticaret hadlerine yol açması kaçınılmazdır. Yine de TÜFE'ye dayalı enflasyon hedeflemesi rejimi, sadece yurt içi enflasyona dayanan enflasyon hedeflemesi ile döviz kuru hedeflemesi arasında bir yerde denge sağlayıcı dinamiklere ulaşabilmektedir. Döviz kuru hedeflemesi ise ticaret hadlerini aşırı şekilde düzeltmesi nedeniyle Taylor kuralına nispeten daha fazla refah kaybına yol açmaktadır. Ayrıca yapılan tüm simülasyonlarda parasal otoritenin yurt içi enflasyona reaksiyon gösterdiği bir Taylor kuralı, TÜFE'ye dayalı bir Taylor tipi reaksiyon kuralından daha fazla refaha yol açtığı tespit edilmiştir.

Çiçek (2010) çalışmasında 02.01.2004-30.04.2008 dönemi için döviz, DİBS ve hisse senedi piyasaları arasındaki karşılıklı fiyat ve volatilité yayılma etkilerini çok değişkenli EGARCH modeli ile analiz etmiştir. Çalışmada ayrıca söz konusu piyasalarda uzun dönemde nasıl bir etkileşim olduğu Johansen eşbütünleşme testi kullanılarak incelenmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre devlet iç borçlanma senedi ve hisse senedi piyasalarından döviz piyasasına doğru anlamlı bir fiyat yayılma etkisi bulunurken, döviz piyasasından devlet iç borçlanma senedi ve hisse senedi piyasalarına doğru fiyat yayılma etkisi tespit edilememiştir. Ayrıca hisse senedi ve döviz piyasalarından devlet iç borçlanma senedi piyasasına doğru oynaklık yayılma etkisi söz konusuysa, devlet iç borçlanma senedi piyasasından hisse senedi ve döviz piyasasına doğru oynaklık yayılma etkisi tespit edilememiştir. Bununla birlikte hisse senedi ve döviz piyasalarında karşılıklı bir oynaklık yayılma etkisi olduğu bulgulanmıştır. Oynaklık şokları hisse senedi ve döviz piyasalarında dirençli bir yapı sergilerken devlet iç borçlanma senedi piyasasında ise şokların etkisi geçici bir yapı sergilemektedir. Son olarak ise üç piyasa arasında uzun dönemde bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, EGARCH yöntemi ile tespit edilen oynaklık ve fiyat yayılma etkileri, piyasa bütünleşmesinin getiri ve oynaklık yayılımı üzerinde etkili olacağına işaret etmektedir.

Chowdhury (1993) çalışmasında döviz kuru oynaklığı ve ihracat arasındaki dinamik ilişkiyi çok değişkenli hata düzeltme modeli aracılığı ile analiz etmiştir. Model her bir G-7 ülkesi için 1973-1990 periyoduna ait veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Değişkenlerin durağan olmama özelliklerinin dikkate alındığı çalışmada, daha önceki çalışmalardan farklı olarak, döviz kuru oynaklığının bütün G-7 ülkelerinde ihracat hacmi üzerinde önemli büyüklükte negatif etkisi olduğu bulgulanmıştır. Ayrıca piyasa katılımcılarının riskten kaçınması durumunda, döviz kuru oynaklığının etkilerini minimize etmek adına faaliyetlerini azaltmaları, fiyatları veya talep ve arz kaynaklarını değiştirmeleri söz konusu olabilecektir. Bu durum bütün G-7 ülkelerinde çıktının sektörler arasında dağılımını etkilemesine yol açabilecektir.

Çaşkurlu ve diğerleri (2007), TCMB'nin 2002-2005 yılları arasında gerçekleştirdiği doğrudan döviz müdahalelerinin döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkilerini çok değişkenli GARCH yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada doğrudan müdahalelerin döviz piyasasında tahmini oynaklığı azaltma amacına hizmet etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çağlayan ve Dayıoğlu (2009), OECD ülkeleri için döviz kuru oynaklığını modelledikleri çalışmalarında, Ocak 1993- Aralık 2006 dönemi için simetrik ve asimetric koşullu varyans modellerinin performansını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda OECD ülkelerinin çoğunda asimetric koşullu varyans modellerinin simetrik koşullu varyans modellerinden daha iyi performans sergilediği bulgulanmıştır. Ayrıca, döviz kuru getiri serilerinin aşırı basık ve leptokurtik özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra döviz kuru getirisindeki artışların oynaklık üzerinde meydana getirdiği artış ve azalışların ülkeden ülkeye farklılaştığı yönünde kanıtlar elde edilmiştir.

### 3. VERİ SETİ

Bu çalışmada döviz kurunun oynaklığı, ARCH tipi oynaklık modelleme yöntemleri ile analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan döviz kuru verisi (fx), TCMB'nin elektronik veri dağıtım sistemi üzerinden 1 ABD doları karşılığı Türk Lirası şeklinde gösterge döviz satış kuru olarak elde edilmiştir. Veri seti, resmi tatiller ve hafta sonlarını kapsamaksızın, 1 Ocak 2006 ve 30 Aralık 2016 dönemi için 4017 gözlemden oluşmaktadır. Çalışmada bağımlı değişken olarak döviz kuru serisinin doğal logaritmik getiri değerleri kullanılmıştır. Döviz kuruna ait doğal logaritmik getiri serisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Er ve Fidan, 2013: 38).

$$R_t = \ln(1 + R_t) = \ln(P_t / P_{t-1}) \quad (1)$$

Para politikasının döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkisini ölçmek amacı ile TCMB'nin gecelik borç verme faiz oranı günlük frekansa dönüştürülerek analizde kullanılmıştır. Veri seti TCMB web sitesinden alınmıştır.

Getiri şoklarının, getiri varyansı üzerinde etkili olup olmadığını tespit etmek amacıyla beklenmeyen döviz kuru getiri serisi, öz bağımlı model aracılığı ile oluşturulmuştur. Uygun model belirlenirken Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre en uygun gecikmenin 2 olduğu tespit edilmiş ve iki gecikmeli modelden elde edilen hata terimleri beklenmeyen getiri değişkeni olarak kullanılmıştır.

Küresel volatilitenin yüksek olduğu dönemde para politikasının döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla veri seti 2008 küresel mali kriz dönemini kapsayacak şekilde oluşturulmuştur. Böylesi dönemlerde piyasa yapısının istikrarsız bir yapıya sahip olması nedeni ile döviz kuru daha oynak bir yapı sergilemektedir. Bu nedenle çalışma, döviz kurunun oynaklığını modellemesi yanında, merkez bankasının elindeki politika aracı ile oynaklık üzerinde etkili olup olamayacağını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

### 4. ÇALIŞMANIN MODELİ

Finansal zaman serileri diğer zaman serilerinden farklı olarak bir takım özellikler sergilemektedir. Öncelikle finansal zaman serileri kalın kuyruk olarak adlandırılan leptokurtik olma eğilimindedir. Bu nedenle, normal dağılıma göre daha basık bir görünüm arz etmektedirler. Finansal zaman serilerinde sıklıkla gözlenen bir diğer özellik ise oynaklık kümelenmesi olgusudur. Oynaklık kümelenmesi olgusunda, seride büyük değişimler büyük değişimleri; küçük değişimler ise küçük değişimleri takip etmektedir. Oynaklık kümelenmesi aynı zamanda hata teriminin değişen varyansa sahip olduğunun da bir işareti olarak kabul edilmektedir. Finansal zaman serilerini diğer zaman serilerinden ayıran son özellik ise finansal piyasa katılımcılarının iyi ve kötü haberler karşısında farklı tepki vermelerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle finansal varlıkların fiyatını etkileyen iyi ve kötü haberler oynaklık üzerinde asimetrik bir etki meydana getirmektedir (Songül, 2010:1; Öztürk, 2010: 6-7; Çevik ve Pekaya, 2007:11).

Finansal zaman serilerinin leptokurtik olması, hata terimlerinin değişen varyansa sahip olması ve şokların asimetrik etkiler yaratması özellikleri nedeni ile normal dağılım, sabit varyans varsayımına dayalı geleneksel zaman serisi modellerini yetersiz kılarak finansal zaman serilerinin oynaklığının doğrusal olmayan koşullu değişen varyans modelleri kullanılarak modellenmesi gerekli kılmıştır. Bu nedenle Engel (1982), çalışmada geleneksel ekonometrik modellerin gerçeğe kısıtlayıcı bu varsayımını kaldıran otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) olarak adlandırılan yeni bir stokastik süreç geliştirmiştir. Bir zaman serisinin kendi geçmiş değerleri tarafından doğrusal olmayan bir şekilde tahmin edilmesi mümkündür. Bu nedenle ARCH modelleri doğrusal olmayan karşılıklı bağımlılık ilişkilerinin analiz edilmesi için geliştirilmiş modellerdir (Diebold ve Nerlove, 1989: 19).

Bir ARCH modeli Ortalama ve varyans denklemi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Öncelikle bağımlı değişkenin kendi gecikmeli değeri açıklayıcı değişken olarak kullanılarak bir ortalama denklemi oluşturulmakta (2), daha sonra ise bu ortalama denklemden elde edilen hata terimleri ile varyans denklemi (3) oluşturulmaktadır.

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Yukarıdaki ortalama denklemden elde edilen hata terimlerinin karesinin bir fonksiyonu olarak oluşturulan varyans denklemi q. dereceden bir ARCH modeli için aşağıdaki gibidir

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (3)$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q$$

Engle (1982)'in ARCH modelini geliştirmesini takiben finansal serilerin oynaklığını modelleyen yeni ARCH tipi modeller ortaya atılmıştır. Bunlardan genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans modeli (GARCH), Bollerslev (1986) tarafından geliştirilmiştir. GARCH (q, p) modeli aşağıda gosterilmiştir.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j} \quad (4)$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q, \beta_j \geq 0, j = 1, \dots, p.$$

p=0 olduğunda yukarıdaki ifade olduğunda Engel (1982) tarafından geliştirilen ARCH modeline dounuşmektedir.

GARCH modelinde  $\alpha_i$  oynaklığın şoklara karşı anlık tepkisini gosteren ARCH parametresidir.  $\alpha_i$ ' nin yuşsek bulunması, piyasa hareketleri karşısında oynaklığın sert tepkiler verdiği şeklinde yorumlanmaktadır.  $\beta_j$  ise oynaklık direnç derecesini olçen GARCH katsayısıdır.  $\beta_j$ 'nin değerinin yuşsek bulunması ise oynaklığın sürekliliğine işaret etmekte ve oynaklıkta kalıcılık ve direnç olduğunu gostermektedir.

İlk olarak Zakoian (1990) tarafından ortaya atılan, daha sonra ise Rabemananjara ve Zakoian (1993) tarafından geliştirilen diğer koşullu değişen varyans modeli ise asimetrik etkileri de içeren eşik GARCH (TARCH) modelidir. TARCH modeline ait koşullu varyans denklemi aşağıda gosterilmiştir (Öztürk, 2010: 12):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i u_{t-i}^2 I_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j} \quad (5)$$

$$I_{t-i} \begin{cases} 1 & \text{eğer } u_{t-i}^2 < 0 \\ 0 & \text{eğer } u_{t-i}^2 \geq 0 \end{cases}$$

$u_{t-i}^2 = 0$  eşik değeri olarak kabul edilirse,  $\gamma_i \neq 0$  olması durumunda olumlu haberler  $u_{t-i}^2 > 0$  ve olumsuz haberler  $u_{t-i}^2 < 0$  koşullu varyansı farklı etkilemektedir. Olumlu haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi  $\alpha_i$  kadar olurken, olumsuz haberlerin etkisi ise  $\alpha_i + \gamma_i$  kadar olacaktır.  $\gamma_i > 0$  olduğunda ise olumsuz haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisi, olumlu haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkisinden daha büyük olmaktadır.

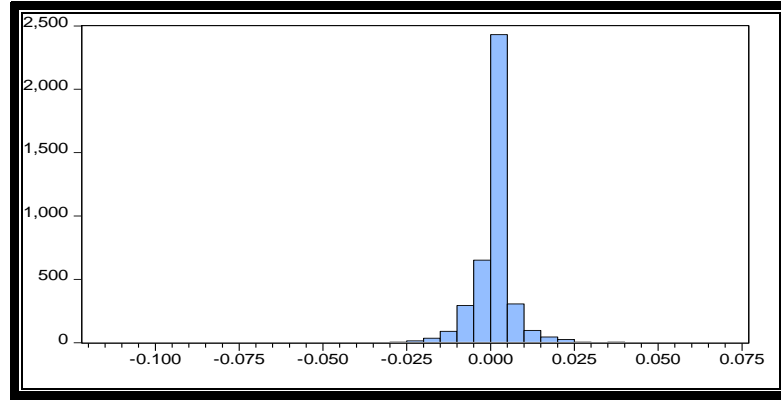
Diebold ve Nerlove (1989: 19) ARCH modelleri döviz kuru oynaklığı için istatistiksel ve ekonomik olarak anlamlı ölçümlerinin yapılmasında kullanılabileceğini gstermişlerdir. Ayrıca literatürde modelin doğru tanımlandığı ve tüm bilginin eksiksiz olduğu varsayımları altında GARCH süreçlerinin güçlü ve anlamlı sonuçlar verdiği görölmektedir (Öztürk, 2010:61-62). Literatürde kötü haberlerin iyi haberlere göre oynaklığı daha fazla arttırdığı diğer bir ifade ile getirideki pozitif ve negatif değişimlerin oynaklık üzerinde asimetrik etki yarattığı yönünde kanıtlar mevcuttur.

Bu nedenle, çalışmada ARCH tipi süreçler kullanılarak logaritmik döviz getiri oynaklığı modellenenecektir. Ayrıca çalışmada asimetrik çok etkisinin varlığı da test edilecektir.

## 5. ANALİZ BULGULARI

Logaritmik döviz kuru getiri serisinin oynaklığının ARCH tipi süreçler kullanılarak modellenebilmesi için öncelikle seride finansal zaman serilerinin sahip olduğu aşırı basıklık, volatilitte kümelenmesi ve negatif şokların oynaklığı pozitif şoklardan daha fazla arttırdığını ileri süren asimetrik etkinin (kaldıraç etkisi) olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir (Kutlar, 2000: 105; Özden, 2008:340; Mazıbaş, 2005). Eğer seri bu özelliklerden bir veya daha fazlasına sahipse ARCH tipi modellerin kullanılması uygun hale gelmektedir. Bu nedenle analize geçilmeden önce logaritmik döviz kuru getiri serisinin histogramı ve tanımlayıcı istatistiklerine bakılmıştır.

Logaritmik döviz kuru getiri serisinin karakteristik özelliklerini içeren Grafik 1 ve Tablo 1 incelendiğinde serinin normal dağılmamakla birlikte aşırı basıklık özelliğine sahip olduğu görölmektedir. Jarque-Bera normallik testi de logaritmik getiri serisinin normal dağılmadığına işaret etmektedir. Bu nedenle logaritmik döviz kuru getiri serisinin koşullu varyans içerdiği kabul edilmiştir.

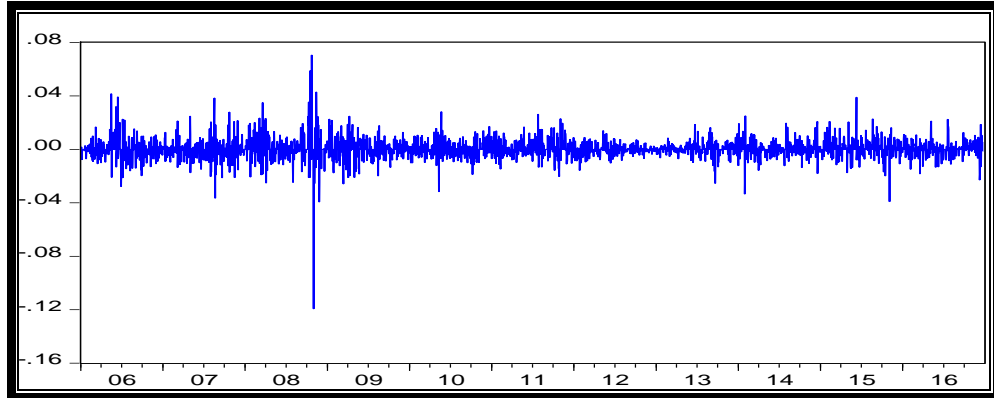


Grafik 1: Döviz Kuru Logaritmik Getiri Serisinin Histogramı

Tablo 1: Döviz Kuru Logaritmik Getiri Serisinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Gözlem dönemi	01/01/2006-12/30/2016		
Gözlem sayısı	4017		
Oralama	0.000175	Çarpıklık	-0.732644
Ortanca	0.000000	Basıklık	45.43742
En büyük değer	0.070429	Jarque-Bera	301790.8
En Küçük değer	-0.119348	Olasılık	0.000000
Standart Sapma	0.006347		

Döviz kuru getiri serisinde oynaklık kümelenmesinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla serinin grafiği incelenmiştir. Grafik 2'den de görülebileceği gibi seride küçük dalgalanmalar küçük dalgalanmaları, büyük dalgalanmalar ise büyük dalgalanmaları takip etmektedir.



Grafik 2: Döviz Kurunun Logaritmik Getiri Serisi

ARCH tipi modellerde diğer zaman serisi modellerinde olduğu gibi serilerin durağan olması gerekmektedir. Bu nedenle logaritmik döviz kuru getiri serisi ve gecelik faiz oranları serilerinin durağan olup olmadıklarının araştırılması, seriler durağan değilse serilerin durağan hale getirilmesi için analizin ilk aşamasında Augmented Dickey Fuller (ADF) testi (Dickey ve Fuller, 1981) kullanılarak durağanlık testi yapılmıştır. Test sonuçları tablo (2)'de özetlenmiştir. Test sonuçlarına göre logaritmik döviz kuru getiri serisi seviyesinde durağan bulunmuştur. Gecelik faiz oranları serisi ise seviyesinde durağan bulunamamış, birinci farkı alınarak durağanlaştırılmıştır.

Tablo 2: Birim Kök testi

	Seviye		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit &Trent	Sabit	Sabit &Trent
fx	-59.85*	-59.86*		
int	-0.784390	-1.34045	-42.02232*	-42.01748*

Not: % 1 anlamlılık seviyesinde kritik değer -3.96'dır.

Döviz kuru oynaklığının ARCH tipi modellerle tahmin edilebilmesi için seride ARCH etkisinin olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle birinci dereceden ARCH etkisinin varlığını test etmek amacı ile ARCH LM testi uygulanmıştır. ARCH LM testi sonucunda sıfır hipotezi red edilemezse varyansın sabit olmadığı ve seride ARCH etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Özden, 2008:346). Logaritmik getiri serisinin koşullu ortalama denkleminde elde edilen hata terimlerine uygulanan ARCH LM testi sonuçlarına göre sıfır hipotezi red edilememiş ve seride güçlü bir ARCH etkisinin varlığı tespit edilmiştir. Test sonuçları Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3: ARCH-LM Testi

	F istatistiği	Obs*R <sup>2</sup>
fx	11.85925*	11.83020*

Not: \* %1 istatistik anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Logaritmik döviz kuru getiri serisinde ARCH etkisinin varlığı tespit edildikten sonra çalışmanın analiz kısmında oynaklığı en iyi açıklayan modeli tespit etmek amacı ile farklı ARCH tipi modelleri çözülmüş ve modellerin performansı Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri kullanılarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Modeller en büyük olabilirlik metodu ile öngörülmüştür. Öngörü sonrasında tespit edilen otokorelasyon nedeni ile ortalama denkleminde birinci gecikme eklenerek öngörü tekrarlanmıştır. Tabloda en iyi performansı gösteren GARCH (2, 1) ve TAR (2,1) modellerine ait sonuçlar gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, modellerin her ikisinde de  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin oldukça anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca her iki model hata terimlerini ARCH etkisinden arındırmada oldukça başarılıdır.

Tablo 3: Logaritmik Döviz Kuru Getiri Serisi İçin Oynaklık Tahmin Sonuçları

	GARCH(2,1)	TARCH(2,1)
Ortalama Denklemi		
$c_0$	-2.25E-05	3.73E-05
$fx_{t-1}$	0.030093**	0.031524**
Varyans Denklemi		
$\alpha_0$	2.66E-07*	2.61E-07*
$\alpha_1$	0.164773*	0.172120*
$\alpha_2$	-0.132369*	-0.134591*
$\beta_1$	0.961719	0.964785*
dint	4.95E-06*	5.28E-06*
sfx	0.000174*	0.000131*
$\gamma$		-0.018341*
$\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1$	0.994123	1.002314
AIC	-7.62	-7.629161
SIC	-7.61458	-7.615044
ARCH LM T *(R <sup>2</sup> )	0.181731	0.132540
P	0.6699	0.7158

Not: \*, %1, \*\*, %5, istatistik anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre TARARCH (2, 1) modelinin logaritmik döviz kuru oynaklığını daha iyi açıkladığı görülmektedir. Bu nedenle aşağıda TARARCH (2, 1) modeline ait koşullu ortalama ve varyans denklemleri oluşturulmuştur.

TARARCH (2, 1) modeline göre logaritmik döviz kuru getirisi ortalama denklemi aşağıdaki şekildedir:

$$f_{x_t} = 3,72e - 05 + 0,0315f_{x_{t-1}} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Ortalama denklemine bakıldığında bir gecikmeli getiri değişkeni %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre döviz kuru getirisi önceki günün döviz kuru getirisinden etkilenmektedir.

TARARCH (2, 1) modeline göre döviz kuru getirisi varyans denklemi ise aşağıdaki şekildedir:

$$\text{TARARCH (2, 1)} = 2.61e-07 + 0.172 \varepsilon_{t-1}^2 - 0.01834\gamma - 0.134 \varepsilon_{t-2}^2 + 0.964\beta + 5.28e-06\text{int} + 0.00013\text{sf} \quad (7)$$

Logaritmik döviz getiri serisindeki oynaklığı tanımlayan varyans denkleminde yer alan parametrelerin hepsi %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Modellerde  $\alpha$  parametresi logaritmik döviz getiri oynaklığının şoklara verdiği anlık tepkiyi,  $\beta$  parametresi ise oynaklığın direnç derecesini ölçmektedir. Varyans denkleminde oynaklığın sürekliliğini gösteren  $\beta$  parametresinin bire yakın bir değer aldığı görülmektedir. Bu sonuç şokların getiri serisinde ortaya çıkardığı oynaklığın dirençli ve kalıcı bir yapı sergileyeceğine işaret etmektedir. Ayrıca oynaklığın şoklara anlık tepkisini gösteren  $\alpha$  parametresinin  $\beta$  parametresinden küçük olması da oynaklıkta direnç ve sürekliliğe işaret etmektedir. Bu sonuç şoklara karşı anlık tepkinin göreceli olarak sınırlı kaldığı ve yaşanan şokların etkisinin uzun süre devam ettiği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca  $\alpha + \beta \geq 1$  bulunması, döviz kuru getirisinde oynaklığın çok yüksek olduğuna işaret etmektedir. Tahmin sonuçları döviz kuru getirisinde aşırı dalgalanmaların yaşandığına işaret etmektedir.

Getirideki oynaklığı tanımlayan varyans denkleminde göre TARARCH modeldeki ( $\gamma$ ) asimetri katsayısı negatif ve oldukça anlamlı çıkmıştır. ( $\gamma$ ) asimetri katsayısı sıfırdan farklı ise olumlu haberlerin ( $\varepsilon_t > 0$ ) ve olumsuz haberlerin ( $\varepsilon_t < 0$ ) koşullu varyans üzerindeki etkisi aynı olmayacaktır. Buna göre olumlu haberin etkisi  $\alpha$  kadar olurken, olumsuz haberin etkisi  $\alpha + \gamma$  kadar olmaktadır. Bu durumda eğer ( $\gamma$ ) asimetri katsayısı pozitif çıkarsa negatif şokların etkisi pozitif şokların etkisinden daha fazla olacaktır (Öztürk, 2010:51). Modelden elde edilen sonuçlarda asimetri katsayısı negatif bulunduğundan negatif ve pozitif şokların oynaklık üzerinde asimetric etki meydana getirdiği sonucuna ulaşılmış fakat etkinin büyüklüğü konusunda bir çıkarım yapılamamıştır.

Koşullu varyans denkleminde yer alan gecelik faiz oranlarına ait katsayı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Elde edilen bu sonuca göre gecelik faiz oranlarında meydana gelen değişimler kısa dönemlerde getiri oynaklığını arttırmaktadır.

Son olarak koşullu varyans denkleminde yer alan döviz getirisi şoklarını temsil eden katsayı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre döviz getirisinde beklenmeyen değişikliklerin döviz getirisi oynaklığını arttırdığı sonucuna varılmıştır.

1'inci dereceden ARCH etkisinin devam edip etmediği tespit etmek amacıyla logaritmik getirilerin koşullu ortalama denklemi artıklarına ARCH LM testi yapılmıştır. ARCH LM testinin sonuçlarına göre ARCH etkisi ortadan kalkmıştır (Tablo 3).

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada ise iki değişkenli GARCH (2, 1) ve TARARCH (2, 1) modeli kullanılarak döviz kuru getiri oynaklığının yapısı analiz edilmiş ve gecelik faiz oranları ve getiri şoklarının getiri oynaklığı üzerinde etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine göre oynaklığı en iyi açıklayan modelin TARARCH (2, 1) modeli olduğuna karar verilmiştir. Modelden elde edilen sonuçlara göre meydana gelen şoklar döviz getiri oynaklığı üzerinde kalıcı ve dirençli bir etki göstermektedir. Bunun yanında bulgular şoklara karşı anlık tepkinin göreceli olarak sınırlı kaldığına işaret etmektedir. Bu sonuç yaşanan şokların etkisinin uzun süre devam ettiğini anlamına gelmektedir. Gecelik faiz oranı ve getiri oynaklığı arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Getiri de meydana gelen beklenmeyen değişikliklerinde oynaklık üzerinde anlamlı bir etki meydana getirdiği bulunmuştur.



Tahmin edilen bütün modellerin gerekli durağanlık şartlarını sağladığı görülmüştür. Modeller, artık değerlerdeki ARCH etkisini ortadan kaldırmada başarılı bulunmuştur.

Bulgular birlikte değerlendirildiğinde döviz kurunda meydana gelen dalgalanmaların sürekli ve dirençli olduğu tespitinden hareketle, politika yapımcıların fiyat istikrarına yönelik olarak politika izlerken, faiz oranlarını kur oynaklığı üzerinde meydana getirebileceği etkiyi dikkatli hesaplamalarının ortaya çıkacak ekonomik maliyetlerin önlenmesi açısından önemli olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

#### KAYNAKÇA

Andersen, T. G.; Bollerslev, T.; Diebold, F. X. & Labys, P. (2001). "The Distribution of Realized Exchange Rate Volatility", *Journal of the American Statistical Association*, 96(253): 42-55.

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

Çevik, E. İ. & Pekkaya, M. (2007). "Spot ve Vadeli İşlem Fiyatlarının Varyansları Arasındaki Nedensellik Testi", *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 22 (2): 49-66.

Çiçek, M. (2010). "Türkiye'de Faiz, Döviz ve Borsa: Fiyat ve Oynaklık Yayılma Etkileri. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 65(02), 001-028.

Chowdhury, A. R. (1993). "Does Exchange Rate Volatility Depress Trade Flows? Evidence From Error-Correction Models", *The Review of Economics and Statistics*, 700-706.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.

Diebold, F.X. & Nerlove, M. (1989). "The Dynamics of Exchange Rate Volatility: A Multivariate Latent Factor ARCH Model. *Journal of Applied Econometrics*, 4(1): 1-21.

Engle, R. F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.

Er, Ş. & Fidan, N. (2013). "Modeling İstanbul Stock Exchange-100 Daily Stock Returns: A Nonparametric Garch Approach", *Journal of Business, Economics & Finance*, 2 (1):36-50.

Galí, J. & Monacelli, T. (2004). "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy", <https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/888/835.pdf?sequence=1> erişim tarihi (05.06.2017).

Hamilton, J. D., & Susmel, R. (1994). "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity and Changes in Regime", *Journal of Econometrics*, 64(1): 307-333.

Mazıbaş, M. (2005). "İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama", VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 26-27.

Öztürk, K. (2010). "Döviz Kuru Oynaklığı ve Döviz Kuru Oynaklığının Faiz Oranı Oynaklığı ile Olan İlişkisi: Türkiye Örneği", *Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Piyasalar Genel Müdürlüğü, Ankara.*

Sağlam, Müge ve Başar Mehmet (2016), "Döviz Kuru Oynaklığının Öngörülmesi: Türkiye Örneği", *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 18 (31): 23-29, 2016 ISSN: 2147 - 7833, [www.kmu.edu.tr](http://www.kmu.edu.tr).

Songül, H. (2010). "Oto regresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri: Döviz Kurları Üzerine Uygulama". *Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Araştırma ve Para Politikası Genel Müdürlüğü, Ankara.*

Özden, Ü. H. (2008). "İMKB Bileşik 100 Endeksi Getiri Volatilitésinin Analizi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13): 339-350.