

# FOREX PİYASALARINDA PARİTE RİSKİNİN FRAKSİYONEL BÜTÜNLEŞEN GARCH MODELLERİ İLE ANALİZİ

Hülya SAYYAN

Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonometri Bölümü, Yardımcı Doçent Dr.

## ANALYZING OF PARITY RISK BY FRACTIONALLY INTEGRATED GARCH MODELS IN FOREX MARKETS

**Abstract:** *Forex is the changing market of currencies in countries. The foreign exchange parity prices in the world are determined at that market. The variation that may occur in assets and/or liabilities as a result of changes in parity value at financial markets is called as "parity risk". As the markets in the world work for 24 hours without closing and are affected from continuously changing economic and political balances, the investors making foreign exchange transactions permanently face with that parity risk. Losses that result from parity movements may be decreased by forecasting the changes in parity returns successfully. Time varying variance of parity returns, that is its volatility, can be forecasted by using GARCH models.*

*In that study, "Fractionally Integrated GARCH " models are estimated to model the volatility of GBP/USD returns by using the data of 01.05.1981-14.11.2005 period and it is concluded that forecasts made by using FIGARCH models on volatility of returns have become very successful.*

**Keywords:** *Parity Risk, Fractionally Integrated, Volatility, GARCH, FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH, HYGARCH, Student-t Distribution.*

## FOREX PİYASALARINDA PARİTE RİSKİNİN FRAKSİYONEL BÜTÜNLEŞEN GARCH MODELLERİ İLE ANALİZİ

**Özet:** *Forex ülkelerin para birimlerinin değişim piyasasıdır. Dünyada döviz parite fiyatları bu piyasada belirlenmektedir. Finansal piyasalarda paritenin değerinde yaşanan değişiklikler sonucu varlıklar ve/veya yükümlülüklerde meydana gelebilecek değişimler "parite riski" olarak adlandırılmaktadır. Dünyada piyasalar 24 saat hiç kapanmadan çalıştığı ve sürekli değişen ekonomik ve politik dengelerden etkilendiği için, döviz işlemi yapan yatırımcılar devamlı bir parite riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Parite hareketlerinden kaynaklanabilecek zararlar, parite getirilerindeki değişmelerin başarılı bir şekilde öngörülmesi ile azaltılabilir. Parite getirilerinin zaman içinde değişen varyansı yani volatilitesi GARCH modelleri kullanılarak öngörülebilmektedir.*

*Bu çalışmada, 01.05.1981-14.11.2005 dönemi verilerinden yararlanılarak, GBP/USD getirilerinin volatilitesinin modellenmesi amacı ile "Fraksiyonel Bütünleşen GARCH" modelleri tahmin edilmiş ve getirilerin volatilitesinin bu modeller kullanılarak yapılan öngörülerinin oldukça başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** *Parite Riski, Fraksiyonel Bütünleşen, Volatilite, GARCH, FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH, HYGARCH, Student-t Dağılımı.*

## I. GİRİŞ

"Forex", İngilizce "Foreign Exchange" kelimelerinin kısaltmasıdır ve ülkelerin para birimlerinin değişim piyasasıdır. Yani bir ülkenin para birimi karşılığında diğer bir ülkenin para biriminin alındığı ve satıldığı piyasadır. Dünyada döviz parite fiyatları bu piyasada belirlenir. Forex piyasası işlem hacmi bakımından dünyadaki en büyük finansal piyasadır. Bu nedenle bazı grupların kolaylıkla manipüle edemeyeceği bir piyasadır. Döviz fiyatları serbest piyasa kurallarınca arz ve talep ile belirlenir ve devletler buna serbest piyasa kuralları çerçevesinde nadiren müdahale ederler.

Forex piyasasının ana katılımcıları bankalar ve broker şirketleridir. Bankalar ve broker şirketleri, çeşitli döviz cinslerinden sağladıkları yabancı kaynakları müşterilerine farklı bir yabancı para birimine dönüştürerek kredi olarak kullanılabileceği gibi, birden

fazla yabancı para biriminden yabancı kaynak sağlamış olabilirler. Bu tür işlemler için dönüştürme yapılması yani parite kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bireysel yatırımcı da Forex piyasalarında pariteye yatırım yapabilmektedir.

Parite fiyatları aynı zaman dilimi içinde dünyanın her yerinde hemen hemen aynı olup, zaman içinde çok değişebilmektedir. Dünyada piyasalar 24 saat hiç kapanmadan çalıştığı ve sürekli değişen ekonomik ve politik dengelerden etkilendiği için, döviz işlemi yapan kurumsal ve bireysel yatırımcılar devamlı bir parite riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Parite hareketlerinden kaynaklanabilecek zararlar, parite getirilerindeki değişmelerin başarılı bir şekilde öngörülmesi ile azaltılabilir. Bu değişimlerin ne yönde ve ne zaman olacağı ekonometrik analizler yapılarak tahmin edilebilmektedir. Aslında Forex piyasalarında kar etmek için tahmin edilmesi gereken şey parite hareketlerindeki

değişkenlik yani volatilitedir.

Parite getirilerinin zaman içinde değişen varyansı yani volatilitesi Koşullu Değişen Varyans (ARCH/GARCH) Modelleri kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Zaman içinde değişen varyans yani volatilité risk yönetiminde temel bir kavramdır ve finansal seriler için bu kavramdan sıkça söz edilmektedir. Varlık fiyatlarında büyük değişimleri daha büyük değişimler ve küçük değişimleri daha küçük değişimler izlemektedir [1]. Volatilité kümelemesi olarak adlandırılan yüksek ve düşük volatilité dönemleri arasındaki küme şeklindeki bu görüntü, volatilitenin zaman içinde sabit kalmadığının tipik göstergesidir. Bu kümeleme probleminde çözüm olarak ekonometrik çalışmalarda volatilitenin incelenmesi için Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri (ARCH/GARCH sınıfı modeller) kullanılmaktadır [2].

Finansal piyasalarda döviz kurlarının davranışları incelendiğinde, negatif şokların volatilitéyi, pozitif şoklardan daha çok arttırdığı gözlenmektedir. Getirilerde asimetri veya kaldıraç etkisini ortaya koyan bu tanımlamada, Forex piyasalarında, fiyatlarda beklenmeyen bir düşüşün volatilitéyi, fiyatta benzer büyüklükte beklenmedik bir artış olması durumuna göre daha çok arttırdığı, bir başka deyişle kötü haberin volatilité üzerindeki etkisinin, iyi haberin volatilité üzerindeki etkisinden daha büyük olduğu ifade edilmektedir [3]. Finansal zaman serilerinin taşıdığı bu özellik nedeni ile Asimetrik GARCH sınıfı modeller geliştirilmiştir.

Yüksek frekanslı serilerde uzak gözlemler arasındaki bağımlılığın varlığı, zaman serisi verilerinin "long memory" özelliği olarak bilinmekte ve bu durumda volatilité zaman içinde yavaş değişmekte, şokların etkisinin azalması uzun zaman almaktadır. Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerinde kullanılan fraksiyonel fark parametresi, yukarıda değinilen uzun dönemli bağımlılığa izin vermektedir [4].

Literatürde parite getirilerinin volatilitésinin GARCH modelleri ile incelendiği çok sayıda çalışma bulunmasına karşılık, Fraksiyonel Bütünleşen GARCH sınıfı modellerin kullanımı oldukça yenidir. Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen, DM/USD getirilerinin volatilitésinin tahmini için FIGARCH modelini önermiş ve bu modeli GARCH ve Bütünleşen GARCH (IGARCH) modeli ile karşılaştırmıştır [4]. Tse ise Yen/USD volatilitésinin tahmini için asimetri etkisini de dikkate alan FIAPARCH modelini kullanmış ve bu modeli FIGARCH modeli ile karşılaştırmıştır [5]. Tse çalışmasında, hisse senedi piyasalarından farklı olarak yen/USD volatilitésinde asimetri etkisinin önemli olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Hwang (2000) ise CAD/USD volatilitésini için asimetrik fraksiyonel bütünleşen GARCH sınıfı modeller kullanılarak yapılan tahminlerin başarılı olduğunu göstermiştir [6]. Vilasuso,

çeşitli döviz kurları için GARCH, IGARCH ve FIGARCH modellerinin öngörü başarılarını karşılaştırmış ve FIGARCH modelinin diğerlerinden daha başarılı olduğunu belirtmiştir [7]. Davidson, Asya döviz kurlarının volatilitésinin modellenmesinde Hiperbolik GARCH (HYGARCH) modelini önermiştir [8]. Conrad, Jiang ve Karanasos çeşitli döviz kurlarının volatilitésini için FIAPARCH modelinin çok iyi öngörüler sağladığı sonucuna ulaşmıştır [9].

Bu çalışmanın amacı, Forex piyasalarında işlem gören paritelerden GBP/USD paritesinin getirilerindeki değişimlerin Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modelleri ile modellenmesidir. Çalışmanın ikinci bölümünde Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerine yer verilmekte, üçüncü bölümde ise GBP/USD serisinin stilize durumunu ortaya koymak amacı ile yapılan analizlerin sonucu açıklanmaktadır. Çalışma parite için tahmin edilen modellerin yorumlandığı ampirik bulguların değerlendirilmesi ve sonuç bölümüyle tamamlanmaktadır.

## II. FRAKSİYONEL BÜTÜNLEŞEN GARCH MODELLERİ

Zaman serilerinin modellenmesinde genellikle serinin düzey veya ilk fark değerlerinden bahsedilir. Ancak bazen fraksiyonel farklardan da söz etmek mümkündür.  $Y_t$  serisinin fraksiyonel farkı durağan ise bu serinin fraksiyonel bütünleşen olduğu söylenir [10,11].

$$(1-L)^d Y_t = \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim i.i.d(0,1) \quad 0 < d < 1$$

$d$  değerinin 0 ile 1 arasında değer alması nedeni ile serinin otokorelasyon fonksiyonu yavaş sifıra yaklaşır. Fraksiyonel bütünleşen süreci diğer zaman serisi süreçlerinden ayıran özellik otokorelasyon fonksiyonunun çok yavaş azalmasıdır. Durağan serilerin otokorelasyon fonksiyonu geometrik azalan bir eğri şeklinde iken fraksiyonel bütünleşen serilerin otokorelasyon fonksiyonu hiperbolik şekilde yavaşça azalan görünüme sahiptir. Bu durum özellikle yüksek frekanslı serilerde uzak gözlemler arasında bağımlılığı işaret etmektedir. Bu nedenle bu modellere Long Memory Modelleri de denmektedir. Long memory modelleri ortalama ve/veya varyanstaki uzun dönem bağımlılığı dikkate almak üzere oluşturulmaktadır.

Daha çok getiri serileri olarak düzenlenen finansal zaman serileri için getirilerin varyansındaki yani volatilitédeki uzun dönem bağımlılığın modellenmesinde Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modelleri (Long Memory GARCH modelleri) kullanılmaktadır. Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerinde kullanılan fraksiyonel fark parametresi uzun dönem bağımlılığa izin verir. Volatilité zaman içinde yavaş değişir ve şokların etkisinin azalması önemli zaman alır.

Bu modellerden başlıcaları Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen'in Fraksiyonel Bütünleşen GARCH (FIGARCH) [4]; Bollerslev ve Mikkelsen'in Fraksiyonel Bütünleşen Üstel GARCH (FIEGARCH) [12]; Tse'nin Fraksiyonel Bütünleşen Asimetrik Üslü GARCH (FIAPARCH) [5] ve Davidson'ın Hiperbolik GARCH (HYGARCH) [6] modelleri olarak sıralanabilir.

## II.1. FIGARCH Modeli

Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen, IGARCH modellerinde bir varsayılan  $d$  katsayısının sıfır ve bir arasında değer almasına izin vererek FIGARCH modelini önermişlerdir [4]. Yani, FIGARCH( $p,d,q$ ) modeli,

$$(1-L)^d \phi(L) \epsilon_t^2 = \omega + [1 - \beta(L)] v_t \quad (1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada  $d$  fraksiyonel fark parametresini ve  $(1-L)^d$  fraksiyonel fark işlemcisini göstermektedir. Denklem 1 düzenlenerek,

$$\sigma_t^2 = \omega [1 - \beta(L)]^{-1} + \{1 - [1 - \beta(L)]^{-1} \phi(L) (1-L)^d\} \epsilon_t^2 \quad (2)$$

olarak ifade edilebilmekte, FIGARCH(1,d,1) modeli ise,

$$\sigma_t^2 = \omega + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + [1 - \beta_1 L - (1 - \phi_1) (1-L)^d] \epsilon_t^2 \quad (3)$$

şeklinde gösterilmektedir. Koşullu varyansın pozitif olması için gerekli parametre kısıtları  $\omega > 0$ ,  $\beta_1 - d \leq \phi_1 \leq 2 - (d/2)$ ,  $d(\phi_1 - 1 - (d/2)) \leq \beta_1(\phi_1 - \beta_1 + d)$  şeklindedir.  $d$  parametresinin tamsayı olmayan değerleri için ( $0 < d < 1$ ), serinin otokorelasyon fonksiyonu sıfıra çok yavaş yaklaşır.  $d < 0.5$  için serinin zayıf durağan,  $d \geq 0.5$  için ise durağan olmadığı söylenmektedir.  $d$ 'nin 0.5'e yakın değerleri volatilité şokunun kararlı fakat sonlu olduğunu göstermektedir. FIGARCH(1,d,1) modeli  $d=0$  iken GARCH(1,1) modeline,  $d=1$  iken IGARCH(1,1) modeline dönüşmektedir.

## II.2. FIEGARCH Modeli

Fraksiyonel bütünleşen GARCH modelleri, yüksek frekanslı serilerde karşılaşılan uzun dönemli bağımlılığa izin vermektedir. Asimetrik ve fraksiyonel bütünleşen modeller ise finansal serilerin hem asimetri hem long memory özelliğini dikkate almaktadır. Bollerslev ve Mikkelsen'in FIEGARCH( $p,d,q$ ) modeli,

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \phi(L)^{-1} (1-L)^{-d} [1 + \alpha(L)] g(z_{t-1}) \quad (4)$$

şeklinde tanımlanmakta, bu ifadede  $d$  fraksiyonel fark parametresini,  $(1-L)^d$  fraksiyonel fark işlemcisini göstermektedir [12].

$$\phi(L) \text{ polinomali, } \phi(L) = [1 - \alpha(L) - \beta(L)] (1-L)^{-1}$$

olarak ifade edilmektedir.

## II.3. FIAPARCH Modeli

Asimetrik ve fraksiyonel bütünleşen GARCH modellerinden bir diğeri olan Tse'nin geliştirdiği FIAPARCH( $p,d,q$ ) modeli [5],

$$\sigma_t^\delta = \omega + \{1 - [1 - \beta(L)]^{-1} \phi(L) (1-L)^d\} |\epsilon_t|^{-\gamma \epsilon_t} \epsilon_t^\delta \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. (5) no'lu modelde  $\delta$  güç parametresini,  $\gamma$  kaldıraç veya asimetri parametresini,  $d$  fraksiyonel fark parametresini simgelemektedir.  $\gamma > 0$  ve istatistiksel olarak anlamlı olması, negatif şokların volatilitéyi pozitif şoklardan daha fazla arttırdığı,  $\gamma < 0$  ve istatistiksel olarak anlamlı olması, asimetrinin terse çevrildiği,  $\gamma$  parametresinin istatistiksel olarak anlamsız olması ise, sözkonusu varlık getirisinin volatilitesinde asimetri veya kaldıraç etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır.  $\delta$  parametresinin 1'den anlamlı olarak farklı olmaması durumunda volatilité modelinin standart hata ile, 2'den anlamlı olarak farklı olmaması durumunda ise varyans ile modellenmesinin daha uygun olduğu yorumu yapılmaktadır.

Model için parametre kısıtları;  $\omega > 0$ ,  $\delta \geq 0$ ,  $\alpha_i, \beta_j \geq 0$ ,  $-1 < \gamma_i < 1$ ,  $0 \leq d \leq 1$ , ikinci moment koşulları  $\beta - d \leq \phi \leq (2-d)/3$  ve  $d[\phi - (1-d)/2] \leq \beta(\phi - \beta + d)$  olarak verilmektedir.

## II.4. HYGARCH Modeli

Davidson, FIGARCH modelinin geliştirilmiş versiyonu olan Hiperbolik GARCH (HYGARCH) modelini önermiştir [8]. FIGARCH modelinde  $(1-L)^d$  yerine  $\{1 + \alpha[(1-L)^d]\}$  yazıldığında HYGARCH modeli elde edilmektedir. Model  $\alpha=1$  veya  $\ln \alpha=0$  iken FIGARCH modeline dönüşür ve bu süreç  $\ln \alpha < 0$  iken durağandır.

## III. DİAGNOSTİK TESTLER

Çalışmada kullanılan ve tahmin edilen modelin doğru tanımlanıp tanımlanmadığının incelenmesinde kullanılan başlıca diagnostik testler normal dağılıma uygunluk için Jarque-Bera testi, otoregresif koşullu değişen varyans için Engle'in ARCH-LM testi [13] ve Tse'nin RBD testi [14], otokorelasyon için Box-Pierce Q test istatistiği, parametrelerin kararlılığı için Nyblom (1989)'un Nyblom testi [15] ve asimetri için Ding, Granger ve Engle tarafından önerilen işaret sapması(SB), negatif büyüklük sapması(NSB), pozitif büyüklük sapması(PSB) ve birleşik (J) testleri'dir [16]. Ding, Granger ve Engle, J testinin daha güçlü bir test olduğunu ve bu nedenle de sonucun buna göre değerlendirilmesi

gerektiğini ifade etmişlerdir [16].

Bu testler sonucunda sıfır hipotezinin reddedilememesi, yani test istatistiği değerinin anlamsız olması durumunda tahmin edilen modelin doğru tanımlandığı yorumu yapılmaktadır. Ayrıca fraksiyonel bütünleşen modellerin durağan GARCH modelleri ile karşılaştırılmasında ( $d=0, d=1$ ) ve asimetrik fraksiyonel bütünleşen GARCH modellerinin varyans mı yoksa standart hata ile mi modellenmesinin daha uygun olduğunun incelenmesinde ( $\delta=2, \delta=1$ ) kısıtlamaların testi için Wald test istatistiğinden yararlanılmaktadır.

#### IV. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 01.05.1981-14.11.2005 dönemi günlük verilerinden yararlanılarak, GBP/USD paritesinin logaritmik getirilerinin ( $rt=100*[\ln(p_t)-\ln(p_{t-1})]$ ) volatilitesi Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modelleri tahmin edilerek incelenmektedir.

GBP/USD getirilerinin ele alınan dönemdeki özellikleri uygun modeli belirlemede rol oynayacağı için, önce bu serinin stilize durumunun ortaya konması amacı ile analizler yapılmış ve analiz sonuçları Tablo.1'de gösterilmiştir. Tabloda serinin çarpıklık ve basıklık ölçülerine, Jarque-Bera test istatistiği değerine, 2 gecikme için ARCH-LM test istatistiğine ve 5 gecikme için Box-Pierce Q test istatistiği değerine yer verilmiştir.

**Tablo.1. GBP/USD Logaritmik Getiri Serisi için Tanımlayıcı İstatistikler**

N	Çarpıklık	Aşırı Basıklık	J-B	ARCH(2)	Q(5)	Q <sup>2</sup> (5)
6201	-0.017566	3.9250*	3975.6*	64.111*	6.12219	353.183*

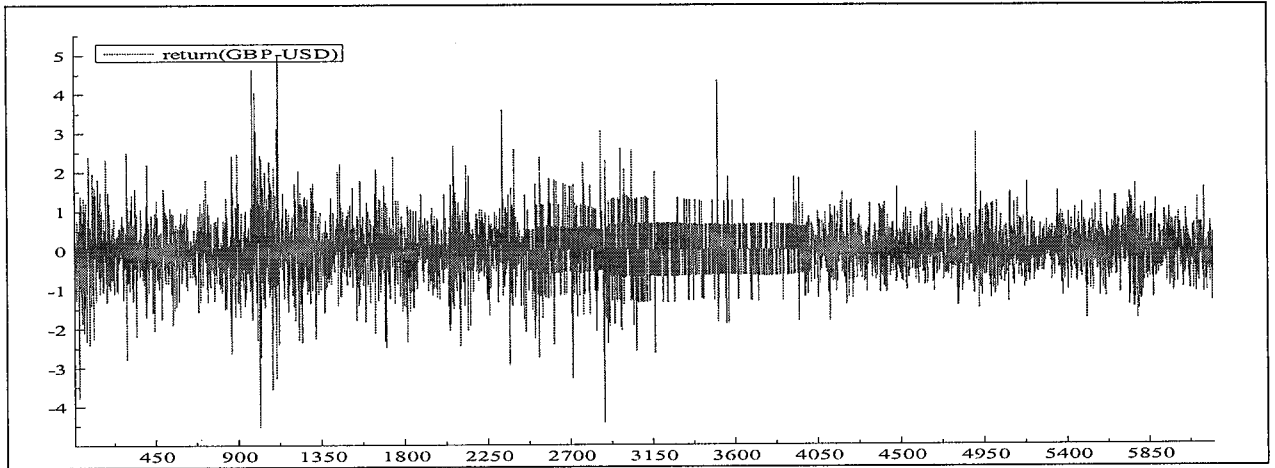
a) J-B, normallik için Jarque and Bera testi [17].

b) ARCH , ARCH etkisi için 2 gecikme için LM testi (Engle (1982) [13]).

c) Q(5) and Q<sup>2</sup>(5), kalıntı ve kalıntı karelerinin 5 gecikme için Box-Pierce istatistikleri.

d) \* % 1 anlamlılık düzeyi için H<sub>0</sub> red.

Analiz sonuçlarına göre, serinin basıklık ölçüsünün 0.01 anlamlılık düzeyine göre anlamlı, ancak çarpıklık ölçüsünün anlamsız olduğu görülmektedir. Literatürde basıklık ölçüsü anlamlı getiri serileri için volatilitenin student-t dağılımına dayanan tahminlerinin normal dağılıma dayanan tahminlerden daha başarılı olduğu ile ilgili çalışmalar yer almaktadır [18]. Bu sonuçlar ve Jarque-Bera testi sonuçları bir arada değerlendirildiğinde bulgular, GBP/USD getiri serisinin normal dağılmadığını leptokurtic dağılıma sahip olduğunu ortaya koymuştur. 0.01 anlamlılık düzeyine göre 2 gecikme için ARCH etkisinin var olduğu ve 5 gecikme için kalıntı karelerine uygulanan BP Q-test istatistiği sonuçlarının da anlamlı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak tüm bulgular, parite getiri serisinin GARCH sınıfı modellerle analiz edilmesi ve koşullu dağılımın da student-t olarak belirlenmesi gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır. Kalıntılara uygulanan BP-Q test istatistiği değerinin ise anlamsız olması, getirilerin ARMA tipi bir model ile açıklanmasının uygun olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. GBP/USD getiri serisinin grafiği ise Şekil.1'de görülmektedir.



**Şekil.1. GBP/USD Logaritmik Getiri Serisi**

#### V. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada, GBP/USD paritesinin getirilerinin volatilitésinin modellenmesinde FIGARCH, FIEGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri kullanılmakta ve modeller QML(Quasi Maksimum Olabilirlik) yöntemi ile tahmin edilmektedir [19].

Anılan Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerinin tümü tahmin edilmiş, ancak Tablo 2'de bu modeller arasından parametreleri anlamlı olan ve negatif olmama kısıtını sağlayan, ikinci ve dördüncü momentle ilgili kısıtları gerçekleştiren ve uygulanan diagnostik testler sonucunda doğru tanımlandığı belirlenen modellere

yer verilmiştir. GBP/USD volatilité serisi için FIGARCH ve HYGARCH modelleri anlamsız parametrelere sahip olduklarından tabloda bu modeller yer almamaktadır. Tabloda ayrıca, tahmin edilen modeller için logaritmik olabilirlik oranı fonksiyonlarının (LL), Akaike (AIC) ve Schwarz (SC) model seçim kriterlerinin değerleri, standardize kalıntılar ve kareleri için Box-Pierce Q , PSB, NSB ve J, Nyblom ve RBD test istatistiklerinin sonuçlarına da yer verilmiştir.

**Tablo.2. GBP/USD Getirilerinin Volatilitesi için Fraksiyonel Bütünleşen GARCH Modelleri**

Model	GBP/USD	
	ARMA(0,0)- FIGARCH(1,d,1)	ARMA(0,0) FIAPARCH(1,d,1)
Dağılım	Student-t	Student-t
Sabit(M)	0.003610	0.001375
Sabit(V)	0.020355*	0.022049*
ARCH(Alfa)	0.358127*	0.361182*
GARCH(Beta)	0.606976*	0.591138*
Aparch(Gamma)		0.104936**
Aparch(Delta)		1.981459*
d-figarch	0.337818*	0.320637*
Student(DF)	6.282786*	6.359948*
LL	-5612.428	-5609.562
AIC	1.823277	1.822996
SC	1.829826	1.831727
NSB	0.64807	0.13010
PSB	1.14655	0.77746
J	8.53471**	5.08856
ARCH(2)	0.091052	0.027371
Q(5)	6.04812	5.96714
Q <sup>2</sup> (5)	1.41594	1.41058
RBD(2)	0.126413	0.0550519
NB	Başarılı	Başarılı

1) Q ve Q<sup>2</sup>, standardize artıklar ve kareleri için Box-Pierce istatistikleri, otokorelasyonun olmadığını gösteren H<sub>0</sub> hipotezi altında  $\chi^2(1)$  dağılımına sahiptir. 2) NSB, PSB ve J, modelin serideki asimetri etkisini kapsayıp kapsamadığını bulmak için kullanılan test istatistikleri, ilk iki test t-testi ile test edilmekte, J-test istatistiği olan LM=T\*R<sup>2</sup> istatistiğinin dağılımı ise  $\chi^2(3)$  dir veya (3)(T-4).serbestlik derecesi ile F-testine uymaktadır. 3) RBD(2), koşullu değişen varyans için Residual-Based-Diagnostic test istatistiği, modelde yanlış tanımlamanın olmadığını ifade eden H<sub>0</sub> hipotezi altında  $\chi^2(2)$  dağılımına sahiptir. 4) ARCH(2) testi, artıklarda değişen varyans durumunu test etmektedir ve koşullu değişen varyansın olmadığını ifade eden H<sub>0</sub> hipotezi altında  $\chi^2(p)$  dağılımına sahiptir. 5) NB, parametrelerin kararlılığı için Nyblom test istatistiğini ifade etmektedir. 6) \* 0.01 anlamlılık düzeyine, \*\* 0.05 anlamlılık düzeyine, \*\*\* 0.10 anlamlılık düzeyine göre anlamlı parametreleri göstermektedir.

FIGARCH modelinde, fraksiyonel fark parametresi 0.34 olarak tahmin edilmiştir. Volatilité modeli'ndeki tüm parametrelerin 0.01 anlamlılık düzeyine göre anlamlı olduğu görülmektedir. Modelde fraksiyonel fark parametresinin 0 ve 1' e eşit olduğu hipotezleri test edilmiş, testler sonucunda parametrenin hem 0 hem de 1'den anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür. Bu sonuç anılan paritenin volatilitesi için Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerinin kullanımının durağan GARCH modellerinden ve Bütünleşen GARCH (IGARCH)

modelinden daha uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

FIAPARCH modelinde,  $\gamma$  katsayısı yaklaşık 0.10, fraksiyonel fark parametresi ise yaklaşık 0.32 olarak tahmin edilmiştir.  $\delta=1$  ve  $\delta=2$  hipotezlerinin testi sonucunda  $\delta=1$  hipotezi reddedilirken,  $\delta=2$  hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda, GBP/USD paritesinin getirilerinin volatilitesi için koşullu standart hatanın değil koşullu varyans modelinin uygun olduğu yorumu yapılmaktadır. Bu modelde fraksiyonel fark parametresinin 0 ve 1' e eşit olduğu hipotezlerinin sonucunda ise, parametrenin hem 0 hem de 1'den anlamlı olarak farklı olduğu görülmüştür. Bu sonuç anılan paritenin volatilitesi için Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modellerinin kullanımının durağan GARCH modellerinden ve IGARCH modelinden daha uygun olduğunu ortaya koymaktadır.  $\delta$  ve d ile ilgili test sonuçları Tablo.3'de verilmiştir. GBP/USD paritesinin getirileri için asimetri katsayısı ( $\gamma$ ) pozitif ve anlamlı olduğundan, kaldıraç etkisinin söz konusu olduğu, başka bir deyişle kötü haberlerin anılan parite getirisinin volatilitesini aynı büyüklükteki iyi haberden daha çok arttırdığı sonucunu ortaya koymaktadır.

FIGARCH ve FIAPARCH modelleri için yapılan diagnostik testlerin sonuçları her iki modelin de doğru tanımlandığını ortaya koymaktadır. Ancak J testi sonucunun FIGARCH modeli için 0.05 anlamlılık düzeyine göre anlamlı olduğu, FIAPARCH modeli için ise anlamsız olduğu görülmektedir. Bu durum FIAPARCH modelinin GBP/USD paritesinin volatilitesindeki asimetriyi kapsadığını, FIGARCH modelinin ise asimetriyi modellemede yetersiz olduğunu göstermektedir. Tahmin ve diagnostik test sonuçları çok yakın olmasına karşılık, bu nedenle FIAPARCH modelinin anılan parite getirisinin volatilitesinin modellenmesinde daha başarılı olduğu söylenebilmektedir. Modellerde fraksiyonel fark parametresi 0.32-0.34 aralığında tahmin edilmiştir. Bu durumda GBP/USD getirilerinin volatilitesinin zaman içinde yavaş değiştii ve şokların etkisinin kararlı ancak sonlu olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Çalışmada son olarak, Tablo.2'de yer verilen modellerin öngörü başarısı da sınanmıştır. Öngörü kriterleri olarak MSE, MAE, AMAPE, TIC ve LL kriterleri kullanılmıştır. Doğru tanımlanmış modeller, yaklaşık bir aya karşı gelen 30 günlük örnek-dönemi dışarıda bırakılarak tahmin edilmiş, bu modeller ile 30 günlük örnek-dönemi-içi öngörüler yapılmış ve öngörü değerlendirme kriterleri Tablo.4'de öngörü grafikleri ise Şekil.2 ve 3'te verilmiştir.

FIGARCH ve FIAPARCH modelleri öngörü kriterlerine göre karşılaştırıldığında sonuçlar yaklaşık olmakla birlikte, AMAPE dışındaki kriterlerin değerlerinin, FIGARCH modelinde daha küçük olduğu

görülmektedir. Ancak diagnostik testler ile birlikte karar verildiğinde FIAPARCH modelinin asimetriyi kapsamasi nedeni ile daha uygun olduğu söylenebilmektedir.

Son olarak, FIAPARCH modeli tüm örnek dönemi için tahmin edilmiş ve örnek dönemi dışı için bir haftaya karşılık gelen 7 günlük öngörü yapılmıştır. Öngörü kriterleri, GBP/USD paritesinin getirilerinin

volatilitesinin FIAPARCH modeli ile yapılacak öngörülerinin başarılı olduğunu göstermektedir. Şekil.4, anılan parite getirisinin volatilitesindeki değişimin 14.11.2005 tarihini izleyen bir hafta için çok da hareketli olmadığını, yani bu parite yoluyla söz konusu dönemde yüksek karlılıkların veya zararların oluşmayacağını ortaya koymaktadır.

**Tablo.3. FIGARCH ve FIAPARCH Modelleri için Doğrusal Kısıtlamaların Testi<sup>(a)</sup>**

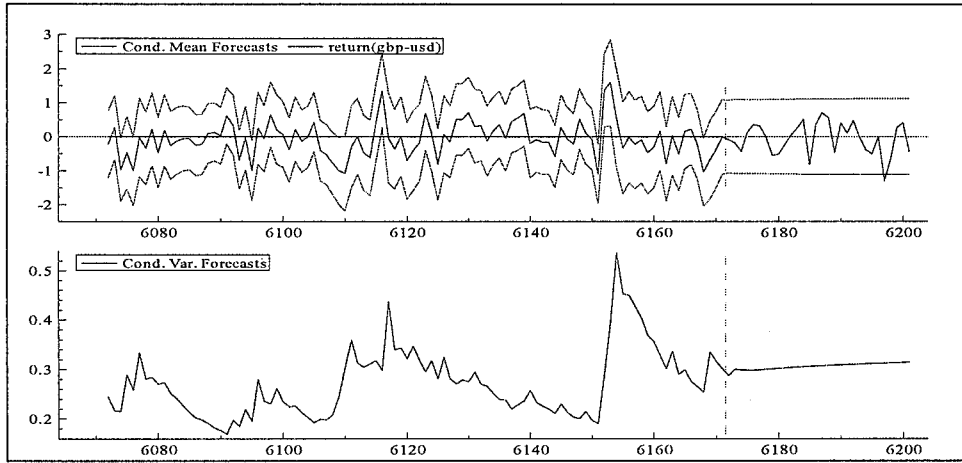
GBP/USD	Modeller	d=0	d=1	$\delta = 1$	$\delta = 2$
		ARMA(0,0)+FIGARCH(1,d,1)	54.9129*	210.991*	
	ARMA(0,0)+FIAPARCH(1,d,1)	28.8258*	129.407*	44.7742*	0.0159

(a) Kısıtlamaların testi için Wald test istatistiği kullanılmıştır. (b) \*0.01 anlamlılık düzeyine göre anlamlı parametreleri göstermektedir.

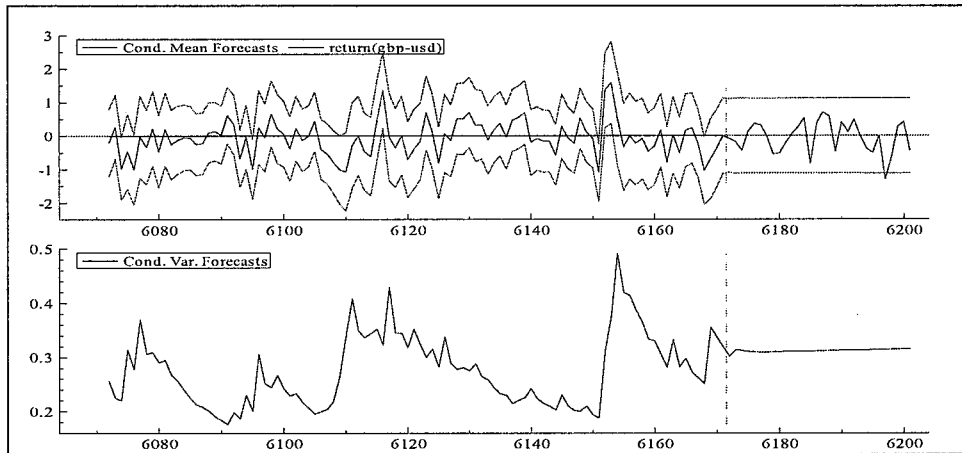
**Tablo.4. GBP/USD Getirileri Volatilitesi için Öngörü Kriterleri<sup>(a)</sup>**

GBP/USD	Modeller	Dağılım	MSE	MAE	AMAPE	TIC	LL
		ARMA(0,0)+FIGARCH(1,d,1)	Student-t	0.104	0.03274	0.5781	0.4675
	ARMA(0,0)+FIAPARCH(1,d,1)	Student-t	0.106	0.2267	0.4781	0.4676	12.09

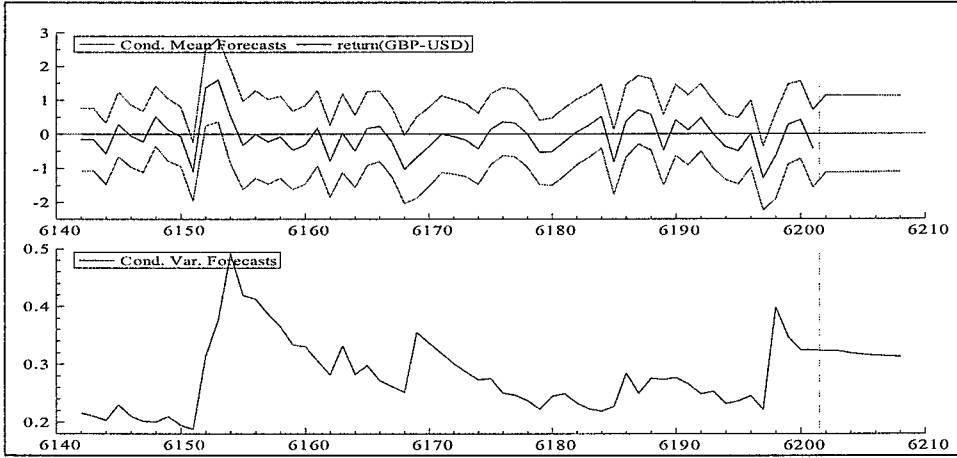
(a) 30 gün için örnek dönemi içi öngörü için elde edilen kriterler. (b) MSE Ortalama Hata Kare, MAE Ortalama Mutlak Hata, TIC Theil Eşitsizlik Katsayısı, AMAPE Düzeltilmiş Ortalama Mutlak Yüzde Hata, LL logaritmik loss fonksiyonu'nun değeri.



**Şekil.2. FIGARCH(1,d,1) Modeli- Koşullu Ortalama ve Varyans Öngörülleri**



**Şekil.3. FIAPARCH(1,d,1) Modeli- Koşullu Ortalama ve Varyans Öngörülleri**



Şekil 4. FIAPARCH(1,d,1) Modeli-Örnek Dönemi Dışı 1 Haftalık Öngörü

## VI. SONUÇ

Bu çalışmada, GBP/USD paritesinin getirilerinin volatilitesi 01.05.1981-14.11.2005 dönemi günlük verilerinden yararlanılarak, Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modelleri tahmin edilerek incelenmiştir.

Modellerin tahmininden önce GBP/USD getiri serisinin stilize durumları araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, anılan parite serisinin aşırı basıklık ölçüsünün anlamlı ancak çarpıklık ölçüsünün anlamsız olduğu, bu nedenle de uygun dağılımın normal dağılım değil student-t dağılımı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, seride ARCH etkisi gözlenmiş bu nedenle de getiri serilerinin volatilitelerinin GARCH sınıfı modellerle analiz edilmesine karar verilmiştir.

Ele alınan parite için uzak gözlemler arasındaki bağımlılığın incelenmesine izin veren Fraksiyonel Bütünleşen GARCH modelleri QML yöntemi ile tahmin edilmiş ve GBP/USD getirilerinde uzak gözlemler arası bağımlılığın varlığına, ayrıca sözkonusu getirilerde asimetri/kaldıraç etkisinin olduğuna, yani parite getirileri için negatif şokların volatiliteleri pozitif şoklardan daha çok artırdığı sonucuna karar verilmiştir.

Koşullu varyans modellerinin diagnostik testler sonrasında doğru tanımlandıkları belirlenmiş ve Fraksiyonel Bütünleşen GARCH Modelleri'nin öngöründe başarılı olduğu görülmüş ve parite getirilerinin volatiliteleri için Fraksiyonel Bütünleşen GARCH Modelleri'nin, özellikle de FIAPARCH modelinin başarılı öngörüler sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1] Mandelbrot, B. (1963). The Variation of Certain Speculative Prices. *Journal of Business*, 36(4), 394-419.

- [2] Engle, R.F. & Bollerslev, T. (1986). Modelling the Persistence of Conditional Variances. *Econometric Reviews*, 5(1), 1-50.
- [3] Nelson, D.B. (1991). Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347-370.
- [4] Baillie R.T.; Bollerslev, T. & Mikkelsen, H.O. (1996). Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 74(1), 3-30.
- [5] Tse, Y.K. (1998). The Conditional Heteroscedasticity of the Yen-Dollar Exchange Rate. *Journal of Applied Econometrics*, 13, 49-55.
- [6] Hwang, Y. (2001). Asymmetric Long Memory GARCH in Exchange Return. *Economics Letters*, 73(1), 1-5.
- [7] Vilasuso, J. (2002). Forecasting Exchange Rate Volatility. *Economics Letters*, 76(1), 59-64.
- [8] Davidson, J. (2004). Moment and Memory Properties of Linear Conditional Heteroscedasticity Models and a New Model. *Journal of Business and Economics Statistics*, 22(1), 16-29.
- [9] Conrad, C.; Jiang, F. & Karanasos, M. (2004). Modeling and Predicting Exchange Rate Volatility via Power ARCH Models: The Role of Long Memory. *Unpublished manuscript*.
- [10] Granger, C.W.J. & Joyeux, R. (1980). An Introduction to Long-Memory Time Series Models and Fractional Differencing. *Journal of Time Series Analysis*, 1(1), 15-29.
- [11] Hosking, J.R.M. (1981). Fractional Differencing. *Biometrika*, 68(1), 165-176.
- [12] Bollerslev T. & Mikkelsen, H.O. (1996). Modeling and Pricing Long-Memory in Stock Market Volatility. *Journal of Econometrics*, 73(1), 151-184.

- [13] Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.
- [14] Tse, Y.K. (2002). Residual-based Diagnostics for Conditional Heteroscedasticity Models. *Econometrics Journal*, 5(2), 358-373.
- [15] Nyblom, J. (1989). Testing the Constancy of Parameters Over Time. *Journal of the American Statistical Association*, 84, 223-230.
- [16] Ding, Z.; Granger, C.W.J. & Engle, R.F. (1993). A Long Memory Property of Stock Market Returns and a New Model. *Journal of Empirical Finance*, 1(1), 83-106.
- [17] Jarque, C.M. & Bera, A.K. (1987). A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. *International Statistical Review*, 55(2), 163-172.
- [18] Bollerslev T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307-327.
- [19] Bollerslev T. & Wooldridge, J.M. (1992). Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-varying Covariances. *Econometric Reviews*, 11(2), 143-172.

**Hülya SAYYAN** (hsayyan@marmara.edu.tr) received her Ph.D degree in the field of econometrics from Marmara University in 2000. Her areas of specialization are panel data analysis, financial econometrics.