

## Reel Efektif Döviz Kuru Endeksi Volatilitésinin ARCH ve GARCH Modelleri ile Tahmini Estimating the Real Effective Exchange Rate Volatility with ARCH and GARCH Models

Doç. Dr. Dođan Uysal - Dr. řerife Özřahin

### Öz

Reel efektif döviz kuru endeksinin uluslararası finans-ta anahtar bir nisbi değer olması, bu değişkendeki kısa dönemli ani hareketlerin iyi bir şekilde modellenmesini gerekli kılmaktadır. Bu ani değişimlerin yarattığı volatilitenin dikkate alınmadığı modeller, makroekonomik değişkenler arası ilişkilerin yanlış sonuçlar vermesine neden olacaktır. Mevcut volatilitenin modellenmesi için yapılan analizlerde ise genellikle ARCH ve GARCH yöntemleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada da aynı yöntemlerden yararlanılarak, Türkiye ekonomisinde serbest dalgalı döviz kuru uygulamasına geçilen 2001 yılı mart ayından 2010 yılı mayıs ayına kadarki süreç için aylık TL/dolar döviz kuru endeksi değerlerindeki mevcut volatilité modellenmeye çalışılmıştır. İncelenen döneme ilişkin olarak GARCH(1,1) modeli, Türkiye ekonomisinde reel efektif döviz kuru oynaklığını gide-ren en uygun model olarak öngörülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Reel Efektif Döviz Kuru, Volatilité, ARIMA, ARCH ve GARCH.

### Abstract

Since real effective exchange rate is the key relative price in international finance, it is required to model sudden changes in the short-run properly. Models which ignore the volatility of these changes would cause erroneous conclusions with regards to relationship among variables. Studies done to model real effective exchange rate generally prefer to utilize ARCH and GARCH specifications. Similarly in this study, current volatility in the TL/Dollar monthly exchange rates from March, 2001 which is the beginning point on which Turkish economy moved into a floating exchange rate regime to May, 2010 was tried to model. It was found evidence that GARCH(1,1) offers the most convenient model to adjust exchange rate volatility in the Turkish economy.

**Keywords:** Real Effective Exchange Rate, Volatility, ARIMA, ARCH and GARCH.

### Giriş

Bretton Woods sisteminin çöküşü ve sabit döviz kuru sisteminin terk edilerek dalgalı döviz kuru sistemine geçiş, ticaret ortağı ülkeler için yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. "Laissez faire" taraftarı iktisatçılar tarafından kolayca kanıksanan bu yeni düzen, serbest dalgalı kurların ticaret hacmi üzerinde ters etkilere yol açabileceği noktasında diğer iktisatçılar tarafından yoğun biçimde eleştirilmiştir. Bu karşı çıkış temel olarak yeni döviz kuru sisteminin "döviz kurunda beklenmedik hareketler sonucu oluşan risk" olarak tanımlanan ve yeni düzenin beraberinde getirdiği bir olgu olan döviz kuru oynaklığını artırmaya dayan-dırılmaktadır (McKenzie, 1999, s.71).

Ülkeler arası enflasyon farkını göz önünde bulunduran bir nominal fiyat paritesi olan reel efektif döviz kuru, uluslararası finasta anahtar fiyat olması dolayısıyla ticari rekabetin önemli bir göstergesi niteliğindedir (Chin, 2006, s.115). Döviz kurundaki oynaklık, ulusal para birimi üzerinden hesaplanan çıktı düzeyi, toplam borç ödemeleri ve işçi ödemelerinin değeri üzerinde belirsizlik yaratan bir olgudur. Ayrıca ihracat ve ithalat fiyatları, uluslararası rezerv değeri ve yabancı para üzerinden açık pozisyonlar da değişen döviz kuru ile farklı değerler olacaktır. Sıralanan tüm bu ekonomik parametrelerin bir açıdan döviz kuru düzeyine bağlı olması, döviz kurlarındaki oynaklığın göz önünde bulundurulmasını gerekli kılmaktadır (Diebold ve Nerlove, 1989, s.2).

Bu çalışmada, makro ekonomik politika hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla uygulanan politikalar ve yol açacağı etkiler için büyük öneme sahip olan döviz kuru oynaklığı, Türkiye ekonomisinde serbest dalgalı kura geçişin başlangıcı olan 2001 yılı mart ayından 2010 yılı mayıs ayına kadarki süreçte aylık veriler kullanılarak ARCH ve GARCH teknikleriyle modellen-

meye çalışılmıştır. Çalışmada giriş kısmının ardından teorik çerçeveye yer verilmiş ve daha sonrasında literatür taramasına değinilmiştir. Döviz kuru oynaklığını modellemekte kullanılan ARCH ve GARCH teknikleri hakkında genel bilgilerin sunulduğu metodoloji bölümünü, analize ilişkin sonuçların yer aldığı ekonometrik analiz ve bulgular kısmı takip edecektir. Çalışmada son olarak ise genel bir değerlendirme yer alacaktır.

## Teorik Çerçeve

Bir ülkede makroekonomi politika hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla uygulanan para politikasının döviz kuru ve faiz oranı üzerinde yarattığı değişimler, yurtiçi hasıla ve kişi başı milli gelir gibi büyüklüklerin de temel belirleyici dinamiklerindedir. Döviz kuru ve faiz oranındaki ani değişimler, reel çıktı düzeyinin sabit olduğu kısa dönemde piyasada parasal şişkinlik yaratmakta, uzun dönemde ise döviz kurunun aşırı değerlenmesine neden olabilmektedir. Çıktı düzeyinin toplam talebe cevap verdiği uzun dönemde ise faiz oranı ve döviz kurundaki değişim(oynaklık) ise azalmaktadır (Dornbush, 1976, s.1162).

Kur oynaklığının büyüme, verimlilik, yatırım, dış ticaret, sermaye hareketleri gibi ülkenin ekonomik performansını belirleyen temel makro değişkenlerle ilintili olması, kur oynaklığı ve yaratacağı etkilerin pek çok çalışmada farklı yöntem ve zaman dilimleri üzerinde incelenmesine yol açmıştır. Döviz kurundaki istikrar, fiyat hareketlerinin düşük seviyede kalmasıyla ayrıca refah düzeyini iyileştiren bir faktör olarak da görülmektedir (Bacchetta ve Wincoop, 2000, s.1093).

Her bir döviz kuru sisteminin bir diğerine göre avantajlı veya dezavantajlı yönlerinin olması (Helpman, 1981, s.865-866), döviz kurunun yaratacağı etkilerin kur sistemlerine göre değişim göstermesine de yol açabilmektedir(Aghion vd., 2006, s.3). Örneğin dalgalı döviz kuru sisteminde özel sektörün borç alma ve verme işlemlerini doğrudan yabancılarla yapma imkanı mevcutken, sabit kur sisteminde bu işlemlerin muhatabı döviz yetkilileridir. Döviz yetkilileri yerli paraya ihtiyaç duyduğunda döviz satın alarak veya dövize ihtiyaç duyduğunda döviz satarak döviz kurunda istikrarı sağlayacaktır ve böylelikle sabit kur sisteminde özel sektörün yabancılarla yaptığı işlemler dolaylı olarak gerçekleşecektir(Helpman ve Razin, 1979, s.398).

Bu avantajına rağmen dalgalı döviz kuru sistemi de kur seviyesindeki ani değişimler nedeniyle ticaret hacminde istikrarsızlık yaratmasından ötürü eleştirilmektedir (Baron, 1976, s.253). Söz konusu bu olumsuz etkinin bertaraf edilmesi amacıyla hayata geçirilen uygulamalardan biri olan tek para sistemine verilebilecek en güncel ve somut örnek, Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde tek para birimi olarak euro'nun kullanılmasıdır (Crowley ve Lee, 2003, s.227). Konu, dış ticaret ve yatırım hareketlerinin kurla ilişkisi boyutuna indirildiğinde ise döviz kurundaki uzun dönemli hareketler ticaret ortağı ülkeler ile süregelen ticari ilişkiler üzerinde etkili iken yabancı yatırımcılar için döviz kurundaki kısa dönemli hareketler dahi büyük önem taşımaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar ile döviz kuru arasındaki ilişkinin kısa vadeli kur hareketlerine dayandığı noktasından hareketle, dış ticaret hacmi ve döviz kuru arasındaki etkileşime kıyasla, yabancı yatırım ve döviz kuru ilişkisi hakkında kesin çıkarımlar yapmak daha güç olmaktadır (Crowley ve Lee, 2003, s.228).

## Literatür Taraması

Reel döviz kuru oynaklığını konu edinen uygulamalı çalışmaların pek çoğunda bu çalışmada kullanılan ARCH ve GARCH tekniklerinden faydalanılmıştır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar ve bu çalışmaların elde ettiği bulgular aşağıda özetlenmiştir.

GARCH tekniğinin döviz kuru serilerine uygulandığı ilk çalışma olmasıyla da önem taşıyan Hsieh(1985), Ocak 1974-Aralık 1983 dönemine ait günlük verilerle İngiliz paundu, Kanada doları, Alman markı, Japon yeni ve İsviçre frankı olarak belirlediği beş para birimi getirilerinin günlük değişimini analiz etmiştir. Yapılan analiz sonucunda, yabancı para getiri değerlerinin her bir gün için farklı dağılıma sahip olduğunu belirlenmiştir.

Hasan ve Wallece(1996), Amerika, İngiltere, Kanada, Japonya ve Fransa'ya ait yüzyılı aşkın dönemi kapsayan verilerle döviz kuru oynaklığını test etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda serbest kur sisteminin uygulandığı bir ekonomide reel döviz kuru oynaklığının sabit döviz kurunun uygulandığı bir diğer ekonomiye oranla daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Döviz kuru müdahalelerinin kur üzerindeki etkisini ölçmeye çalışan bir diğer çalışma ise Dominguez (1998)'dir. Dominguez, Amerika, Almanya ve Japonya para politikaları ve dolar, mark ve yen üzerinden yapılan döviz kuru müdahalelerini 1977-1994 dönemi kapsamında değerlendirmiş ve bu müdahalelerin genellikle kur oynaklığını artırdığını tespit etmiştir.

ABD doları getiri oynaklığını test etmeyi amaçlayan Brooks ve Burke(1998) kullandıkları GARCH modeli yardımıyla Kanada doları, Alman markı ve Japon yeninin ABD dolarına karşı döviz kuru getirisini Mart 1973 ve Eylül 1989 dönemi haftalık verileri üzerinden tahmin etmeye çalışmışlardır.

Kearney ve Patton(2000) Avrupa para sistemi kapsamında 1997 yılı Mart ve Nisan aylarına ait günlük datalarla Fransız frankı, Alman markı, İtalyan lirası ve İngiliz poundunda meydana gelen döviz kuru oynaklığının nasıl yayıldığını çoklu GARCH tekniğini kullanarak modellemişlerdir.

Vilasuso(2002), Mart 1979-Aralık 1997 döneminde günlük veriler üzerinden FIGARCH tekniğiyle Kanada doları, Fransız frankı, Alman markı, İtalyan lirası, Japon yeni ve İngiliz paundundaki oynaklığını açıklayan bir tahmin yapmışlardır.

Hindistan örneğinden hareketle GARCH tekniğiyle reel döviz kuru serilerinin modellenmesi üzerine Singh(2002) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise GARCH modelinin döviz kurunu ölçmekte kullanılan yöntemle göre farklı sonuçlar verdiği ve kullanılan yöntemin yanı sıra çalışılan zaman kesitinin de bu sonuçlar üzerinde etkili olacağı bulgusuna ulaşılmıştır.

Güloğlu ve Akman(2007), 2001 yılı mart ayından 2007 yılı mart ayına kadar olan süreci ele alarak, Türkiye'de nominal döviz kuru oynaklığını ARCH, GARCH ve SWARCH teknikleriyle modellemişlerdir. Bu çalışmada döviz kurunun dünyadaki ekonomik ve politik gelişmelere duyarsız kalmadığı ve kur değerinin belirlenmesinde bu tür gelişmelerin önemli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Reel döviz kurundaki oynaklığı 1973.1-1998.4 döneminde üçer aylık datalarla inceleyerek 47 ülkedeki mal piyasası arbitrajını analiz eden Lee(2008), yüksek döviz kuru oynaklığının ticari maliyetler, çıktı oranındaki değişim ve zamanlar arası ikame esneklik

liğinindeki değişim gibi reel faktörlerle açıklanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca çalışmada yapışkan fiyatların kur oynaklığı üzerindeki etkisinin de altı çizilmiştir. Fiyat üzerinden döviz kuru oynaklığını analiz etmeye çalışan bir diğer isim olan Chari vd.(2002) ise kur oynaklığını gidermede kullanılan yapışkan fiyatların yeterince başarılı olmadığına dikkat çekmektedir.

Horwath ve Fiser(2009), GARCH tekniğiyle 2005 yılı Ocak ayından 2007 yılı Şubat ayına kadar olan süreçte Çek Merkez Bankası tarafından yapılan açıklamaların ve faiz oranı farklılığının döviz kuru oynaklığına etkisini incelemişlerdir. Bu çalışma neticesinde merkez bankası açıklamalarının döviz kuru oynaklığı üzerinde yatıştırıcı etkisi yanında bu açıklamaların zamanlamasının dahi büyük önem taşıdığını tespit edilmiştir. Ayrıca parasal otoritelerin makroekonomik durum hakkındaki açıklamalarının, döviz kuru oynaklığını azaltan, faiz oranı farklılığına ise kur oynaklığını artıran etkilere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Döviz müdahalelerinin kur üzerindeki etkisini ölçmeyi hedefleyen Humala ve Rodriguez(2009), 1994-2007 döneminde Peru ekonomisinde dalgalı döviz kuru sistemi altında oluşan oynaklığın, döviz alım-satımı uygulamalarıyla kontrol altına alınıp alınmayacağını araştırmışlar ve bu müdahalelerin döviz kuru oynaklığı ve belirsizliği üzerinde azaltıcı etkisi olduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

OECD ülkelerinde döviz kuru getirisini ölçmeyi hedefleyen Çağlayan ve Dayıoğlu(2009), oynaklığı modellemekte kullandıkları simetrik ve asimetrik koşullu değişken varyans tekniklerinin sonuçlarını mukayese etmişler ve ülkelerin çoğunda asimetrik tekniğin daha uygun sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Taşçı vd.(2009), para ikamesinin döviz kuru oynaklığı üzerindeki etkisini ve bu oynaklığın da para talebi üzerine yaratabileceği muhtemel etkileri 2001.4-2006.12 dönemini kapsayan aylık datalarla E-GARCH tekniğini kullanarak analiz ettikleri çalışmaları sonucunda para ikamesinin döviz kuru oynaklığını ve bunun da para talebini etkileyen değişkenler olduğuna dair kanıtlara ulaşmışlardır. Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu ise ters para ikamesinin kur oynaklığı üzerinde azaltıcı rolü olduğudur.

## Metodoloji

Uygulamalı çalışmalarda yaygın bir kullanımı olan En Küçük Kareler (EKK) yöntemi, değişkenlerin kovaryansının ve ortalamasının sabit olduğunu varsaymaktadır. Ortalaması ve varyansının zaman içinde değişime uğradığı seriler, durağan olmayan yani birim kök içeren seriler olarak nitelendirilmektedirler. Birim kök içeren serilerle tahmin edilen modeller ise Granger ve Newbold (1974) tarafından sahte(spurious) regresyonlar olarak tanımlanmıştır.

Serilerin durağanlık sınavında ise literatürde en sık başvurulan yöntem Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilmiş olan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testidir(Gujarati, 2004, s.814). Bir zaman serisinin durağanlığı Dickey-Fuller (1979) tarafından geliştirilen üç modele göre test edilmektedir. Bunlar:

$$\Delta Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 trend + \sum_{i=1}^k \beta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Zaman serileri analizi, serilerin pek çok ön koşulun yerine getirilmesi durumunda anlamlı sonuçlar vermekte ve ekonomi politikası için iyi öngörüler yapmaya elverişli olmaktadır. Bu ön koşullarından biri olan sabit varyansın sağlanamadığı durumlarda seriler büyük hata terimlerine sahip olacaktır (Enders, 1995). Ancak analizlerde kullanılan zaman serilerinin çoğu zaman sabit varyans koşulunu sağlamadığı görülmekte ve bu tür serilerin modellenmesinde Engle (1982) tarafından geliştirilen bir yöntem olan otoregresif koşullu değişen varyans (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) yöntemi tercih edilmektedir.

Birinci dereceden otoregresif AR(1) modeli baz alındığında Eşitlik 4 yazılabilmektedir.

$$y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Denklemden yer alan  $\varepsilon_t$ ,  $V(\varepsilon) = \sigma^2$  ile beyaz gürültü,  $y_t$ 'nin koşullu ortalaması  $\gamma y_{(t-1)}$  iken koşulsuz ortalaması sıfırdır. Açıkça anlaşılacağı üzere, zaman serisi modellerine dayanılarak yapılan tahminlerdeki olağan düzelmeler, koşullu ortalamasının kullanımından kaynaklanmaktadır.  $y_t$ 'nin koşullu varyansı  $\sigma^2$  iken koşulsuz varyans  $\sigma^2/1-\gamma^2$  olmaktadır. Gerçeğe daha yakın sonuçlar için geçmiş dönem bilgilerine yer verilen bir model daha faydalı olacaktır.

Granger ve Anderson tarafından tanımlanmış serilerin geçmişte gerçekleşen değerlerine bağlı koşullu varyansı veren denklem, Eşitlik 5'te yer almaktadır(Engle, 1982, s.988):

$$y_t = \varepsilon_t y_{t-1} \quad (5)$$

Eşitliğin koşullu varyansı ise  $\sigma^2 y_{t-1}^2$  olmaktadır. Küçük değişimlerle bu sorundan kaçınmak mümkün olmasına rağmen koşulsuz varyans ne sıfır ne de sonsuz değere sahip olacaktır. Yeni düzenlemelerle 5 nolu eşitlik aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$y_t = \varepsilon_t h_t^{1/2} \quad (6)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1}^2 \quad (7)$$

Eşitlik 7, otoregresif koşullu değişen varyans(ARCH) olarak isimlendirilen bir modeldir. Varyans fonksiyonunu daha genel olarak şu şekilde yazmak da mümkündür(Engle, 1982, s.988):

$$h_t = h(y_{(t-1)}, y_{(t-2)}, \dots, y_{(t-p)}, \alpha) \quad (8)$$

Eşitlik 8'de yer alan p değeri ARCH modelinin derecesi,  $\alpha$  ise bilinmeyen parametrelere ait vektördür.

Bollerslev(1986), geçmiş dönem bilgilerini içeren ve daha esnek gecikmelere uyarlanabilen kapsamlı bir formatta ARCH modelini genişletmiş ve genelleştirilmiş ARCH yada GARCH olarak ifade edilen yöntemi ortaya koymuştur (Bollerslev, 1986, s.308).

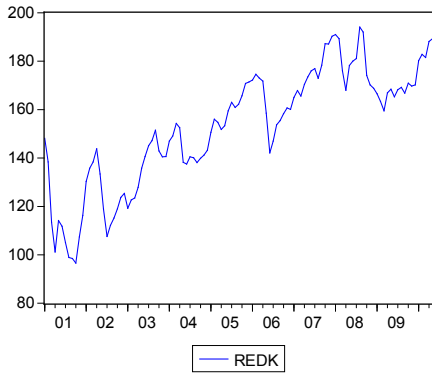
En basit ve anlaşılır şekilde GARCH(p,q) modeli şu şekilde ifade edilebilir(Bollerslev, 1986, s.309-311):

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (9)$$

9 numaralı eşitlikte  $\alpha_0 > 0$ ;  $\alpha_i \geq 0$  ve  $\beta_i \geq 0$ 'dir. Ayrıca sürecin durağanlık şartını sağlayabilmesi için  $\alpha_0 + \beta_i < 1$  koşulunu taşıması gerekmektedir.

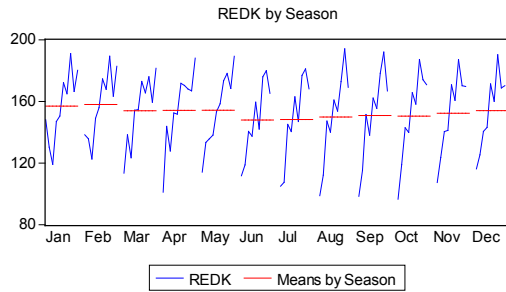
## Ekonometrik Analiz ve Bulgular

Bu çalışmada, reel efektif döviz kuru serisindeki oynaklık 2001 yılı mart ayı ile 2010 yılı mayıs ayı arası dönem için aylık veriler kullanılarak GARCH tekniğiyle modellenmeye çalışılmıştır. Analizin başlangıç dönemi olarak 2001 yılı mart ayının tercih edilmesinin nedeni ise bu tarihin Türkiye ekonomisinde serbest dalgalı kur uygulamasına geçişin miladı olmasıdır. Kullanılan veri seti Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın veri tabanından derlenmiş ve ekonometrik analizler EViews 5.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır.



**Grafik 1. Reel Efektif Döviz Kuru Serisinin Süreç İçindeki Seyri**

Grafik 1'den serinin zaman içindeki seyri incelendiğinde, trende sahip olduğu ve zaman zaman iniş çıkışlar sergilediği açıkça görülmektedir. Çalışmada aylık seri kullanılması ve bu iniş çıkışların mevsimsel etkiden kaynaklanabileceği ihtimali düşünülerek mevsimsellik analizi yapılmış ve bulgular Grafik 2'de sunulmuştur. Grafik 2 incelendiğinde seride mevsimsel etkinin varlığından söz etmek mümkün değildir.



**Grafik 2. Mevsimsel Etkinin Belirlenmesi**

Çalışmada kullanılan veri setinin bir zaman serisi olmasından dolayı analizde kullanılacak serilerin öncelikle durağanlık sınavına tabi tutulması gerekmektedir. Durağanlığı test etmeye yönelik olarak ise birim kök testlerinden faydalanılmaktadır. Literatürde birim kökü belirlemede kullanılan pek çok farklı metot olmasına rağmen en sık kullanılan yöntem Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller) ADF birim kök testidir. Bu çalışmada da durağanlık sınavı için ADF birim kök testinden faydalanılmış ve reel efektif döviz kuru serisinin ADF durağanlık testi sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1. Adf Birim Kök Testi Sonuçları**

Değişken	ADF Test İstatistiği	Olasılık	McKinnon Kritik Değerleri		
			%1	%5	%10
REDK	-4.717677	0.0011	-4.042819	-3.450807	-3.150766

Tablo 1'de yer alan test skorlarına dayanarak ADF test istatistiğinin %5 ve %10 düzeyinde McKinnon kritik değerlerinden mutlak değer olarak daha küçük olduğu anlaşılmış ve bu durumda sıfır hipotez kabul edilerek serinin birim kök içermediği bir diğer ifadeyle durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orijinal serinin kartezyen grafiği Grafik 3'ten incelendiğinde ise serinin otokorelasyon içerdiği açıkça gözlenmektedir.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.954	0.954	105.58	0.000	
2	0.884	-0.293	196.97	0.000	
3	0.824	0.162	277.10	0.000	
4	0.765	-0.113	346.86	0.000	
5	0.715	0.126	408.42	0.000	
6	0.683	0.099	465.11	0.000	
7	0.655	-0.048	517.64	0.000	
8	0.623	-0.004	565.71	0.000	
9	0.593	0.001	609.68	0.000	
10	0.564	-0.002	649.77	0.000	
11	0.539	0.081	686.81	0.000	
12	0.518	-0.032	721.33	0.000	
13	0.510	0.172	755.10	0.000	
14	0.513	0.035	789.62	0.000	
15	0.517	0.027	825.12	0.000	
16	0.511	-0.101	860.12	0.000	
17	0.497	-0.006	893.58	0.000	
18	0.477	-0.028	924.75	0.000	
19	0.459	0.069	953.81	0.000	
20	0.440	-0.060	980.91	0.000	
21	0.417	-0.074	1005.5	0.000	
22	0.392	-0.017	1027.4	0.000	
23	0.366	-0.019	1046.8	0.000	
24	0.339	-0.023	1063.5	0.000	
25	0.305	-0.070	1077.3	0.000	

**Grafik 3. Reel Efektif Döviz Kuru Serisinin Kartezyen Grafiği**

Reel efektif döviz kuru serisinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri birlikte değerlendirilerek mevcut duruma uygun bir ARIMA modeli tahmin edilebilir. Tahmin edilen ARIMA modeli ise Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2. Tahmin Edilen ARIMA Modeli**

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	171.7199	13.67748	12.55494	0.0000
AR(1)	0.485517	0.040270	12.05655	0.0000
AR(2)	0.493688	0.100458	4.914367	0.0000
AR(3)	-0.167337	0.101984	-1.640809	0.1039
AR(4)	0.096367	0.088512	1.088753	0.2788
MA(1)	1.090632	0.065217	16.72310	0.0000

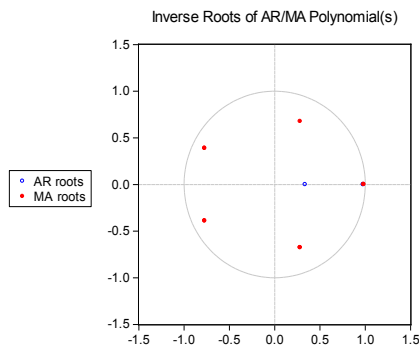
Tahmin edilen ARMA(4,1) modelinin iyi bir model olabilmesi için durağanlık ve istikrarlılık şartlarını taşıması gerekmektedir. Bu koşulların yerine getirilebilmesi için ise kalıntıların saf rassal ve ARMA polinomlarının ters köklerinin birim çemberin içinde olması ön koşuldur.

Box ve Jenkins(1976) mümkün olabilecek en az terim ile model kurulmasının gerekliliğine dikkat çeker ve modellerde fazla sayıda terim bulunmasının modeli iyi bir öngörü olmaktan uzaklaştıracağını belirtir(Box ve Jenkins, 1976, s.17). Bu açıklamaya istinaden, istatistiksel olarak önemsiz olan değişkenlerin modelden atılması ve daha iyi öngörü sağlayan bazı değişkenlerin modele ilavesi sonucu ulaşılan en iyi tahmini regresyon Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3. Çıkarılan Değişkenler Sonrası Elde Edilen Arıma Modeli**

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
C	188.1710	12.12363	15.52101	0.0000
AR(1)	1.313995	0.091827	14.30945	0.0000
AR(2)	-0.328352	0.090471	-3.629345	0.0004
MA(2)	-0.550840	0.075809	-7.266119	0.0000
MA(5)	-0.393981	0.075295	-5.232482	0.0000

Otokorelasyon sorununu gidermek için eklenen MA(2) ve MA(5) terimlerinden sonra seride hiçbir sorun kalmadığı görülmektedir. Grafik 4'ten görüldüğü gibi ters kökler birim çember içinde kalmaktadır ve Tablo 4'de yer alan değerlerden anlaşılacağı üzere tüm modülüs değerleri birden küçüktür.



**Grafik 4. AR ve MA Polinomları Ters Köklerinin Birim Çember İçindeki Konumları**

**Tablo 4. AR ve MA Polinomları Ters Köklerinin Modülüs Değerleri**

AR Kökleri	Modülüs	Cycle
0.978391	0.978391	
0.335604	0.335604	
MA Kökleri	Modülüs	Cycle
0.982792	0.982792	
-0.772550 ± 0.388469i	0.864721	2.348261
0.281154 ± 0.676072i	0.732202	5.339715

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.037	-0.037	0.1533		
2	0.097	0.095	1.2274		
3	0.034	0.041	1.3604		
4	-0.069	-0.077	1.9213		
5	0.099	0.088	3.0802	0.079	
6	0.025	0.045	3.1566	0.206	
7	0.053	0.042	3.4891	0.322	
8	0.087	0.074	4.4065	0.354	
9	-0.064	-0.059	4.9149	0.426	
10	-0.093	-0.124	5.9848	0.425	
11	0.029	0.032	6.0910	0.529	
12	-0.091	-0.065	7.1290	0.523	
13	-0.084	-0.123	8.0244	0.532	
14	0.021	0.019	8.0800	0.621	
15	-0.043	0.002	8.3229	0.684	
16	0.078	0.071	9.1241	0.692	
17	0.017	0.054	9.1615	0.761	
18	-0.038	-0.014	9.3569	0.808	
19	-0.166	-0.204	13.116	0.593	
20	-0.041	-0.023	13.348	0.647	
21	0.016	0.063	13.384	0.710	
22	0.172	0.163	17.553	0.485	
23	-0.041	-0.077	17.790	0.536	

**Grafik 5. Kurulan ARIMA Modeline İlişkin Kartezyen Grafiği**

Elde edilen istikrarlı ARMA modelinde ARCH etkisi olup olmadığının araştırılması amacıyla ARCH-LM (ARCH-Lagrange Multipler) testi kullanılmaktadır. ARCH-LM testinde sıfır hipotez ARCH etkisinin olmadığı şeklinde kurulmakta ve sıfır hipotezin reddi ARCH etkisinin varlığına işaret etmektedir. Tablo 5; 1, 4, 8 ve 12 gecikmeye ilişkin ARCH-LM testi sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 5. ARCH LM Test Sonuçları**

ARCH Test:			
F-istatistiği	2.942427	Olasılık F(1,105)	0.0892
Gözlem*R-kare değeri	1.671056	Ki-kare ihtimal değeri(1)	0.1961
F-istatistiği	2.059837	Prob. F(4,102)	0.0916
Gözlem*R-kare değeri	7.007606	Ki-kare ihtimal değeri(4)	0.1355
F-istatistiği	2.015281	Olasılık F(8,98)	0.0423
Gözlem*R-kare değeri	14.48522	Ki-kare ihtimal değeri(8)	0.0700
F-istatistiği	3.620453	Olasılık F(12,94)	0.0002
Gözlem*R-kare değeri	34.13377	Ki-kare ihtimal değeri(12)	0.0006

Reel efektif döviz kuru serisinde oynaklığın varlığını belirlemek için yapılan ARCH-LM testi sonuçları, 1 ve 4 gecikmede oynaklık yokken, 8 ve 12 gecikmede oynaklığın var olduğuna işaret etmektedir. Tüm gecikmelerin her biri ARCH etkisinin yokluğuna işaret etmediği için uygun bir GARCH tekniği ile oynaklığı gideren bir model tahmin edilecektir.

Seride ARCH etkisini gidereceği düşünülen ve sınanan modeller arasında en uygun modelin GARCH(1,1) modeli olduğu anlaşılmış olup sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6. GARCH(1,1) Modeline İlişkin İstatistikler**

Değişken	Katsayı	Std. Hata	z-İstatistiği	Olasılık
C	191.8394	12.64848	15.16699	0.0000
AR(1)	1.083535	0.000118	9179.054	0.0000
AR(2)	-0.100518	0.007137	-14.08427	0.0000
MA(2)	-0.530927	0.077118	-6.884572	0.0000
MA(5)	-0.410035	0.071981	-5.696457	0.0000
Varyans Eşitliği				
C	1.884899	0.597516	3.154556	0.0016
RESID(-1)^2	-0.128364	0.043969	-2.919389	0.0035
GARCH(-1)	1.054347	0.047930	21.99783	0.0000

Tahmin edilen modelde ARCH etkisi kalıp kalmadığını test etmek amacıyla yeniden ARCH-LM testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. GARCH(1,1) Modeli ARCH LM Test Sonuçları**

ARCH Test:			
F-istatistiği	0.244864	Olasılık F(1,105)	0.6217
Gözlem*R-kare değeri	0.248834	Ki-kare ihtimal değeri(1)	0.6179
F-istatistiği	0.293832	Prob. F(4,102)	0.8814
Gözlem*R-kare değeri	1.218896	Ki-kare ihtimal değeri(4)	0.8750
F-istatistiği	0.331130	Olasılık F(8,98)	0.9520
Gözlem*R-kare değeri	2.823111	Ki-kare ihtimal değeri(8)	0.9450
F-istatistiği	0.505200	Olasılık F(12,94)	0.9061
Gözlem*R-kare değeri	6.519246	Ki-kare ihtimal değeri(12)	0.8877

Tablo 7'de yer alan değerlere dayanarak sıfır hipotezin kabul edildiğini ve modelde ARCH etkisinin kalmadığını söylemek mümkün gözükmemektedir. Diğer bir ifadeyle GARCH(1,1) modeli serideki tüm ARCH etkisini gidermektedir.

Yapılan analizler kısaca özetlenecek olursa, başlangıçta kurulan ARMA(4, 1) modeli, Box ve Jenkins tarafından önerilen ve mümkün olduğunca en az sayıda terim ile model kurulması ilkesi gereğince istatistiksel olarak önemsiz olan fazla sayıda terimler atılarak ARMA(4,1) modeli sadeleştirilmiştir. Modelin sadeleştirilmesinin ardından saf rassallık ve istikrarlılık koşullarını yerine getirebilmesi ve otokorelasyon sorununun giderilmesi için MA(2) ve MA(5) değişkenleri eklenmiş ve en iyi öngörü veren model elde edilmeye çalışılmıştır.

AR(1,2) MA(2,5) değişkenleri ile kurulan modelde ARCH etkisinin varlığını araştırmak amacıyla yapılan LM test sonuçlarına göre 1 ve 4 gecikmede ARCH etkisinin yokken, 8 ve 12 gecikmede bu etkinin olduğu anlaşılmış ve ARCH etkisinin varlığını gideren modelin GARCH(1,1) olduğu öngörülmüştür.

## Sonuç

Kur oynaklığı, döviz kurunda beklenmedik ani hareketler sonucu oluşan risk biçiminde tanımlanan ve yarattığı belirsizlik nedeniyle geleceğe ilişkin kararlar üzerinde yanıltıcı etkileri olan bir olgudur. Kur politikasının ekonomide yaratacağı tahribat veya getireceği kazanımlar aynı zamanda uygulanan kur sistemine göre de değişim gösterebilmektedir. Bu çalışmada, döviz kuru oynaklığını modellemeye çalışan Diebold ve Nerlove(1989), Akıncı vd.(2005), Güloğlu ve Akman(2007), Horwath ve Fiser(2009), Taşçı vd.(2009) şeklinde bir kaçına örnek verebileceğimiz çalışmalarda kullanıldığı gibi ARCH ve GARCH teknikleri ile ekonometrik analiz yapılmıştır.

Farklı kur sistemlerinin sonuçlar üzerinde değişime yol açabileceği ihtimali göz önünde bulundurularak, Türkiye ekonomisinde serbest dalgalı kur sistemi uygulamasına geçilen 2001 yılı mart ayından 2010 yılı mayıs ayına kadarki süreçte gerçekleşen TL/dolar döviz kuru endeks değerleri baz alınarak tahmini analizler yapılmıştır. Çalışmada AR(1), AR(2), MA(2) ve MA(5) olarak öngörülen uygun ARIMA modelinin kurulmasının ardından GARCH(1,1), volatilitate etkisini gideren bir model olarak öngörülmüştür

## Kaynakça

- Aghion, P., Bacchetta, P., Ranciere, R. ve Rogoff, K.(2006).** Exchange rate volatility and productivity growth: the role of financial development. *NBER Working Paper* No. 12117.
- Akıncı, Ö., Çulha, O.Y., Özlale, Ü. ve Şahinbeyoğlu, G.(2005).** Effectiveness of foreign exchange interventions for the Turkish economy: a post-crisis period analysis. *TCMB Working Papers*, Paper No. 0506, Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey.
- Baron, D.(1976).** Flexible exchange rates, forward markets, and the level of trade. *The American Economic Review*, 66(3), 253-266.
- Bhar, R., Suk-Joong, K. ve Toan, M.P.(2004).** Exchange rate volatility and its impact on the transaction costs of covered interest rate parity. *Japan and the World Economy*, 16(2004), 503-525.
- Box, G.E.P. ve Jenkins, G.M.(1976).** *Time Series Analysis*. San Fransisco: Holden Day.

- Brooks, C. ve Burke, S.P.(1998).** Forecasting exchange rate volatility using conditional variance models selected by information criteria. *Economics Letters*, 61(3), 273-278.
- Bollerslev, T.(1986).** Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Crowley, P. and Lee, J.(2003).** Exchange rate volatility and foreign investment: international evidence. *The International Trade Journal*, 17(3), 227-252.
- Chari, V., Kehoe, P. ve McGrattan, E.(2002).** Can sticky price models generate volatile and persistent real exchange rates?. *Review of Economic Studies*, 69(3), 533-563.
- Çağlayan, E. ve Dayioğlu, T.(2009).** Döviz kuru getiri volatilitésinin koşullu değişen varyans modelleri ile öngörüsü. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 9, 1-16.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.(1979).** Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Diebold, F.X. ve Nerlove, M.(1989).** The dynamics of exchange rate volatility: a multivariate latent factor ARCH model. *Journal of Applied Econometrics*, 4(1), 1-21.
- Dominguez, K.M.(1998).** Central bank intervention and exchange rate volatility. *Journal of International Money and Finance*. 17(1), 161-190.
- Dornbusch, R.(1976).** Expectations and exchange rate dynamics. *The Journal of Political Economy*, 84(6), 1161-1176.
- Enders, W.(1995).** *Applied Econometrics Time Series*. Wiley, NewYork.
- Engle, R.F.(1982).** Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of variance of united kingdom inflation. *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Granger, C.W. ve Newbold, P. (1974).** Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Gujarati, D.(2004).** Basic econometrics. McGraw Hill.
- Güloğlu, B. ve Akman, A.(2007).** Türkiye'de döviz kuru oynaklığının SWARCH yöntemi ile analizi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 44(512), 43-51.
- Hasan, S. ve Wallace, M.(1996).** real exchange rate volatility and exchange rate regimes: evidence from long-term data. *Economic Letters*, 52(2), 67-73
- Helpman, E.(1981).** An exploration in the theory of exchange-rate regimes. *The Journal of Political Economy*, 89(5), 865-890.
- Horvath, R. ve Fiser, R.(2009).** Central bank communication and exchange rate volatility: a GARCH analysis. *William Davidson Institute Working Paper* No. 962.
- Hsieh, D.A.(1988).** The statistical properties of daily foreign exchange rates 1974-1983. *Journal of International Economics* 24, 129-145.
- Humala, A. ve Rodriguez, G.(2009).** Foreign exchange intervention and exchange rate volatility in peru. *Banco Central de Reserva del Peru Working Papers* No: 2009-008.
- Kearney, C. ve Patton, A.J.(2000).** Multivariate GARCH modeling of exchange rate volatility transmission in the european monetary system. *The Financial Review*, 41(2000), 29-48.
- Lee, I.(2008).** Goods market arbitrage and real exchange rate volatility. *Journal of Macroeconomics*, 30(3), 1029-1042.
- Menzie, D.C.(2006).** A primer on real effective exchange rates: determinants, overvaluation, trade flows and competitive devaluation. *Open Economies Review*, 17, 115-143.
- Baillie, R.T. ve Bollerslev, T.(1991).** Intra-day and inter-market volatility in foreign exchange rates. *The Review of Economic Studies Special Issue: The Econometrics of Financial Markets*, 58(3), 565-585.
- Singh, T.(2002).** On the GARCH estimates of exchange rate volatility in India. *Applied Economics Letters*, 9(6), 391-395.
- Vilasuso, J.(2002).** Forecasting exchange rate volatility. *Economics Letters*, 76(2002), 59-64.