T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İktisat Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Stokastik Süreçlerin Döviz Kuru Tahmininde Kullanımı: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Piyasalar İçin Performans Analizi

Giray GÖZGÖR

2502080134

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Gökhan KARABULUT

İSTANBUL, 2012

T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER
1982 ENSTİTÜSÜ

DOKTORA

TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı : GİRAY GÖZGÖR
Numarası : 2502080134
Anabilim/Bilim Dalı : İKTİSAT

Tez Savunma Tarihi : 08/02/2012

Danışman : DOÇ.DR.GÖKHAN KARABULUT

Tez Savunma Saati : 13:00

Tez Başlığı :"STOKASTİK SÜREÇLERİN DÖVİZ KURU TAHMİNİNDE KULLANIMI: GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN PİYASALAR İÇİN PERFORMANS ANALİZİ"

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin **35. Maddesi** uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜ'NE** OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-PROF.DR.KAYA ARDIÇ		Kabul
2- PROF.DR.ERTAN OKTAY		Kabul
3-DOÇ.DR.GÖKHAN KARABULUT		
4- DOÇ.DR.DÜNDAR MURAT DEMİRÖZ		Oybirliğiyle Kabul
5- DOÇ.DR.BESİM BÜLENT BALİ	Bülent Bali	KABUL

Stokastik Süreçlerin Döviz Kuru Tahmininde Kullanımı: Gelişmiş ve Gelişmekte olan Piyasalar için Performans Analizi

Giray GÖZGÖR

ÖZ

Bu çalışma birer gelişmiş ve gelişmekte olan piyasa örneğinde döviz kurlarının kısa dönemdeki öngörülebilirliğini incelemektedir. USD/TL ve EUR/USD parite değerlerinin günlük verileri kullanılarak stokastik süreçlerin, zaman serilerinin, ekonometrik yaklaşımların ve yapısal modellerin örneklem dışı tahmin değerleri için performans analizinde bulunulmuştur.

Elde edilen ampirik bulgular göre, USD/TL parite tahminlerinde hiçbir model veya süreç Basit Rassal Yürüyüş modelinden anlamlı bir biçimde daha iyi sonuç elde edememiştir. Ancak EUR/USD parite değerlerinde Geometrik Brownian Motion, Mean-reversion ve Brownian Motion süreçleri Basit Rassal Yürüyüş modelinden anlamlı bir biçimde daha iyi sonuç elde edebilmiştir. Ayrıca elde edilen bulguların sağlam olduğu ve kriz dönemi ve kriz sonrası dönemler temel alındığında da bulgularda bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

The Application of Stochastic Processes in Exchange Rate Forecasting: Benchmark Test for Developed and Emerging Markets

Giray GÖZGÖR

ABSTRACT

This study investigates the short-time exchange rate predictability in a developed and an emerging market, and for this purpose USD/TRY and EUR/USD exchange rates are considered. The daily out-of-sample forecasting results are benchmarked by stochastic processes, time series, econometrics approaches and structural models.

The empirical findings indicate that none of these models or processes display superiority over the Simple Random Walk model in forecasting the USD/TRY exchange rate. However, Geometric Brownian Motion, Brownian Motion and Mean-reversion processes beat the Simple Random Walk model in forecasting the EUR/USD exchange rate. Furthermore, these findings are robust and not time-specific. It is observed that results remain unchanged when the pre-crisis and the post-crisis periods are examined separately.

ÖNSÖZ

Kısa dönemde döviz kurları öngörülebilirliği gerek finansal piyasalarda işlem yapanlar açısından, gerekse Açık-ekonomi Makroekonomi ile ilgilenen araştırmacılar açısından önem arz etmektedir. Ancak bu konudaki onlarca yıllık uğraşa rağmen, henüz çok az yol katedilebilmiştir. Bu çalışma bazı temel stokastik süreçleri döviz kuru tahmininde kullanarak yeni bir metodoloji ortaya koymayı ve ilgili literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma amacı gereği birçok farklı disiplinin bir arada incelenmesini gerektirmektedir. Bu nedenle çalışmada birçok kişinin katkıları bulunmaktadır. Başta tez danışmanım Doç. Dr. Gökhan KARABULUT'a katkılarından ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Bu noktada Doç. Dr. Dündar M. DEMİRÖZ'ün bakış açısının ve deneyimlerinin de çok değerli katkılarda bulunduğunu belirtmem gerekir. Kendisine teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada Eylül 2009'dan beri asistanlığını yaptığım Prof. Dr. Ertan OKTAY'ın da katkıları bulunmaktadır. Kendisinden; çalışma tarzı ve disiplini, iletişim ve liderlik konularında çok şey öğrendim. Kendisiyle yaptığım çalışmalarda bilimsel bir çalışmanın nasıl oluşturulması gerektiğini de en ince ayrıntılara kadar gözlemleme şansım oldu. Doç. Dr. Besim Bülent BALİ, birçok konuda olduğu gibi bu çalışmada da bana destek oldu. Kendisiyle birlikte; Cahit MEMİŞ'e, Yrd. Doç. Dr. Yaman Ömer ERZURUMLU'ya ve Prof. Dr. Kaya ARDIÇ'a da destekleri için teşekkür ederim.

Tabii ki başta ailem olmak üzere, çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli desteği gösteren tüm sevdiklerime teşekkürüm sonsuzdur.

Son olarak, araştırmacılara sağladıkları finansal destek ile önemli bir motivasyon sağladıklarını düşündüğüm ve bu çalışmayı da destekleyen TÜBİTAK-BİDEB kurumuna teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul, Şubat 2012

İÇİNDEKİLER

Öz…….. iii
Abstract…… iv
Önsöz…… v
İçindekiler…… vi
Tablolar, Grafikler ve Şekiller…….. x
Kısaltmalar…… xv
Giriş……... 1

1. BÖLÜM

DÖVİZ KURLARINDA TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİK ALTYAPI

1.1. TEMEL KAVRAMLAR……..... 5

1.1.1. Satın Alma Gücü Paritesi…….……..... 5

1.1.1.1. Tek Fiyat Kanunu……...…… 6
1.1.1.2. Reel ve Nominal Döviz Kuru…… 11
1.1.1.3. Tek Fiyat Kanunu ve Satın Alma Gücü Paritesine İlişkin Ampirik Bulgular…….. 15
1.1.1.4. Uzun Dönemdeki Sapmaların Modellenmesi……..... 27

1.1.2. Döviz Piyasalarında Etkinlik.…….……..... 31

1.1.2.1. Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi……...……...…… 31
1.1.2.2. Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi..……...…… 35
1.1.2.3. Risk Primi (Risk Premia)……...…… 40

1.1.3. Beklentiler…….. 41

1.1.3.1. Rasyonel Kabarcıklar (Rational Bubbles)...…...…… 41
1.1.3.2. Peso Problemi……..……...…… 43

1.1.3.3. Rasyonel Öğrenme (Rational Learning)…… 44
1.1.3.4. Bilgi Sürecindeki Etkinsizlikler…….. 45

1.2. DÖVİZ KURUNUN BELİRLENMESİ: TEORİLER VE AMPİRİK BULGULAR……. 45

1.2.1. Sabit Fiyat Mundell Fleming Modeli…..…….....….... 46
1.2.2. Esnek Fiyat Parasal Modeli…… 48
1.2.3. Yapışkan Fiyat Dornbusch Overshooting Modeli……..……..... 51
1.2.4. Genel Denge ve Likidite Modelleri……..…… 54
1.2.5. Portföy Denge Modeli……..……..... 56
1.2.6. Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi Modelleri……..…… 58

1.2.6.1. Redux Modeli…….....…..…… 58
1.2.6.2. Dinamik Stokastik Genel Denge (DSGE) Modeli…..…… 60

1.2.7. Yapısal Modeller Üzerine Yapılmış Ampirik Çalışmalar...…… 62
1.2.8. Yapısal Modellerin Tahmin Performansları…….....…..…… 64

2. BÖLÜM

STOKASTİK SÜREÇLER, DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN MODELLER

2.1. RASSAL YÜRÜYÜŞ VE STOKASTİK SÜREÇLER..... 72

2.1.1. Genel Bir Tarihsel Bakış…….……..……..……. 72
2.1.2. Temel Kavramlar ve Rassal Süreçler…….…..……..... 75
2.1.3. Martingale……..... 78
2.1.4. Markov Property, Markov Süreci ve Markov Zinciri..……..... 80
2.1.5. Wiener Süreci……...……..... 82
2.1.6. Ito Stokastik Süreci……....……..... 85

2.1.6.1. Ito'nun Formülü …….……..... 86
2.1.6.2. Radon-Nikodym Türevi ve Girsanov'un Teoremi.…….…… 87

2.1.7. Brownian Motion ……..……...……..... 90

2.1.7.1. Geometrik Brownian Motion …….…… 93
2.1.7.2. Mean-Reversion (Ornstein-Uhlenbeck) Süreci…...…… 94

2.1.8. Jump Diffusion Süreci..... 96

2.2. VOLATİLİTE 97

2.2.1. Doğrusal GARCH Modelleri 99

2.2.1.1. ARCH 99
2.2.1.2. GARCH..... 100
2.2.1.3. IGARCH 101
2.2.1.4. GARCH-M..... 102
2.2.1.5. FIGARCH..... 102
2.2.1.6. CGARCH..... 103

2.2.2. Doğrusal Olmayan GARCH Modelleri 104

2.2.2.1. EGARCH..... 105
2.2.2.2. GJRGARCH..... 105
2.2.2.3. TGARCH..... 106
2.2.2.4. QGARCH..... 106
2.2.2.5. Diğer Doğrusal Olmayan GARCH Tipi Modeller..... 107

2.2.3. Rejim Değişim (Regime Switching) ve Threshold Modelleri..... 107

2.2.3.1. Markov Switching (Değişim) Modelleri 108
2.2.3.2. Threshold Autoregressive (TAR) Modelleri..... 110

2.3. OLASILIK DAĞILIMLARI..... 112

2.3.1. Normal Dağılım 113
2.3.2. Lognormal Dağılım..... 114
2.3.3. Student-t Dağılımı 115
2.3.4. Lojistik Dağılım..... 116
2.3.5. Loglojistik Dağılımı 117
2.3.6. Hiperbolik-sekant Dağılım..... 118
2.3.7. Diğer Dağılımlar 119

2.4. ZAMAN SERİLERİ VE EKONOMETRİK MODELLER..... 120

2.4.1. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelleri..... 120
2.4.2. Vektör Otoregresif (VAR) Modelleri..... 122
2.4.3. Koentegrasyon ve Vektör Hata Düzeltme (VEC) Modeli..... 125

2.5. MODELLERDE TANIMLAMA, TAHMİN VE KARŞILAŞTIRMA İÇİN KULLANILAN BAZI YÖNTEMLER 127

2.5.1. Birim Kök Testleri …….……....……..... 127
2.5.2. Modellerin Karşılaştırma Kriterleri……..... 129
2.5.3. Tahmin Hata İstatistikleri…….……....……..... 131
2.5.4. Farklı Modellerin Tahmin Hatalarını Karşılaştırma…….. 133

2.5.4.1. Diebold, Mariano ve West (DMW) Testi …….…….. 133
2.5.4.2. Diğer Tahmin Hatalarını Karşılaştırma Yöntemleri …….…….. 134

3. BÖLÜM

DÖVİZ KURLARININ ÖNGÖRÜLEBİLİRLİĞİ VE PERFORMANS ANALİZİ: AMPİRİK UYGULAMA

3.1. VERİLER, VARSAYIMLAR VE METODOLOJİ..... 137

3.1.1. Stokastik Süreçler Dışındaki Tahmin Yöntemleri……. 137
3.2.2. Stokastik Süreçler ile Tahmin……..……..... 152

3.2. PERFORMANS ANALİZİ VE AMPİRİK BULGULAR..... 184

3.3. ROBUSTNESS KONTROLÜ……..... 188

SONUÇ……..... 194

KAYNAKÇA……..……..…. 199

ÖZGEÇMİŞ..……..……..…. 255

TABLOLAR, GRAFİKLER ve ŞEKİLLER

Tablolar

Tablo 1	:	Tanımlayıcı istatistikler…..……..…….....	141
Tablo 2	:	USD/TRY ve EUR/USD birim kök sonuçları..……....	142
Tablo 3	:	USD/TRY ARIMA (p,d,q) modeli seçim kriterleri..……...	148
Tablo 4	:	EUR/USD ARIMA (p,d,q) modeli seçim kriterleri…..……...	148
Tablo 5	:	USD/TRY VAR (p) modeli gecikme mertebesi seçimi.....…..	150
Tablo 6	:	EUR/USD VAR (p) modeli gecikme mertebesi seçimi...….....	150
Tablo 7	:	USD/TRY ve EUR/USD VAR (p) modeli istatistiki özellikleri……...	151
Tablo 8	:	USD/TRY ve EUR/USD VAR (p) tahmin parametre değerleri……...….	151
Tablo 9	:	USD/TRY ve EUR/USD Granger nedensellik analizi…..…..	151
Tablo 10	:	USD/TRY GARCH (1,1) model karşılaştırma kriterleri….....	157
Tablo 11	:	USD/TRY GARCH (1,1) modeli özellikleri..……...……..	158
Tablo 12	:	USD/TRY IGARCH (1,1) parametreleri Wald testi…..……	159
Tablo 13	:	USD/TRY IGARCH (1,1) model karşılaştırma kriterleri…..	159
Tablo 14	:	USD/TRY ARCH-M (1,1) model karşılaştırma kriterleri	160
Tablo 15	:	USD/TRY ARCH-M (1,1) modeli özellikleri…….	160
Tablo 16	:	USD/TRY TARCH (1,1,1) model karşılaştırma kriterleri	161
Tablo 17	:	USD/TRY TARCH (1,1,1) modeli özellikleri……	161
Tablo 18	:	USD/TRY EGARCH (1,1,1) model karşılaştırma kriterleri ..	162
Tablo 19	:	USD/TRY EGARCH (1,1,1) modeli özellikleri……..	162
Tablo 20	:	USD/TRY PARCH (1,1,1) model karşılaştırma kriterleri	163
Tablo 21	:	USD/TRY PARCH (1,1,1) modeli özellikleri…….……	163
Tablo 22	:	USD/TRY CGARCH (1,1,1) model karşılaştırma kriterleri..	164
Tablo 23	:	USD/TRY CGARCH (1,1,1) modeli özellikleri…….……	164
Tablo 24	:	EUR/USD GARCH (1,1) model karşılaştırma kriterleri….....	166
Tablo 25	:	EUR/USD GARCH (1,1) modeli özellikleri..……...……..	166
Tablo 26	:	EUR/USD IGARCH (1,1) parametreleri Wald testi…..…….	167

Tablo 27	:	EUR/USD IGARCH (1,1) model karşılaştırma kriterleri……	167
Tablo 28	:	EUR/USD IGARCH (1,1) modeli özellikleri...……..……	167
Tablo 29	:	EUR/USD ARCH-M (1,1) model karşılaştırma kriterleri	168
Tablo 30	:	EUR/USD ARCH-M (1,1) modeli özellikleri……..……..	168
Tablo 31	:	EUR/USD TARCH (p,q,r) model karşılaştırma kriterleri….....	169
Tablo 32	:	EUR/USD EGARCH (p,q,r) model karşılaştırma kriterleri.....	169
Tablo 33	:	EUR/USD PARCH (p,q,r) model karşılaştırma kriterleri..…..	169
Tablo 34	:	EUR/USD CGARCH (1,1,1) model karşılaştırma kriterleri…	170
Tablo 35	:	EUR/USD CGARCH (1,1,1) modeli özellikleri..…….……	170
Tablo 36	:	USD/TRY ve EUR/USD 06:2007-09:2011 performans analizi……	184
Tablo 37	:	USD/TRY ve EUR/USD 07:2008-02:2009 performans analizi……	185
Tablo 38	:	USD/TRY ve EUR/USD 02:2009-09:2011 performans analizi……	185
Tablo 39	:	EUR/USD ve USD/TRY BDS testi sonuçları…….…….....	191
Tablo 40	:	USD/TRY yapısal kırılmalı birim kök sonuçları…..…….	193

Grafikler

Grafik 1	:	USD/TRY döviz kuru. ……..…….	138
Grafik 2	:	USD/TRY döviz kuru birleşik getirileri…...……..……..	139
Grafik 3	:	EUR/USD döviz kuru ..……..…….……..	140
Grafik 4	:	EUR/USD döviz kuru birleşik getirileri…….……..	140
Grafik 5	:	TRY faiz verileri...……..…….....	145
Grafik 6	:	USD faiz verileri……..……...…	146
Grafik 7	:	EUR faiz verileri ……..……...…	146
Grafik 8	:	USD/TRY getirisinin olasılık dağılımı ve parametreleri…..	154
Grafik 9	:	EUR/USD getirisinin olasılık dağılımı ve parametreleri.....	154
Grafik 10	:	USD/TRY yıllık temelde volatilite değerleri (%)…..…….	165
Grafik 11	:	EUR/USD yıllık temelde volatilite değerleri (%).…….	171
Grafik 12	:	USD/TRY drift oranı (%)…….....	172
Grafik 13	:	EUR/USD drift oranı (%)…….....	173
Grafik 14	:	Brownian Motion bir gün için USD/TRY tahmini.....….	173
Grafik 15	:	Brownian Motion bir gün için EUR/USD tahmini.....……	174
Grafik 16	:	Geometrik Brownian Motion bir gün için USD/TRY tahmini ……..……	175
Grafik 17	:	Geometrik Brownian Motion bir gün için EUR/USD tahmini ……..……	175
Grafik 18	:	Türkiye aylık enflasyon oranları (%)……..……	176
Grafik 19	:	ABD aylık enflasyon oranları (%)…….	176
Grafik 20	:	Türkiye aylık enflasyon oranları (%)……..……	177
Grafik 21	:	Uzun dönem (PPP) USD/TRY parite değerleri…….....	177
Grafik 22	:	Uzun dönem (PPP) EUR/USD parite değerleri…….....	178
Grafik 23	:	USD/TRY Mean-reversion oranı ……..……..	178
Grafik 24	:	EUR/USD Mean-reversion oranı ……..……..	179
Grafik 25	:	Mean-reversion süreci bir gün için USD/TRY tahmini..….	179
Grafik 26	:	Mean-reversion süreci bir gün için EUR/USD tahmini...….	180
Grafik 27	:	USD/TRY jump oranı (%)……...…….	181
Grafik 28	:	USD/TRY jump sayısı…...……...…….	181

Grafik 29 : EUR/USD jump oranı (%)……...……. 182
Grafik 30 : EUR/USD jump sayısı…...……...……. 182
Grafik 31 : Jump Diffusion süreci bir gün için USD/TRY tahmini..…. 183
Grafik 32 : Jump Diffusion süreci bir gün için EUR/USD tahmini..…. 183
Grafik 33 : Zivot-Andrews birim kök testi kırılma noktaları……...…. 193

Şekiller

Şekil 1	:	Kesikli zamanda yol izleyen bir stokastik süreç örneği….....	76
Şekil 2	:	Sürekli zamanda yol izleyen bir stokastik süreç örneği…….	77
Şekil 3	:	Sürekli zamanda farklı beş yol izleyen bir stokastik süreç örneği……...	77
Şekil 4	:	Genelleştirilmiş Wiener süreci ve Wiener süreci (a =0.3; b =1,5)…….……	84
Şekil 5	:	Aritmetik rassal yürüyüşten türetilen Brownian Motion örneği (100 yol)……	91
Şekil 6	:	Geometrik Brownian Motion (GBM) sürecinin bir yol örneği…….……..……	94

KISALTMALAR

AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
BKZ	:	Bakınız
BP	:	Ödemeler Dengesi
CAD	:	Kanada Doları
CPI	:	Tüketici Fiyat Endeksi
CW	:	Clark-West
DM	:	Alman Markı
DMW	:	Diebold-Mariano ve West
ECB	:	Avrupa Merkez Bankası
EUR	:	Euro (Avro)
FED	:	Federal Reserve Board
GBP	:	Büyük Britanya Poundu
HBS	:	Harrod-Balassa-Samuelson
İMKB	:	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
JPY	:	Japon Yeni
LM	:	Para Piyasaları Dengesi
MIT	:	Massachusetts Institute of Technology
PPI	:	Üretici Fiyat Endeksi
PPP	:	Satın Alma Gücü Paritesi
RW	:	Rassal Yürüyüş
TCMB	:	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TRY	:	Türk Lirası
USD	:	ABD Doları
VB	:	Ve Benzeri
VD	:	Ve Diğerleri
WPI	:	Toptan Eşya Fiyat Endeksi
YY	:	Yüz Yıl

GİRİŞ

Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff'un 1983 yılındaki çalışmalarından[1] günümüze kadar döviz kurlarının öngörülebilirliğini araştıran binlerce çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak makroekonomik değişkenler yardımı ile oluşturulan yapısal modellerin ve zaman serileri tekniklerinin örneklem dışı tahmin temel alındığında, basit (drift içermeyen) Rassal Yürüyüş modelinden daha iyi performans gösteremediği sonucuna ulaşmıştır. Elde edilen benzer ampirik bulgular sonucunda, döviz kurlarındaki değişimin "Martingale Farkı" özelliği gösterdiği ve mevcut ulaşılabilir bilgiler ve değişkenler kullanılarak "döviz kurlarının öngörülemeyeceğine" dair bir fikir birliği oluşmuştur. Bu durum literatürde "döviz kuru kopukluğu bulmacası (exchange rate disconnect puzzle)" ya da "Meese-Rogoff bulmacası" olarak bilinmektedir.

Nelson C. Mark'ın 1995 yılındaki çalışması[2] yapısal modellerin (hem örneklem dışı hem de örneklem içi tahmin temel alındığında) uzun dönemde, Rassal Yürüyüş modelinden daha iyi sonuçlar elde edebileceğini göstermiştir. Bu çalışmadan günümüze kadar yapılmış olan birçok çalışmanın da benzer bulgulara ulaştığı söylenebilir. Ancak tüm bu çalışmalar aylık ya da çeyrek yıllık veriler kullanarak, ancak iki yıl ve daha uzun tahmin dönemleri için yukarıda belirtilmiş olan genel bulguya ulaşabilmiştir.

Yin-Wong Cheung, Menzie D. Chinn ve Antonio C. Pascual tarafından 2005 yılında yapılmış olan çalışmada[3] makroekonomik değişkenlerin *ex post* değerleri yerine tahmin değerleri kullanılarak, hâlen Richard A. Meese ve Kenneth S.

---

[1] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1–2, 1983, s. 3-24; Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "The Out of Sample Failure of Empirical Exchange Models: Sampling Error or Misspesification", **Exchange Rates and International Macroeconomics**, University of Chicago Press, Chicago, 1983, s. 67-112.

[2] Nelson C. Mark, "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-horizon Predictability", **American Economic Review**, Vol. 85, Issue 1, 1995, s. 201-218.

[3] Yin-Wong Cheung, Menzie D. Chinn ve Antonio C. Pascual, "Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 24, Issue 7, 2005, s. 1150-1175.

Rogoff'un 1983 yılındaki görüşlerinin geçerli olduğunu ortaya koyan son derece robust (sağlam) ampirik bulgular elde edilmiştir. Charles Engel, Nelson C. Mark ve Kenneth D. West tarafından 2008 yılında yapılmış olan çalışmada[4] ise Panel veri teknikleri ve para politikasına ait bazı değişkenler kullanılarak Rassal Yürüyüş modelinden daha iyi sonuçlar elde edilebileceği gösterilmiştir. Kenneth S. Rogoff ise bu çalışma için şu yorumda bulunmuştur: *"(...) şu anda bardağın yüzde 10 dolu olduğunu söyleyebilirsek, (döviz kurlarının öngörülemediği görüşünün geçerliliğini koruması açısından) durum hâlâ iyi görünmektedir"*[5]. Buna göre, Kenneth S. Rogoff "döviz kuru kopukluğu bulmacasının" çözümü açısından "en az yüzde 90'lık bir boş kısmın daha bulunduğunu" düşünmektedir. Bu tespitten sonra gelişen literatürde başta Taylor Kuralı olmak üzere, para politikasına ait değişkenlerin kullanılarak "bardağın daha da fazla doldurulabileceği" düşünülmektedir.

Literatürde orta ve uzun dönemde döviz kurları öngörülebilirliği konusunda yukarıdaki gelişmeler mevcutken, kısa dönemde döviz kurlarının öngörülebilirliği konusunda tatmin edici bir sonuç henüz ortaya kon(a)mamıştır. Bu nedenle kısa dönemde döviz kurları öngörülebilirliği iktisat literatüründe çözülememiş ve göz ardı edilmiş bulmacalardan birisidir. Bu çalışma belirtilen bulmacanın çözümüne yönelik literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Çalışmada kısa dönemde döviz kurları öngörülebilirliği incelenmektedir. Bu noktada günlük frekansta döviz kuru verileri kullanılarak birçok stokastik süreç ve yöntem için örneklem dışı tahminde bulunulmaktadır. Ancak bilindiği üzere, yapısal modellerin içsel veya dışsal olarak kullandığı Para Arzı, Fiyat Seviyeleri ve Reel Gayrisafi Milli Hasıla gibi iktisadi değişkenler günlük frekansta (henüz) mevcut değildir. Bu nedenle Rassal Yürüyüş modeli ile tahmin performansı karşılaştırması yapabilmek için ilgili değişkenleri temel alan yapısal modeller kullanılamamaktadır. Bu noktada Rassal Yürüyüş modelinden daha iyi performans elde etme konusunda

[4] Charles Engel, Nelson C. Mark ve Kenneth D. West, "Exchange Rate Models Are Not As Bad As You Think", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 22, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 381-441.

[5] Kenneth S. Rogoff, "Comment on Exchange Rate Models Are Not As Bad As You Think", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 22, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 451.

stokastik süreçlerin uygun olabileceği düşünülmektedir. Kısa dönemde döviz kurları öngörülebilirliği konusunda stokastik süreçlerin kullanılmasının bir diğer nedeni, bu yaklaşımların faiz oranları, emtia ve enerji fiyatları tahmininde yoğun bir biçimde kullanılmasına rağmen, döviz kuru tahmininde neredeyse hiç kullanılmamış olmasıdır. Günlük frekansta mevcut olan faiz değişkeninin ise tahminlere ve performans analizine dahil edildiğini belirtmek gerekmektedir. Buna göre, çalışmada test edilen hipotezlerden ilki temel alınan yaklaşımlardan en az birisinin Rassal Yürüyüş modelinden (istatistiki olarak anlamlı bir biçimde) daha iyi performans gösterebileceği hipotezidir.

Ayrıca çalışmada döviz kuru tahmininde kullanılan yaklaşımlar gelişmiş piyasalara ait bir döviz kuru (EUR/USD) ve gelişmekte olan piyasalara ait bir döviz kuru (USD/TRY) temelinde tahmin yapılarak performans analizine tabi tutulmaktadır. Bu noktada gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalara ait döviz kurlarının tahmin performansını aynı çalışmada inceleyerek ampirik bulgular ortaya koyan çalışma sayısının çok az olduğunu belirtmek gerekmektedir. Buna göre, çalışmada test edilen bir diğer hipotez ise gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardaki döviz kuru tahmini için farklı yaklaşımların daha iyi performans gösterebileceği hipotezidir.

Ayrıca bu çalışmada döviz kuru tahmininde temel alınan dönemler alt dönemlere ayrılarak da incelenmektedir. Yukarıda belirtilmiş olan hipotezlere ek olarak, son global finansal kriz dönemi içerisindeki ve sonrasındaki dönemin özellikleri dikkate alındığında ve tahmin dönemi aralığı değişerek uç değerlerin ortaya çıkabileceği durumlarda "daha iyi" performans gösteren yaklaşım veya yaklaşımların da değişebileceği hipotezi de test edilmektedir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır: Çalışmanın birinci bölümünde, ilk olarak döviz kurlarına ait temel kavramlardan olan Satın Alma Gücü Paritesi, döviz piyasalarında etkinlik ve beklentilerin teorik altyapısı ile bu kavramların geçerliliği üzerine yapılmış olan ampirik çalışmalar incelenmektedir. Daha sonraki kısımda ise, döviz kurunun belirlenmesine yönelik teoriler, elde edilen ampirik bulgular ve

yapısal modellerin tahmin performansları açıklanmaktadır. Bu kısımda "Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi Modelleri" de ele alınmaktadır.

İkinci bölümde, rassal ve stokastik süreçlere genel bir tarihsel bakış ile birlikte Rassal Yürüyüş ve Martingale kavramları açıklanmaktadır. Bu kısımda; Markov, Wiener, Ito, Brownian Motion ve Jump Diffusion stokastik süreçleri ayrıntılı bir biçimde incelenmektedir. Bu noktadan sonra, stokastik süreçlerin parametre değerleri için gerekli olan volatilite modelleri ve belli başlı olasılık dağılımları açıklanmaktadır. Daha sonraki kısımda ise, döviz kuru tahmininde kullanılan bazı temel zaman serileri ve ekonometrik modeller incelenerek; tanımlama, tahmin ve karşılaştırma için kullanılan bazı yöntemler ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde, gelişmiş piyasalara ait bir döviz kuru (EUR/USD) ve gelişmekte olan piyasalara ait bir döviz kuru (USD/TRY) temelinde tahminde bulunularak performans analizi yapılmaktadır. Söz konusu performans analizi için gerekli verilerin özellikleri, varsayımlar ve kullanılan yöntemler geniş bir biçimde açıklanmaktadır. Daha sonra elde edilen ampirik bulguların "robustness kontrolü" yapılmaktadır.

Sonuç bölümde ise stokastik süreçler ve zaman serileri modellerinin performans analizinden elde edilen ampirik bulgular belirtilen hipotezler çerçevesinde tartışmaya açılmış ve çıkarımlarda bulunulmaya çalışılmıştır.

1. BÖLÜM

DÖVİZ KURLARINDA TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİK ALTYAPI

1.1. TEMEL KAVRAMLAR

Bir ülkenin para biriminin başka bir ülkenin para birimine göre değişim oranına döviz kuru adı verilmektedir. Döviz kurlarına bağlı olarak veya döviz kurlarından hareketle tanımlanmış belli başlı kavramlar iktisat ve finans literatüründe önemli bir yer tutmaktadır. Bu kısımda bu kavramların belli başlılarından olan Satın Alma Gücü Paritesi, Tek Fiyat Kanunu, Reel-Nominal Döviz Kuru, Karşılanmış-Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi ve Risk Primi kavramları açıklanacaktır.

1.1.1. Satın Alma Gücü Paritesi

Satın Alma Gücü Paritesi (Purchasing Power Parity-PPP), iki ülke arasındaki döviz kurlarının fiyat farklılaştırmasını ortadan kaldıracak bir biçimde uyumlu hale getirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu şekilde tanımlanan Satın Alma Gücü Paritesi Mutlak Satın Alma Gücü Paritesini ifade etmektedir. Göreceli Satın Alma Gücü Paritesi ise, döviz kurunun diğer para birimlerine karşı göreceli olarak değer kazanması durumunda fark ortaya çıkacağı ve meydana gelen bu farkın iki ülke arasındaki enflasyon farkından kaynaklandığı görüşüne dayanmaktadır. Buna göre, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu durumda Reel Döviz Kurlarında meydana gelen sapmalar Satın Alma Gücü Paritesindeki sapmaları ifade edecektir.

Satın Alma Gücü Paritesi kavramı ilk olarak Cassel (1918)[6] tarafından ortaya konmuş olmasına rağmen Grice-Hutchinson (1952)[7] ve Officer (1982)[8] tarafından

[6] Gustav Cassel, "Abnormal Deviations in International Exchanges", **Economic Journal**, Vol. 28, No: 112, 1918, s. 413-415.
[7] Marjorie Grice-Hutchinson, **The School of Salamanca: Readings in Spanish Monetary Theory 1544-1605**, Clarendon Press, Oxford, 1952, s. 57-58.
[8] Lawrence H. Officer, **Purchasing Power Parity and Exchange Rates: Theory, Evidence and Relevance**, JAI Press, Greenwich, 1982, s. 32.

yapılan çalışmalarda, bu tanımlamanın 15.yy ve 16.yy'a kadar dayandığına ilişkin bulgular bulunmaktadır.

Literatüre katkıda bulunan çok az iktisatçı Satın Alma Gücü Paritesinin gerçek dünyada sürekli olarak geçerli olduğuna inanmaktadır. Bu görüşe yönelik çalışmalardan olan Rogoff (1996)'da[9], uzun dönemli Reel Döviz Kurlarının Satın Alma Gücü Paritesindeki değişimlerden hareketle oluştuğu belirtilmiştir. Bu görüş uluslararası makroekonomi kitaplarına ve ampirik çalışmalara "varsayımlarla belli bir biçimde tanımlanan Satın Alma Gücü Paritesinin, en azından uzun dönemde geçerli olabileceği" şeklinde geçmiştir. Bu görüşe ait çalışmalar özellikle Dornbusch (1987)[10] gibi geleneksel makroekonomik analizlerde ve Obstfeld ve Rogoff (1995)[11], Obstfeld ve Rogoff (1996)[12], Mankiw ve Reis (2007)[13] ve Edge vd. (2008)[14] gibi zamanlararası (intertemporal) optimizasyona dayanan "Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi" modellerini temel alan çalışmalarda kendini göstermektedir.

Satın Alma Gücü Paritesi iki şekilde tanımlanmaktadır: Bunlar; Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi ve Göreceli Satın Alma Gücü Paritesi tanımlarıdır. Bu kavramlar Tek Fiyat Kanunundan hareketle tanımlanmaktadır.

1.1.1.1. Tek Fiyat Kanunu

Tek Fiyat Kanunu Satın Alma Gücü Paritesinin temelini oluşturmaktadır. Bir başka deyişle, Mutlak Satın Alma Gücü Paritesinin en iyi tanımlanma biçimi Tek Fiyat Kanunudur. Tek Fiyat Kanununun uluslararası finans literatüründeki karşılığı

[9] Kenneth S. Rogoff, "The Purchasing Power Parity Puzzle", **Journal of Economic Literature**, Vol. 34, Issue 2, 1996, s. 647-668.
[10] Rudiger Dornbusch, "Purchasing Power Parity", **The New Palgrave: A Dictionary of Economics**, Macmillan, Londra, 1987, s. 1075-1085.
[11] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, "Exchange Rate Dynamics Redux", **Journal of Political Economy**, Vol. 103, No: 3, 1995, s. 624-660.
[12] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, **Foundations of International Macroeconomics**, MIT Press, Cambridge, 1996, s. 605-659.
[13] Gregory N. Mankiw ve Ricardo Reis, "Sticky Information in General Equilibrium", **Journal of the European Economic Association**, Vol. 5, No: 2-3, 2007, s. 603-613.
[14] Rochelle M. Edge, Michael T. Kiley ve Jean-Philippe Laforte, "Natural Rate Measures in An Estimated DSGE Model of The U.S. Economy", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 32, Issue 8, 2008, s. 2512-2535.

ise; aynı malların ya da aynı sepette bulunan malların, aynı para birimleri temel alındığı ve işlem maliyeti olmadığı varsayımı altında, farklı ülkeler için aynı fiyattan satılmasıdır.[15]

Mutlak olarak Tek Fiyat Kanunu şu şekilde yazılabilir:

$$P_{i,t} = S_t P^*_{i,t} \quad \text{i=1,2,…….N} \tag{1.1}$$

$P_{i,t}$; i malının ulusal para birimi üzerinden t zamanındaki fiyatını, $P^*_{i,t}$; i malının yabancı para birimi üzerinden t zamandaki fiyatını, S_t; yabancı para birimini ulusal fiyatlar üzerinden ifade eden Nominal Döviz Kurunu belirtmektedir. Buna göre, mutlak olarak Tek Fiyat Kanunu aynı malların ülkeler arasında aynı fiyattan satılması gerektiği temeline dayanmaktadır. Bunlarla birlikte, Tek Fiyat Kanununun arbitraj imkânının var olmaması prensibine dayandığı da söylenebilir.

Göreceli olarak Tek Fiyat Kanunu ise Mutlak Tek Fiyat Kanununa göre daha zayıf bir koşul varsaymakla birlikte şu şekilde yazılabilmektedir:[16]

$$\frac{P^*_{i,t+1} S_{t+1}}{P_{i,t+1}} = \frac{P^*_{i,t} S_t}{P_{i,t}} \quad \text{i=1,2,…….N} \tag{1.2}$$

Görüldüğü gibi, Mutlak Tek Fiyat Kanunu Göreceli Tek Fiyat Kanununu da ifade etmektedir. Ancak tersi durum söz konusu değildir.[17]

Tek Fiyat Kanununun ampirik olarak test edilebilmesi için üretilen malların uluslararası ticarete konu olan malları da içeren bir biçimde tam ikame olması gerektiği açıktır. Böyle bir durumda kârlı bir arbitraj olanağı meydana gelmeyecektir.

---

[15] Laurence S. Copeland, **Exchange Rates and International Finance**, Prentice Hall, Fourth Edition, Essex, 2005, s. 59-60.
[16] Lucio Sarno ve Mark P. Taylor, **The Economics of Exchange Rates**, Cambridge University Press, New York, 2002, s. 52.
[17] Lucio Sarno ve Mark P. Taylor, "Purchasing Power Parity and Real Exchange Rates", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 49, No: 1, 2002, s. 67.

Ancak taşıma maliyetleri, gümrük tarifeleri ve diğer tarife dışı engeller arbitraj imkânının olmaması varsayımının gerçekleşmemesine, dolayısıyla Tek Fiyat Kanununun "geçersiz" olmasına neden olmaktadır. Mallar arasında tam ikamenin mevcut olması Tek Fiyat Kanunun geçerliliği açısından oldukça önem arz etmektedir. Genel olarak ülkeler arasında fiyat farklılaştırması bulunması ve üretilen malın ticarete konu olması gibi nedenlerle ulusal ve uluslararası fiyatlar üzerinde farklı etkiler ortaya çıkabilmektedir. Literatürde fiyat farklılaştırmasına örnek olarak Mc Donald's® hamburgerleri verilmektedir ve bu gibi ürünlerde Tek Fiyat Kanunun geçerli olması beklenmemelidir. Bununla birlikte altın ve diğer uluslararası ticarete konu olan mallarda ise Tek Fiyat Kanununun geçerli olması beklenmelidir.[18]

Buna göre, bir ülkedeki tüm ticarete konu olan mallar dikkate alındığında Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi ise şu şekilde oluşmaktadır:

$$\sum_{i=1}^{N} \alpha_i P_{i,t} = S_t \sum_{i=1}^{N} \alpha_i P_{i,t}^{*} \tag{1.3}$$

Bu eşitlikte $\sum_{i=1}^{N} \alpha_i = 1$ varsayımı bulunmaktadır. Alternatif olarak, fiyat endeksleri geometrik olarak ağırlıklandırılmış endekslerden oluşuyor ise bu durumda ağırlıkların logaritmaları alınarak tanımlanması gerekmektedir:[19]

$$\sum_{i=1}^{N} \gamma_i p_{i,t} = s_t + \sum_{i=1}^{N} \gamma_i p_{i,t}^{*} \tag{1.4}$$

Geometrik ağırlıkların $\sum_{i=1}^{N} \gamma_i = 1$ varsayımını yerine getirmesi beklenmektedir. Denklemin küçük harf ile ifade edilmesi denklemde logaritma değerlerinin kullanıldığını göstermektedir. Ağrılıkları gösteren α_i ya da γ_i parametreleri ulusal fiyat endeksinden hareketle tanımlanmaktadır. Literatürde

[18] Kenneth S. Rogoff, "The Purchasing Power Parity Puzzle", **Journal of Economic Literature**, Vol. 34, Issue 2, 1996, s. 649-650.
[19] Lucio Sarno ve Mark P. Taylor, **The Economics of Exchange Rates**, Cambridge University Press, New York, 2002, s. 53.

önemli bir yere sahip olan Cassellian Formülüne göre, Mutlak Satın Alma Gücü Paritesinin hesaplanmasında Tüketici Fiyat Endeksi (CPI) kullanılmalıdır.[20] Cassel (1916)[21], (1918)[22] ve (1928)[23] çalışmalarında, sermaye akımları gibi "dışsal" unsurların döviz kurlarını kısa ve orta dönemlerde denge noktasından uzaklaştırdığını, bu nedenle Mutlak Satın Alma Gücü Paritesinin ancak uzun dönemde geçerli olacağını öne sürmektedir. Bu görüşe göre, ulusal fiyat seviyelerinde aritmetik veya geometrik ağırlıkların kullanılmasına göre (P_t^* P_t ya da p_t p_t^* olduğu durumda) (1.3) ve (1.4) kullanılarak Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi şu şekilde tanımlanabilmektedir:

$$s_t = p_t - p_t^* \tag{1.5}$$

(1.5) denkleminden logaritmik biçimde tanımlanmış olan Reel Döviz Kuru ise şu özdeşlik yardımıyla kolayca ifade edilebilmektedir:

$$q \equiv s_t - p_t + p_t^* \tag{1.6}$$

Elde edilen bu özdeşlik Satın Alma Gücü Paritesinden sapmaların bir ölçüsü olarak görülebilir.[24]

Tek Fiyat Kanunundan hareketle Göreceli Satın Alma Gücü Paritesi kavramı türetilirken ortaya çıkan sorunlardan biri temel alınacak fiyat endeksinin ne olacağıdır. Bu sorunun en önemli nedeni olarak temel alınacak fiyat endeksleri hesaplanırken kullanılan ürünlerin ülkeler arasında farklılık göstermesidir. Diğer

[20] Ronald MacDonald ve Ian W. Marsh, "On Fundamentals and Exchange Rates: A Cassellian Perspective", **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 79, No: 4, 1997, s. 655-664.
[21] Gustav Cassel, "The Present Situation of Foreign Exchanges", **Economic Journal**, Vol. 26, No: 101, 1916, s. 62-65.
[22] Gustav Cassel, "Abnormal Deviations in International Exchanges", **Economic Journal**, Vol. 28, No: 112, 1918, s. 413.
[23] Gustav Cassel, **Foreign Investments**, University of Chicago Press, Chicago, 1928, s. 62.
[24] Mark P. Taylor, "Real Exchange Rates and Nonlinearities", **Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?**, The MIT Press, Cambridge, 2005, s. 89.

yandan, bu endekslerin aynı olması durumunda bile "hesaplama zorlukları" ortaya çıkmaktadır.

Bunlarla birlikte, ticarete konu olan ve konu olmayan malların fiyatlarında da aynı sorunların varlığından söz edilebilmektedir. Temel alınan fiyat endeksine göre hesaplanan enflasyon oranının, ticarete konu olan ve konu olmayan mal fiyatları üzerinde homojen olmayan biçimde etkili olacağı literatürde Harrod-Balassa-Samuelson (HBS) etkisi olarak bilinmektedir. Harrod (1933)[25], Balassa (1964)[26] ve Samuelson (1964)[27] tarafından ortaya konan model Satın Alma Gücü Paritesinin uzun dönemdeki sapmaları kısmında ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi tanımında hangi fiyat endeksinin kullanılması gerektiği literatürde uzun zaman boyunca tartışılmıştır. Bu tartışmaların Keynes (1930)[28] ve Keynes (1932)'e [29] kadar gittiği söylenebilir.[30] John Maynard Keynes başta olmak üzere, birçok iktisatçının düşüncesine göre hemen hemen tüm temel alınan fiyat endeksleri ticarete konu olmayan mal gruplarını da içermektedir. Bu durum ampirik bulgularda, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olmadığı (en azından homojenlik ve ölçücülük ilkelerinin var olmadığı) sonucuna yol açabilmektedir. Bu noktadan hareketle, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olabilmesi için uygun fiyat endeksinin mevcut olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Summers ve Heston (1991)[31] tarafından Uluslararası Karşılaştırma Programı (International Comparison Progamme) veri setinin hazırlandığı çalışma bu amaca yönelik en önemli çalışmalardan biridir. Bu çalışmada Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi aynı mal sepeti temel alınarak uzun dönem verileriyle farklı ülkeler için

[25] Roy Harrod, **International Economics**, James Nisbet, Londra, 1933.
[26] Bela Balassa, "The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal", **Journal of Political Economy**, Vol. 72, 1964, s. 584-596.
[27] Paul A. Samuelson, "Theoretical Notes on Trade Problems", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 46, No: 2, 1964, s. 145-154.
[28] John Maynard Keynes, **A Treatise on Money**, Volume 1, Macmillan, Londra, 1930.
[29] John Maynard Keynes, **Essays in Persuasion**, Harcourt Brace, New York, 1932.
[30] Li Lian Ong, **The Big Mac Index: Applications of Purchasing Power Parity**, Macmillan, Londra, 2003, s. 4.
[31] Robert Summers ve Alan Heston, "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons 1950-1988", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 106, Issue 2, 1991, s. 327-368.

tahmin edilmiştir. Ancak kullanılan verilerin çok sayıda boşluk içermesi ve bu boşlukların ekstrapolasyon yöntemiyle doldurularak analiz yapılmış olması, elde edilen sonuçların gerçekçilikten uzaklaşmasına neden olmuştur. Ampirik çalışmaların Tek Fiyat Kanunu üzerinde yoğunlaşmasının en önemli nedeni olarak "Tek Fiyat Kanunundan Satın Alma Gücü Paritesine geçişte yaşanan zorluklar" gösterilmektedir. Bu çalışmadan hareketle Uluslararası Karşılaştırma Programı günümüzde farklı yöntemlere de yer vererek ülkeler arasındaki Satın Alma Gücü Paritelerini hesaplamaktadır.[32]

1.1.1.2. Reel ve Nominal Döviz Kuru

Mutlak Satın Alma Gücü Paritesinden hareketle Reel Döviz Kuru ifade edilebilmektedir. Buna göre, Q Reel Döviz Kuru; S Nominal Döviz Kurunu, P_f dış ülke fiyat endeksini, P_h ulusal fiyat endeksini belirtmek üzere şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$Q = S\frac{P_f}{P_h} \tag{1.7}$$

Logaritmik olarak Reel Döviz Kuru ise şu şekilde ifade edilmektedir:[33]

$$q = s - (p_h - p_f) \tag{1.8}$$

Reel Döviz Kuru, iki ülkenin rekabetine bağlı olarak "fiyat seviyelerine" göre oluşmaktadır ve Mutlak Satın Alma Gücü Paritesinden farklı olarak, kısa ve uzun dönemdeki değerlerine göre farklı denge noktalarına ulaşmaktadır. Belirtmek gerekir ki, Reel Döviz Kuru, Satın Alma Gücü Paritesinden farklı olarak mean-reversion (ortalamaya dönen) bir süreç izlemektedir. Literatürde; (1) Hiperenflasyonun

[32] Erwin Diewert, "The New Methodological Developments for The International Comparison Problem", **Review of Income and Wealth**, Vol. 56, No: 1, 2010, s. 12-31.
[33] Peijie Wang, **The Economics of Foreign Exchange and Global Finance**, Springer-Verlag, Berlin, 2005, s. 36.

görüldüğü 1920'lerin ortasındaki Almanya'nın (2) 1980'lerde Latin Amerika ülkelerinin (3) 1990'ların ortasından itibaren sistem değişikliği yaşayan Doğu Avrupa ve Rusya'nın, döviz kurlarındaki değişimlere bağlı olarak rekabet güçlerini kaybettiğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır. Bu nedenle Satın Alma Gücü Paritesinin çok uzun bir dönemde dengeye ulaşacağı söylenebilir. Ancak Reel Döviz Kuru için kısa ve uzun dönemde farklı denge noktaları oluşabilmektedir.[34]

Dalgalı kur rejiminde Nominal Döviz Kuru (s) endojen bir değişken iken, sabit döviz kuru rejiminde ulusal fiyat endeksi (p_h) değişkeni endojen olmaktadır. Ancak her iki durumda da Reel Döviz Kuru (RER) endojen bir değişken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Reel Döviz Kuru ülkedeki makroekonomik dengeye göre belirlenmektedir.

Ancak yapılan ampirik çalışmalarda bazı iktisatçılar gerçekleşen Reel Döviz Kuru değeri ile ortaya çıkan denge Reel Döviz Kuru kavramlarını ayrı bir biçimde ele almaktadır. Yine de literatürde var olan bu farklı tanımlamalara rağmen, Reel Döviz Kurlarının genel olarak bir denge noktasını ifade ettiğini belirtmek gerekmektedir.

Bu noktada dengeyi ifade eden Reel Döviz Kurunun değeri, iç ve dış dengeyle eş anlı ve tutarlı olacak bir şekilde oluşmaktadır. Reel Döviz Kuru sürdürülebilir bir değere sahipken, dışsal değişkenler ve politika değişkenleri ile uyumlu hale getirilmiştir. İç dengeyle ifade edilen, ticarete konu olmayan malların ve emeğin eş anlı dengede olduğu, yani kısa dönemli makroekonomik dengenin ortaya çıktığı durumdur. Diğer taraftan dış denge ise meydana gelebilecek olası cari hesap açığının sürekli bir sermaye akışıyla finanse edilebileceği denge noktasını ifade etmektedir.[35]

[34] Keith Cuthbertson ve Dirk Nitzsche, **Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange**, John Wiley and Sons, Second Edition, West Sussex, 2004, s. 554.
[35] Peter J. Montiel, **Macroeconomics in Emerging Markets**, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, s. 314-316.

Reel Döviz Kuru endojen bir değişken olarak tanımlandığı için şu biçimde de gösterilebilmektedir:

$$RER(t) = F[X_1(t), \mathbf{X_2(t),} X_3(t), B(t)] \quad (1.9)$$

X_1 önceden hesaplanan değişkenleri, X_2 şu anda uygulanan ve gelecekte beklenen politika değişkenleri, X_3 şu anda mevcut ve gelecekte beklenen ve beklenmeyen dışsal değişkenleri, B ekonomiye etkileyebilecek "baloncuk (bubble)" olarak ifade edilen diğer tüm değişkenleri ifade etmektedir. Böylece Gerçek Reel Döviz Kuru değeri; her an bir spekülatif "baloncuk" hareketinden, önceden hesaplanabilen dışsal ve/veya politika değişkenlerinden etkilenebilir durumdadır. Bu noktada Reel Döviz Kurunun "sürdürülebilir" olmadığı ve zaman içinde değişim eğiliminde olduğu söylenmektedir. Bundan hareketle farklı dönem uzunluklarına göre alternatif denge Reel Döviz Kuru değerleri ifade edilebilmektedir.[36]

Buna göre, tüm spekülatif faktörlerin geçici olduğu bir durum için kısa dönemli "denge" Reel Döviz Kuru şu şekilde tanımlanabilmektedir:

$$SRER(t) = F[X_1, X_2, X_3, 0] \quad (1.10)$$

Ancak kısa dönemli Reel Döviz Kurları, dışsal ve politika değişkenlerindeki değişkenlik gibi içsel durumlardan dolayı sürdürülebilir değildir. Bununla birlikte önceden hesaplanan değişkenlerdeki içsel bir değişim de kısa dönemli Reel Döviz Kurlarının sürdürülebilir olmasını engelleyebilmektedir. Bu noktada tüm değişkenlerin uzun dönemde "durağan durum (steady-state)" olarak ifade edilen uzun dönemli dengeye ulaşacağı varsayımı altında uzun dönemdeki Reel Döviz Kuru aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\begin{aligned} e^* = LRER &= F[X_1(X_2^*, X_3^*), X_2^*, X_3^*] \\ &= H(X_2^*, X_3^*) \end{aligned} \quad (1.11)$$

[36] Copeland, **a.g.e**., s. 62.

Denklemde e^* uzun dönemli Reel Döviz Kuru değerini ifade etmektedir ve bu değer politika ve dışsal değeri değişkenlerini dolaylı veya dolaysız bir biçimde X_1 aracılığı ile etkilemektedir.[37]

Bununla birlikte politika değişkeni X_2^*, sürdürebilir bir durumda olmakla beraber arzu edilen bir değerde bulunmayabilir. Buna göre, politika değişkeninin içsel hareketiyle birlikte X_2^* değişkeni de arzu edilen değere doğru yönelecektir. Bu değere optimal politika değişkeni değeri adı verilmektedir. Bu nokta X_2^{**} ile ifade edilirse, X_2^{**} değişkeni dışsal olarak belirlenen değişkenlerin değerine bağlı olarak ortaya çıkacaktır:

$$e^{**}=DRER= H[J(X_3^*), X_3^*] \qquad (1.12)$$

Buna göre, yukarıdaki şekilde tanımlanan "arzu edilen döviz kuru" değeri de elde edilmiş olacaktır.[38]

Döviz kurlarının tahmininde ise herhangi bir şekilde tanımlanmış Reel Döviz Kuru (SRER, LRER, DRER) değerlerinden sapma olarak ifade edilen ve gerçekleşen Reel Döviz Kuru ile denge değer arasındaki farkı gösteren alternatif kavramlar önem arz etmektedir. Buna göre, Zhang (2001)[39] Çin Döviz Piyasalarındaki farklı politika uygulamalarına göre Reel Döviz Kurlarında meydana gelen sapmaları açık bir şekilde ortaya koymuştur. Bu çalışma da temel alınarak;

(1) Kısa dönem sapması (misalignment) spekülatif faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sapma (RER-SRER) şeklinde tanımlanmaktadır.

(2) Uzun dönem sapması geçici politika şokları ve önceden belirlenen değişkenlerin SRER ile LRER farkına bağlı olarak dengeye gelmesine bağlıdır. Bu

[37] Montiel, **a.g.e**., s. 317-318.
[38] Peter J. Montiel ve Lawrence E. Hinkle, "Exchange Rate Misalignment: An Overview", **Exchange Rate Misalignment: Concepts and Measurement for Developing Countries**, Oxford University Press, New York, 1999, s. 7-11.
[39] Zhichao Zhang, "Real Exchange Rate Misalignment in China: An Empirical Investigation", **Journal of Comparative Economics**, Vol. 29, Issue 1, 2001, s. 80-94.

sapma, RER-LRER= (RER-SRER) + (SRER-LRER) şeklinde tanımlanmaktadır. Uzun dönemli Reel Döviz Kurlarını tanımlamada en sık kullanılan yaklaşım Satın Alma Gücü Paritesidir.

(3) Çok uzun dönemli sapma ise uygun olmayan politika değişkenlerinden hareketle SRER ve LRER arasındaki farka bağlıdır. Bu sapma, RER-DRER= (RER-SRER) + (SRER-LRER) + (LRER-DRER) şeklinde tanımlanmaktadır.[40]

Bu bağlamda literatürde "çok uzun" olarak adlandırılan dönem ise yapısal reformların yapılmaya başladığı dönemi ifade etmektedir.

1.1.1.3. Tek Fiyat Kanunu ve Satın Alma Gücü Paritesine İlişkin Ampirik Bulgular

Satın Alma Gücü Paritesinden ve Tek Fiyat Kanunundan meydana gelen sapmalar dalgalı döviz kuru rejimlerinin uygulandığı dönemler için oldukça geniş bir biçimde incelenmiştir. 1971 yılında Bretton Woods sisteminin çökmesinden sonra ülkelerin genel olarak dalgalı döviz kuru rejimlerine yönelmesi ve bunun neticesinde zaman serilerinin oluşmasıyla birlikte, bu konudaki ampirik çalışmalar bu gelişmeleri takip eden birkaç yıl içerisinde artmaya başlamıştır. Çalışmanın bu kısmında ilgili konuya ilişkin literatürün gelişiminden söz edilecektir. Ancak literatürde binler ile ifade edilebilecek kadar çok çalışma mevcut olduğundan, genel olarak bu alanda farklı yöntemleri ele alan ve önemli bakış açıları geliştirmiş olan çalışmalar incelenecektir. Bu kısımda;

(1) Tek Fiyat Kanunda meydana gelen sapmalar ve nedenleri

(2) Reel Döviz Kurlarında tekrar ortalamaya dönüş süreci (mean-reversion)

(3) Satın Alma Gücü Paritesini test eden Koentegrasyon ve Birim Kök sınamaları

(4) Satın Alma Gücü Paritesinde Panel veri uygulamaları

[40] Montiel, **a.g.e**., s. 318-319.

(5) Satın Alma Gücü Paritesi bulmacası (The PPP puzzle)

(6) Doğrusal olmayan (nonlinear) Reel Döviz Kurları üzerine yapılmış olan çalışmalar ele alınacaktır.

Bu konularla ilgili literatür güncel çalışmaları da içeren bir biçimde; Taylor ve Taylor (2004)[41], Sarno (2005)[42], Alba ve Pappell (2007)[43], Lothian ve Taylor (2008)[44], Qui vd. (2011)[45] ve Sarno ve Passari (2012)[46] tarafından oldukça geniş bir biçimde ele alınmıştır.

(1) Tek Fiyat Kanunda Meydana Gelen Sapmalar ve Nedenleri:

Tek Fiyat Kanunun geçerliliğine ilişkin çalışmalardan ilk olanı Isard (1977)[47] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada birçok ülkede bulunan çok sayıda ticarete konu olan malı temel alınarak Tek Fiyat Kanunundan kalıcı ve büyük bir sapmanın bulunduğuna dair güçlü bulgular elde edilmiştir. Peter Isard bu sapmanın nedeninin döviz kurlarının birbirleriyle olan yüksek korelasyonu olduğunu öne sürmüştür. Benzer bir sonuca Richardson (1978)[48] tarafından yapılan çalışmada da ulaşılmıştır.

Tek Fiyat Kanunun geçerliliğine ilişkin yapılmış olan çalışmalardan olan Knetter (1989)[49] ve Knetter (1993)[50] tam sayıdan sonra yedi dijite kadar tanımlanmış

[41] Alan M. Taylor ve Mark P. Taylor, "The Purchasing Power Parity Debate", **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 18, No: 4, 2004, s. 135-158.
[42] Lucio Sarno, "Viewpoint: Towards A Solution to The Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", **Canadian Journal of Economics,** Vol. 38, Issue 3, 2005, s. 673-708.
[43] Joseph D. Alba ve David H. Papell, "Purchasing Power Parity and Country Characteristics: Evidence from Panel Data Tests", **Journal of Development Economics**, Vol. 83, Issue 1, 2007, s. 240-251.
[44] James R. Lothian ve Mark P. Taylor, "Real Exchange Rates over The Past Two Centuries: How Important is The Harrod-Balassa-Samuelson Effect?", **Economic Journal**, Vol. 118, Issue 532, 2008, s. 1742-1763.
[45] Mei Qui, John F. Pinfold ve Lawrence C. Rose, "Predicting Foreign Exchange Movements Using Historic Deviations from PPP", **International Review of Economics and Finance,** Vol. 20, Issue 4, 2011, s. 485-497.
[46] Lucio Sarno ve Evgenia Passari, "Purchasing Power Parity in Tradable Goods", **Handbook of Exchange Rates**, John Wiley, Londra, 2012, s. 203-238.
[47] Peter Isard, "How Far Can We Push the "Law of One Price"?", **American Economic Review**, Vol. 67, Issue 5, 1977, s. 942-948.
[48] David J. Richardson, "Some Empirical Evidence on Commodity Arbitrage and the Law of One Price", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 2, 1978, s. 341-351.
[49] Michael M. Knetter, "Price Discrimination by U.S. and German Exporters", **American Economic Review**, Vol. 79, Issue 1, 1989, s. 198-210.

döviz kurlarını temel alması bakımından önem taşımaktadır. Parsley ve Wei (1996)[51] ile Engel ve Rogers (1996)[52], Tek Fiyat Kanunundan sapmaları "sınır etkisi" adını verdikleri etkiyle açıklamışlardır. Sınır etkisi yaklaşımına göre, birbirine komşu olan iki ayrı ülkedeki iki yakın şehirde bulunan, aynı kalitedeki homojen bir mal; ülkelerin kendi içindeki daha uzak şehirlere göre daha yüksek bir fiyat farkına göre satılmaktadır. Bu fark sadece siyasi sınır bulunmasından ibarettir ve sınırların kalkmasını sağlayacak bir serbest ticaret bu farkı ortadan kaldıracaktır. Literatürde taşıma ve işlem maliyetleri, gümrük tarifeleri ve tarife dışı engellerin varlığı gibi nedenleri, Tek Fiyat Kanunundaki sapmaların önemli bir nedeni olarak gören birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları; Knetter (1994)[53], Rogoff (1996)[54], Feenstra ve Kendall (1997)[55], Engel ve Rogers (2001)[56] ve Hellerstein (2008)[57] tarafından yapılmıştır.

Uluslararası piyasalarda işlem maliyetlerine bağlı olarak arbitraj olanağının var olması da Tek Fiyat Kanunu gibi doğrusal modellerden sapmalar meydana getireceği görüşü literatürde geniş bir biçimde incelenmiştir. Bu görüşe ait çalışmalardan bazıları; Williams ve Wright (1991)[58], Dumas (1992)[59] ve O'Connell

---

[50] Michael M. Knetter, "International Comparisons of Price-to-Market Behavior", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 3, 1993, s. 473-486.
[51] David C. Parsley ve Shang-Jin Wei, "Convergence to The Law of One Price Without Trade Barriers or Currency Fluctuations", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 111, Issue 4, 1996, s. 1211-1236.
[52] Charles Engel ve John H. Rogers, "How Wide Is the Border?", **American Economic Review**, Vol. 86, Issue 5, 1996, s. 1112-1125.
[53] Michael M. Knetter, "Did the Strong Dollar Increase Competition in U.S. Product Markets?", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 76, Issue 1, 1994, s. 192-195.
[54] Kenneth S. Rogoff, "The Purchasing Power Parity Puzzle", **Journal of Economic Literature**, Vol. 34, Issue 2, 1996, s. 647-668.
[55] Robert C. Feenstra ve Jon D. Kendall, "Pass-through of Exchange Rates and Purchasing Power Parity", **Journal of International Economics**, Vol. 43, Issue 1-2, 1997, s. 237-261.
[56] Charles Engel ve John H. Rogers, "Deviations from Purchasing Power Parity: Causes and Welfare Costs", **Journal of International Economics**, Vol. 55, Issue 1, 2001, s. 29-57.
[57] Rebecca Hellerstein, "Who Bears the Cost of A Change in the Exchange Rate? Pass-through Accounting for the Case of Beer", **Journal of International Economics**, Vol. 76, Issue 1, 2008, s. 14-32.
[58] Jeffrey C. Williams ve Brain D. Wright, **Storage and Commodity Markets**, Cambridge University Press, Cambridge, 1991, s. 23-28.
[59] Bernard Dumas, "Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rate in A Spatially Separated World", **Review of Financial Studies**, Vol. 5, Issue 2, 1992, s. 153-180.

(1998)[60] tarafından yapılmıştır. Dixit (1989)[61], Krugman (1989)[62], O'Connell ve Wei (2002)[63] ise piyasalarda arbitraj olanağı kovalamanın döviz kurlarında Threshold (basamak) adı verilen bir etkiye yol açtığını ve bu etkinin de "sapmalar" meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Bu noktada Tong (1990)[64] tarafından Threshold Autoregressive (TAR) modeli tanımlanmış ve bu modelin doğasında bulunan doğrusal olmayan (nonlinear) süreç Obstfeld ve Taylor (1997)[65] ile Sarno vd. (2004)[66] tarafından yapılan çalışmalarda incelenerek bu konuya dikkat çekilmiştir.

Tek Fiyat Kanununda meydana gelen sapmaları açıklamaya çalışan bir diğer yaklaşım Krugman (1987)[67] ve Dornbusch (1987)[68] tarafından ortaya atılmış olan Piyasa Fiyatlaması (Pricing to Market) yaklaşımıdır. Bu yaklaşıma göre, tam rekabetin ve/veya ticaretin var olmadığı bir ülke ya da oligopolistik bir firma tarafından arz edilen bir mal söz konusu olduğunda ilgili malın fiyatı farklı noktalarda oluşabilmektedir. Bu yaklaşımı ampirik olarak test eden Knetter (1989)[69] ve Knetter (1993)[70], Piyasa Fiyatlaması yaklaşımının Japonya ve Almanya'daki firmalar için ABD' indeki firmalara göre daha önemli olduğunu belirtmiştir. Kasa (1992)[71] ile Ghosh ve Wolf (1994)[72] ise, Piyasa Fiyatlaması yaklaşımını ölçen

---

[60] Paul G. O'Connell, "The Overvaluation of Purchasing Power Parity", **Journal of International Economics**, Vol. 44, Issue 1, 1998, s. 1-19.
[61] Avinash K. Dixit, "Hysteresis, Import Penetration and Exchange Rate Pass-Through", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 104, Issue 2, 1989, s. 205-228.
[62] Paul R. Krugman, **Exchange Rate Instability**, The MIT Press, Cambridge, 1989, s. 36-44.
[63] Paul G. O'Connell ve Shan-Jin Wei, "The Bigger They Are, The Harder They Fall: Retail Prices Differences across US Cities", **Journal of International Economics**, Vol. 56, Issue 1, 2002, s. 21-53.
[64] Howell Tong, **Nonlinear Time Series: A Dynamical System Approach**, Oxford University Press, Oxford, 1990, s. 98-108.
[65] Maurice Obstfeld ve Alan M. Taylor, "Nonlinear Aspects of Goods-Market Arbitrage and Adjustment: Heckscher's Commodity Points Revisited", **Journal of the Japanese and International Economies**, Vol. 11, Issue 4, 1997, s. 441-479.
[66] Lucio Sarno, Mark P. Taylor ve Ibrahim Chowdhury, "Nonlinear Dynamics in Deviations from The Law of One Price: A Broad-based Empirical Study", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 23, Issue 1, 2004, s. 1-25.
[67] Paul R. Krugman, "Pricing to Market When the Exchange Rate Changes", **Real–financial Linkages Among Open Economies**, The MIT Press, Cambirdge, 1987, s. 49-70.
[68] Rudiger Dornbusch, "Purchasing Power Parity", **The New Palgrave: A Dictionary of Economics**, Macmillan, Londra, 1987, s. 1075-1085.
[69] Michael M. Knetter, "Price Discrimination by U.S. and German Exporters", **American Economic Review**, Vol. 79, Issue 1, 1989, s. 198-210.
[70] Michael M. Knetter, "International Comparisons of Price-to-Market Behavior", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 3, 1993, s. 473-486.
[71] Kenneth Kasa, "Adjustment Costs and Pricing-to-Market: Theory and Evidence", **Journal of International Economics,** Vol. 32, Issue 1-2, 1992, s. 1-30.

standart yaklaşımların yanlış olduğunu ve Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olmamasının temelinde yatan nedenin "Menü Maliyetlerini" dikkate alan fiyatlama davranışları olduğunu belirtmişlerdir. Bu kapsamda oluşan literatür Atkeson ve Burstein (2008)[73] tarafından ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Satın Alma Gücü Paritesinden sapmalarının nedenini açıklamaya çalışan bir diğer yaklaşım, 20. yy'da kurulmuş olan uluslararası kurumların yaratmış olduğu faktörlerin etkili olduğunu ileri sürmektedir. Bu yaklaşımı inceleyen çalışmalardan olan Rogoff vd. (2001)[74], 14. yy.–20. yy. arasındaki İngiltere ve Hollanda döviz kuru verilerinden hareketle, birçok rejim değişimine rağmen döviz kurlarındaki volatilitenin oldukça durağan olduğunu ortaya koymuştur. Rogoff, Froot ve Kim bu durumun ilgili dönemde Tek Fiyat Kanununun geçerli olabileceğine ilişkin güçlü bir ampirik bulgu olduğunu ileri sürmüştür.

(2) Reel Döviz Kurlarında Tekrar Ortalamaya Dönüş Süreci (Mean-reversion) ve Birim Kök:

Bu konuyla ilgili literatürün oluşmaya başladığı ilk zamanlarda Satın Alma Gücü Paritesi kavramının uzun dönemde geçerli olabileceğini belirten teorik altyapıya rağmen, araştırmacıların kısa ve uzun dönem ayrımına gitmedikleri söylenebilir. Bu dönemde bulunan sonuçlar genel olarak Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu hipotezini reddetmektedir. Frenkel (1978)[75] uzun dönem tanımı yaparak Satın Alma Gücü Paritesinin uzun dönemli döviz kuru modellemede "benchmark (gösterge) model" olabileceğini söylemiştir. Ancak bu çalışma hata terimlerinin durağanlığını dikkate almadığı için eleştirilmiştir. Bunun üzerine

---

[72] Atish R. Ghosh ve Holger C. Wolf, "Pricing in International Markets: Lessons from The Economist", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 4806, 1994.
[73] Andrew Atkeson ve Ariel Burstein, "Pricing-to-Market, Trade Costs, and International Relative Prices", **American Economic Review**, Vol. 98, No: 5, 2008, s. 1998-2031.
[74] Kenneth S. Rogoff, Kenneth A. Froot ve Michael Kim, "The Law of One Price over 700 Years", **International Monetary Fund Working Paper**, No: 174, 2001.
[75] Jacob A. Frenkel, "Purchasing Power Parity: Doctrinal Perspective and Evidence from the 1920s", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 2, 1978, s. 169-191.

Krugman (1978)[76] ve Frenkel (1981)[77] tarafından yapılan çalışmalarda Araç Değişkenleri (Instrumental Variables) temel alan yeni modeller kurulmuş, ancak Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu hipotezi yine reddedilmiştir.

Bu noktadan sonra literatürde Satın Alma Gücü Paritesinin testinde "ikinci aşama" olarak bilinen Reel Döviz Kurlarının durağanlığını test eden yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalardan en önemli olanları; Roll (1979)[78], Adler ve Lehmann (1983)[79], Hakkio (1984)[80], Frankel (1986)[81], Meese ve Rogoff (1988)[82] tarafından yapılmıştır. 1980'lerin ortalarından günümüze kadar Reel Döviz Kurlarının duranlığını test etmede genellikle Fuller (1976)[83], Dickey ve Fuller (1979)[84], Dickey ve Fuller (1981)[85] tarafından ortaya konulmuş olan Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi kullanılmıştır. Phillips (1986)[86] ile Phillips ve Perron (1988)[87] tarafından tanımlanan PP Birim Kök Testi de Normal dağılım özelliği göstermeyen dağılımları içermesi bakımından önemlidir. Cochrane (1988)[88] ise

[76] Paul R. Krugman, "Purchasing Power Parity and Exchange Rates: Another Look at the Evidence", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 3, 1978, s. 397-407.
[77] Jacob A. Frenkel, "Flexible Exchange Rates, Prices, and the Role of "News"": Lessons from the 1970s", **Journal of Political Economy**, Vol. 89, Issue 4, 1981, s. 665-705.
[78] Richard Roll, "Violations of Purchasing Power Parity and their Implications for Efficient International Commodity Markets", **International Finance and Trade**, Vol. 1, Ballinger, Cambridge, 1979, s. 133-176.
[79] Michael Adler ve Bruce Lehmann, "Deviations from Purchasing Power Parity in the Long Run", **Journal of Finance**, Vol. 38, Issue 5, 1983, s. 1471-1487.
[80] Craig S. Hakkio, "A Re-examination of Purchasing Power Parity: A Multi-country and Multi-period Study", **Journal of International Economics**, Vol. 17, Issue 3-4, 1984, s. 265-277.
[81] Jeffrey A. Frankel, "International Capital Mobility and Crowding Out in the US Economy: Imperfect Integration of Financial Markets or Goods Markets?", **How Open is the US Economy?**, Lexington Books, Lexington, 1986, s. 33-67.
[82] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Was It Real? The Exchange Rate-Interest Differential Relation over the Modern Floating-rate Period", **Journal of Finance**, Vol. 43, Issue 4, 1988, s. 933-948.
[83] Wayne A. Fuller, **Introduction to Statistical Time Series**, John Wiley and Sons, New York, 1976, s. 629-638.
[84] David Dickey ve Wayne A. Fuller, "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with A Unit Root", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 74, Issue 366, 1979, s. 427-431.
[85] David Dickey ve Wayne A. Fuller, "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with A Unit Root", **Econometrica**, Vol. 49, Issue 4, 1981, s. 1057-1072.
[86] Peter C.B. Phillips, "Understanding Spurious Regressions in Econometrics", **Journal of Econometrics**, Vol. 33, Issue 3, 1986, s. 311-340.
[87] Peter C.B. Phillips ve Pierre Perron, "Testing for A Unit Root in Time Series Regression", **Biometrika**, Vol. 75, Issue 2, 1988, s. 335-346.
[88] John H. Cochrane, "How Big Is the Random Walk in GNP?", **Journal of Political Economy**, Vol. 96, Issue 5, 1988, s. 893-920.

parametrik olmayan bir yöntem olan Varyans Oranı testi ile Reel Döviz Kurlarının duranlığını test etmiştir. Kwiatkowski vd. (1992)[89] tarafından yapılan çalışma rassal yürüyüşün sıfır varyans ile gerçekleşeceği hipotezini Lagrange Çarpanı (LM) testi ile sınaması bakımından önem arz etmektedir. Roll (1979)[90], Adler ve Lehmann (1983)[91] tarafından yapılan çalışmalarında Etkin Piyasalar Satın Alma Gücü Paritesi (EMPPP) kavramı kullanmış ve piyasaların etkin olduğu durumda Satın Alma Gücün Paritesinden sapmaların rassal yürüyüş (daha kesin olarak martingale) süreci izleyeceği belirtilmiştir.

Literatürde kullanılan bir diğer teknik ise geleneksel birim kök testlerinden farklı bir mantıkta geliştirilmiş olan "Fraksiyonel Entegrasyon" yaklaşımıdır. Bu yaklaşım serinin durağan olması durumunda 0, birim kök süreci olması durumunda 1 değerini alan ve serinin entegrasyon derecesini gösteren d parametresinin, 0 ile 1 arasında herhangi bir değer almasına imkân vermektedir. Bu yaklaşımın Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) süreçlerine göre daha iyi sonuçlar verebileceği Cheung ve Lai (1993)[92] tarafından gösterilmiştir.

Tüm bu bahsedilen teknikleri kullanarak sıfır hipotezde ortalamaya dönüş (mean-reversion) sürecini ve alternatif hipotezde rassal yürüyüş (random walk) sürecini tanımlayarak Satın Alma Gücü Paritesini test eden çalışmalarda sanayileşmiş ülkelerin döviz kurlarında rassal yürüyüş hipotezinin reddedilemediği, dolayısıyla Satın Alma Gücü Paritesindeki sapmaların sürekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.[93] Bu sonuçlardan farklı olarak Meese ve Rogoff (1988)[94] tarafından

[89] Denis Kwiatkowski, Peter C.B. Phillips, Peter Schmidt ve Yongcheol Shin, "Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of A Unit Root", **Journal of Econometrics**, Vol. 54, Issue 1-3, 1992, s. 159-178.

[90] Richard Roll, "Violations of Purchasing Power Parity and their Implications for Efficient International Commodity Markets", **International Finance and Trade**, Vol. 1, Ballinger, Cambridge, 1979, s. 133-176.

[91] Michael Adler ve Bruce Lehmann "Deviations from Purchasing Power Parity in the Long Run", **Journal of Finance**, Vol. 38, Issue 5, 1983, s. 1471-1487.

[92] Yin-Wong Cheung ve Kon S. Lai, "A Fractional Cointegration Analysis of Purchasing Power Parity", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 11, Issue 1, 1993, s. 103-112.

[93] Lucio Sarno, "Viewpoint: Towards A Solution to The Puzzles In Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", **Canadian Journal of Economics**, Vol. 38, Issue 3, 2005, s. 673-708; Lucio Sarno ve Giorgio Valente, "Deviations from Purchasing Power Parity under Different Exchange Rate

yapılan çalışmanın Phillips ve Perron (1988)[95] birim kök testini kullanarak, Reel Döviz Kurlarının durağan olduğu sonucunu elde etmesi bakımından önem arz ettiği söylenebilir.

(3) Satın Alma Gücü Paritesini Test Eden Koentegrasyon Çalışmaları:

İlk olarak Engle ve Granger (1987)[96] tarafından geliştirilmiş olan Koentegrasyon analizi (doğası gereği uzun dönem ilişkileri temel alması bakımından) Satın Alma Gücü Paritesinin test edilmesine oldukça uygundur. Koentegrasyon analizi iki durağan olmayan serinin, aynı derecede entegre olduğu takdirde (örneğin iki serinin de I(1) olduğu durumda), uzun dönemdeki doğrusal kombinasyonlarının durağan olabileceği temeline dayanmaktadır. Ancak bu yöntem sadece iki değişkenli analize imkân vermektedir. Stock ve Watson (1988)[97], bu tekniğin değişkenler arasında ortak bir stokastik trendin var olması durumunda yanlış sonuçlar ortaya çıkarabileceğini ve benzer nedenler ile yalancı (spurious) regresyonun var olması durumunda bir sınır (bound) yaklaşımın mevcut olamayacağını belirtmiştir. Bunun üzerine Johansen (1988)[98] ve Johansen (1991)[99]; birden fazla seri için koentegrasyon vektörlerini tanımlamış ve bu denklemler için doğrusal sınırlamaları ortaya koymuştur. Phillips ve Hansen (1990)[100] ise Nominal Döviz kurlarındaki göreceli fiyatlardan hareketle Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) modeli ile standart hatalara düzeltme uygulanabilmesini sağlamış ve sapmalı tahmin sorununa çözüm getirmiştir.

Regimes: Do They Revert and, If So, How?", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 30, Issue 11, 2006, s. 3147-3169.

[94] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Was It Real? The Exchange Rate-Interest Differential Relation over the Modern Floating-rate Period", **Journal of Finance**, Vol. 43, Issue 4, 1988, s. 933-948.

[95] Peter C.B. Phillips ve Philips Perron, "Testing for A Unit Root in Time Series Regressions", **Biometrika**, Vol. 75, Issue 2, 1988, s. 335-346.

[96] Robert F. Engle ve Clive W.J. Granger, "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", **Econometrica**, Vol. 55, Issue 2, 1987, s. 251-276.

[97] James H. Stock ve Mark W. Watson, "Testing for Common Trends", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 83, No: 404, 1988, s. 1097-1107.

[98] Soren Johansen, "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 12, Issue 2-3, 1988, s. 231-254.

[99] Soren Johansen, "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", **Econometrica**, Vol. 59, Issue 6, 1991, s. 1551-1580.

[100] Peter C.B. Phillips ve Bruce E. Hansen, "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes", **Review of Economic Studies**, Vol. 57, Issue 1, 1990, s. 99-125.

Ortaya konan bu yöntemler belli zaman aralıkları için Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olabileceğine dair sonuçlar verse de Satın Alma Gücü Paritesinin teorik alt yapısını oluşturan parametrelerin anlamlılığı genellikle reddedilmiştir. Ayrıca Satın Alma Gücü Paritesinin hesaplanmasında Tüketici Fiyat Endeksi (CPI) ve Gayrisafi Yurt içi Hasıla (GDP) Deflatörü kullanılması yerine Toptan Eşya Fiyatları Endeksi (WPI) kullanılmasının, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerliliğine dair daha güçlü ampirik bulgular ortaya koyduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca ulaşılmasının nedenleri arasında "Toptan Eşya Fiyatları Endeksinde ticarete konu olmayan malların ağırlığının göreceli olarak daha az olması" olduğu düşünülse de bu hususa ilişkin tartışmalar daha önce de belirtildiği üzere John Maynard Keynes'e kadar gitmektedir.[101]

Literatürdeki çalışmalara göre, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerliliği hipotezinin reddedilmesinin temel nedeni kullanılan birim kök testlerinin "zayıf" olmasıdır. Frankel (1990)[102], Froot ve Rogoff (1995)[103], Lothian ve Taylor (1997)'ye[104] göre; 1980'lerin ortasından itibaren oldukça durağan bir seyir izleyen Reel Döviz Kurları gözlemlenmesine rağmen, birim kök testlerinin zayıflığı nedeniyle Reel Döviz Kurlarının ortalama dönüş süreci yavaş bir biçimde olmaktadır. Dolayısıyla ampirik çalışmalarda Reel Döviz Kurlarının ortalama dönüş süreci izlemediği hipotezi kabul edilmektedir. Bu konuyu Koentegrasyon analizini de içeren bir biçimde inceleyen son yıllardaki en önemli çalışma Sarno ve Valente (2006)[105] tarafından yapılmıştır.

(4) Satın Alma Gücü Paritesinde Panel Veri Uygulamaları:

[101] Ronald I. McKinnon, **Monetary Theory and Controlled Flexibility in the Foreign Exchanges**, International Finance Section of Princeton University, New Jersey, 1971, s. 16.
[102] Jeffrey A. Frankel, "Zen and the Art of Modern Macroeconomics: A Commentary", **Monetary Policy for A Volatile Global Economy**, American Enterprise Institute, Washington, 1990, s. 117-123.
[103] Kenneth A. Froot ve Kenneth S. Rogoff, "Perspectives on PPP and Long-run Real Exchange Rates", **Handbook of International Economics**, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, s. 1647-1688.
[104] James R. Lothian ve Mark P. Taylor, "Real Exchange Rate Behavior: The Problem of Power and Sample Size", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 16, Issue 6, 1997, s. 945-954.
[105] Lucio Sarno ve Giorgio Valente, "Deviations from Purchasing Power Parity under Different Exchange Rate Regimes: Do They Revert and, If So, How?", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 30, Issue 11, 2006, s. 3147-3169.

Birim kök testlerinin Satın Alma Gücü Paritesinde güçlü sonuçlar vermediğinin ortaya çıkması ile birlikte yukarıda belirtilen literatürden tamamen farklı olarak, birçok döviz kurunu bir arada test edilebilme imkânı veren Panel veri yaklaşımlarının geliştirilmesi süreci başlamıştır. Panel veri çalışmalarına ilişkin ilk deneme Hakkio (1984)[106] tarafından Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GLS) yöntemi kullanarak yapılmış ve temel alınan dört döviz kurunun rassal yürüyüş modelini takip ettiği sonucuna varılmıştır. Abuaf ve Jorion (1990)[107] ise çok değişkenli yaklaşım ile Zellner (1962)'nin[108] Görünüşte İlişkisiz Regresyon (SUR) yöntemini kullanmıştır. Bu çalışma literatürde Panel Birim Kök Testlerini kullanan çalışmaların önünü açması bakımından oldukça önem arz etmektedir. Bu yaklaşımlara ait literatür Flood ve Taylor (1996)[109], Taylor ve Sarno (1998)[110], Sarno ve Taylor (1998)[111] tarafından geniş bir biçimde açıklanmış ve bu çalışmalarda Satın Alma Gücü Paritesinin geçerliliğine ilişkin ampirik bulgular elde edilmiştir. Bu noktadan sonra literatürde Birinci Nesil Panel Birim Kök Testleri olarak bilinen homojen-heterojen birim kökleri, cross-section bağımsızlığı-bağımlığına göre alt gruplara göre ayıran testler geliştirilmiş ve bu testler ampirik uygulamalara tabi tutulmuştur. Bu testlerin en önemli olanları; Maddala ve Wu (1999)[112], Breitung (2000)[113], Hadri (2000)[114], Choi (2001)[115], Levin vd. (2002)[116], Im vd. (2003)[117]

[106] Craig S. Hakkio, "A Re-examination of Purchasing Power Parity: A Multi-country and Multi-period Study", **Journal of International Economics**, Vol. 17, Issue 3-4, 1984, s. 265-277.
[107] Nisso Abuaf ve Philippe Jorion, "Purchasing Power Parity in the Long Run", **Journal of Finance**, Vol. 45, Issue 1, 1990, s. 157-174.
[108] Arnold Zellner, "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 57, Issue 298, 1962, s. 348-368.
[109] Robert P. Flood ve Mark P. Taylor, "Exchange Rate Economics: What's Wrong with the Conventional Macro Approach?" **The Microstructure of Foreign Exchange Markets**, University of Chicago Press, Chicago, 1996, s. 261-294.
[110] Mark P. Taylor ve Lucio Sarno, "The Behavior of Real Exchange Rates during the Post-Bretton Woods Period", **Journal of International Economics**, Vol. 46, Issue 2, 1998, s. 281-312.
[111] Lucio Sarno ve Mark P. Taylor, "Real Exchange Rates under the Recent Float: Unequivocal Evidence of Mean Reversion", **Economics Letters**, Vol. 60, Issue 2, 1998, s. 131-137.
[112] Gangadharrao S. Maddala ve Shaowen Wu, "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 61, Special Issue, 1999, s. 631-652.
[113] Jörg Breitung, "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data", **Advances In Econometrics: Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels**, Vol. 15, JAI Press, Amsterdam, 2000, s. 161-178.
[114] Kaddour Hadri, "Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data", **Econometric Journal**, Vol. 3, Issue 2, 2000, s. 148-161.

tarafından ortaya konmuştur. Bu yaklaşımların gelişmekte olan piyasalara uygulamaları ise Carreto ve Sarantis (2007)[118] tarafından yapılmıştır. Bu konuya ait literatürün ve geliştirilen test tekniklerinin, henüz "yeni" sayılabilecek bir durumda olduğu söylenebilir.

(5) Satın Alma Gücü Paritesi Bulmacası (The PPP Puzzle):

Yukarıda belirtilen Panel veri çalışmaları, uzun dönemi ve birden fazla döviz kurunu temel alarak Satın Alma Gücü Paritesinin geçerliliğine ilişkin hipotezin kabul edilmemesi problemini daha güçlü testler kullanarak çözmüştür. Ancak bu gelişmelerin hemen ardından Rogoff (1996)[119] tarafından "İkinci Nesil Satın Alma Gücü Paritesi Bulmacası (The PPP Puzzle)" olarak bilinen hipotez ortaya atılmıştır. Bu hipotezde Panel veri çalışmalarının Reel Döviz Kurlarında ortalamaya dönüş hipotezini anlamlı olarak kabul etmesine rağmen, ilk üç ile beş yıl arasında Satın Alma Gücü Paritesinde sapmalar olduğu konusunda fikir birliğinde olduklarını öne sürülmüştür. Kenneth S. Rogoff, bu sapmanın Reel Döviz Kurlarındaki kısa dönemli volatilite hareketlerinin hesaba katılmamasından kaynaklandığını belirtmiştir. Buna göre, kısa dönemli volatilite hareketleri teknoloji değişimi gibi reel değişkenlerden veya para politikası değişimi gibi nominal değişkenlerden hareketle ortaya çıkabilmektedir. Lothian ve Taylor (2000)[120], HBS etkisini gösteren doğrusal olmayan bir trend değişkeni tanımlayarak bu sapmanın iki-iki buçuk yıl ile sınırlı kalabileceğini göstermiştir. Bu çalışmadan günümüze kadar olan çalışmalarda genel olarak Satın Alma Gücü Paritesindeki sapmaların arka planında "doğrusal olmayan

---

[115] In Choi, "Unit Root Tests for Panel Data", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 20, Issue 2, 2001, s. 249-272.
[116] Andrew Levin, Chien-Fu Lin ve Chia-Shang J. Chu ,"Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties", **Journal of Econometrics**, Vol. 108, Issue 1, 2002, s. 1-24.
[117] Kyung So Im, M. Hashem Pesaran ve Yongcheol Shin,"Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", **Journal of Econometrics**, Vol. 115, Issue 1, 2003, s. 53-74.
[118] Mario Cerrato ve Nicholas Sarantis, "Does Purchasing Power Parity Hold in Emerging Markets? Evidence from A Panel of Black Market Exchange Rates", **International Journal of Finance and Economics**, Vol. 12, Issue 4, 2007, s. 427-444.
[119] Kenneth S. Rogoff, "The Purchasing Power Parity Puzzle", **Journal of Economic Literature**, Vol. 34, Issue 2, 1996, s. 647-668.
[120] James R. Lothian ve Mark P. Taylor, "Purchasing Power Parity over Two Centuries: Strengthening the Case for Real Exchange Rate Stability", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 19, Issue 5, 2000, s. 759-764.

dinamiklerin var olabileceği görüşü" test edilmektedir. Imbs vd. (2005)[121], Panel Birim Kök testlerinde heterojen dinamikleri hesaba katarak Satın Alma Gücü Paritesinden sapmaların ortalamaya geri dönüş süresini (half-life) on bir aya kadar indirmiştir. Paya ve Peel (2006)[122] ise ortalamaya dönüş sürecinin önceki çalışmalarda belirtilmiş olan "beklenen süreden" çok daha hızlı gerçekleşebileceğini öne sürmüştür.

(6) Doğrusal Olmayan (Nonlinear) Reel Döviz Kurları Üzerine Yapılan Çalışmalar:

Yukarıda belirtilen çalışmalarda Satın Alma Gücü Paritesindeki sapmaların hangi stokastik süreç ile açıklanabileceği görüşüne ek olarak doğrusal olmayan dinamikleri de inceleyen bir literatür de mevcuttur. Bu literatüre ait ilk çalışmalar Brock vd. (1991)[123] ile Drunat vd. (1997)[124] tarafından özetlenmiştir. Kaotik süreçleri de ele alan bu çalışmalardan farklı olarak, Dumas (1994)[125] ile Obsfeld ve Taylor (1997)[126] çalışmalarında, Tong (1990)[127] tarafından ortaya konan Threshold Autoregressive (TAR) modelini kullanmıştır. Michael vd. (1997)[128] ile Taylor vd. (2001)[129] ise, Granger ve Terasvirta (1993)[130] tarafından ortaya konan Smooth

[121] Jean Imbs, Haroon Mumtaz, Morten Ravn ve Helene Rey, "PPP Strikes Back: Aggregation and the Real Exchange Rate", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 1, 2005, s. 1-43.
[122] Ivan Paya ve David A. Peel, "Temporal Aggregation of An ESTAR Process: Some Implications for Purchasing Power Parity Adjustment", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 21, Issue 5, 2006, s. 655-668.
[123] William A. Brock, David A. Hsieh ve Blake LeBaron, **Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability**, The MIT Press, Cambridge, 1991, s. 130-168.
[124] Jerome Drunat, Gilles Dufrenot, Christian Dunis ve Laurent Mathieu, "Stochastic or Chaotic Dynamics in High Frequency Exchange Rates?", **Forecasting Financial Markets: Exchange Rates, Interest Rates and Asset Management**, John Wiley and Sons, West Sussex, 1997, s. 33-49.
[125] Bernard Dumas, "Partial Equilibrium versus General Equilibrium Models of the International Capital Market", **The Handbook of International Macroeconomics**, Blackwell Publishing, Cambridge, 1994, s. 506-534.
[126] Maurice Obstfeld ve Alan M. Taylor, "Nonlinear Aspects of Goods-market Arbitrage and Adjustment: Heckscher's Commodity Points Revisited", **Journal of the Japanese and International Economies**, Vol. 11, Issue 4, 1997, s. 441-479.
[127] Tong, **a.g.e.**, s. 98-108.
[128] Panos Michael, Robert A. Nobay ve David A. Peel, "Transaction Cost and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates: An Empirical Investigation", **Journal of Political Economy**, Vol. 105, Issue 4, 1997, s. 862-879.
[129] Mark P. Taylor, David A. Peel ve Lucio Sarno, "Nonlinear Mean Reversion in Real Exchange Rates: Towards A Solution to The Purchasing Power Parity Puzzles", **International Economic Review**, Vol. 42, Issue 4, 2001, s. 1015-1042.

Transition Autoregressive (STAR) modelini kullanmıştır. Kilian ve Taylor (2003)[131] ise, Üstel Smooth Transition Autoregressive (ESTAR) modelini temel alarak taşıma ve işlem maliyetleri, gümrük tarifeleri ve tarife dışı engeller gibi "nonlinearity" yaratabilecek değişkenleri modellerine ilave etmişlerdir. Bu çalışmalar genel olarak doğrusal olmayan dinamikler hesaba katıldığında ortalamaya dönüş sürecinin daha hızlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kapetanios vd. (2003)[132] ise Panel Birim Kök Testleri ile doğrusal olmayan modelleri bir arada kullanarak yeni bir test tekniği geliştirmiştir. Norman (2010)[133] ve Kim ve Moh (2010)[134] ise mevcut doğrusal olmayan modellerin (İkinci Nesil) Satın Alma Gücü Paritesi Bulmacasını çözdüğünü öne sürmüşlerdir.

1.1.1.4. Uzun Dönemdeki Sapmaların Modellenmesi

Uzun dönemde Satın Alma Gücü Paritesi yaklaşımından sapmalar daha önce de belirtildiği üzere, Harrod (1933)[135], Balassa (1964)[136] ve Samuelson (1964)[137] tarafından ortaya konan model temelinde açıklanmaktadır. Bazı çalışmalarda Balassa-Samuelson etkisi olarak ifade edilen bu modele ait sonuç; Kravis ve Lipsey (1988)[138] tarafından Harrod-Balassa-Samuelson (HBS) etkisi, Samuelson (1994)[139] tarafından Ricardo-Viner-Harrod-Balassa-Samuelson-Penn-Bhagwati etkisi olarak

---

[130] Clieve W.J. Granger ve Timo Terasvirta, **Modelling Nonlinear Economic Relationships**, Oxford University Press, Oxford, 1993, s. 103-124.
[131] Lutz Kilian ve Mark P. Taylor, "Why Is It So Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates?", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 85-107.
[132] George Kapetanios, Yongcheol Shin ve Andy Snell, "Testing for A Unit Root in The Nonlinear STAR Framework", **Journal of Econometrics**, Vol. 112, Issue 2, 2003, s. 359-379.
[133] Stephen Norman, "How Well Does Nonlinear Mean Reversion Solve The PPP Puzzle?" **Journal of International Money and Finance**, Vol. 29, Issue 5, 2010, s. 919-937.
[134] Hyeongwoo Kim ve Young-Kyu Moh, "A Century of Purchasing Power Parity Confirmed: The Role of Nonlinearity", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 29, Issue 7, 2010, s. 1398-1405.
[135] Roy Harrod, **International Economics**, James Nisbet, Londra, 1933.
[136] Bela Balassa, "The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal", **Journal of Political Economy**, Vol. 72, 1964, s. 584-596.
[137] Paul A. Samuelson, "Theoretical Notes on Trade Problems", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 46, Issue 2, 1964, s. 145-154.
[138] Irwing B. Kravis ve Robert E. Lipsey, "National Price Levels and Price of Tradeables and Nontradables", **American Economic Review**, Vol. 78, No: 2, 1988, s. 474-478.
[139] Paul A. Samuelson, "Facets of Balassa-Samuelson Thirty Years Later", **Review of International Economics**, Vol. 2, Issue 3, 1994, s. 201-226.

tanımlanmıştır. Bu yaklaşıma göre, Balassa-Samuelson Hipotezi[140*] ticarete konu olan malları üreten sektördeki verimliliğinin ticarete konu olmayan malları üreten sektörlerdekine göre daha yüksek olacağını veya bu sektörlerin daha hızlı büyüyeceğini ileri sürmektedir. Penn etkisi olarak bilinen etki ise gelişmiş ülkelerdeki Tüketici Fiyat Endeksindeki değişimlerin gelişmemiş ülkelerdekine göre daha küçük olacağını ifade etmektedir. Bhagwati (1984)[141], HBS etkisini eksik rekabet öngören sermaye hareketliliği modeli ile açıklamış ve modelinde Faktör Hareketsizliği (Spesifik Faktör) Modeli olarak da bilinen Ricardo-Viner yaklaşımında mevcut olan "hızlı büyüyen ülkelerdeki sermaye/emek oranının, yavaş büyüyen ülkelere göre daha yüksek olacağı" varsayımını kullanmıştır.

HBS modelinin arz yönlü tanımlanmasından dolayı 1970'lerde ve 1980'li yıllarda sadece verimlilik ve fiyat seviyesi arasındaki doğrusal ilişki incelenmiştir. HBS etkisi ilk defa Rogoff (1992)[142] tarafından orijinal bir biçimde genel denge modeli olarak ortaya konmuştur ve bu model aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

Temel model standart bir Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonunda K sermayeyi, L emeği ve A teknolojiyi belirtmek üzere yurt içinde üretilen malları; ticarete konu olan mallar (T) ve ticarete konu olmayan mallar (N) olarak ayırmıştır. Buna göre, her bir sektör için tanımlanmış üretim fonksiyonu aşağıdaki şekildedir:

$$Y_T = A_T K_T^{\alpha} L_T^{1-\alpha} \tag{1.13}$$

$$Y_N = A_N K_N^{\beta} L_N^{1-\beta} \tag{1.14}$$

Ekonomide tam rekabetin ve tam sermaye hareketliliğinin bulunduğu, her bir sektör içinde tam faktör hareketliliğinin mevcut olduğu ve ticari mallar için Tek

[140*] Son dönemdeki ampirik çalışmalar, Bela Balassa ve Paul Samuelson'ın farklı ampirik yöntemler kullanarak aynı sonuçlara ulaşan ve aynı dönemde birbirlerinden bağımsız bir şekilde geliştirdikleri makalelerini, farklı dergilere göndermelerini de dikkate alarak "Balassa-Samuelson Modeli" yerine "Balassa-Samuelson Hipotezi" kavramını kullanmaktadır.

[141] Jagdish N. Bhagwati, "Why Are Services Cheaper in the Poor Countries?", **Economic Journal**, Vol. 94, Issue 374, 1984, s. 279-286.

[142] Kenneth S. Rogoff, "Traded Goods Consumption Smoothing and the Random Walk Behavior of The Real Exchange Rate", **Monetary and Economic Studies**, Vol. 10, No: 2, 1992, s. 1-29.

Fiyat Kanunun geçerli olduğu varsayımı bulunmaktadır. Bu varsayımlar ile ticarete konu olmayan malları üreten sektördeki göreceli fiyat değişiminin bu sektörlerdeki göreceli verimlilik değişiminin ve/veya göreceli faktör yoğunluğunun bir fonksiyonu olduğunun ispatı anlamsız bir hâl almaktadır. Bu sonuç matematiksel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:[143]

$$\frac{p^T}{p^N} = \frac{\beta}{\alpha} a^T - a^N \qquad (1.15)$$

Ayrıca Kenneth S. Rogoff bu genel denge modeli ile ekonominin talep yönünü de tanımlamaktadır. Bu tanımlama ile ülkeler arasındaki uzun dönemli göreceli fiyat hareketleri incelenirken, göreceli verimlilik ve fiyat seviyelerindeki faktör yoğunluğu ile birlikte kamu harcamaları ve tercihler gibi talep yönlü değişkenlerin de kullanılabilmesine imkân tanınmıştır.

Bu model De Gregorio vd. (1994)[144] ile Asea ve Mendoza (1994)[145] tarafından geliştirilmiştir. De Gregorio, Giovannini ve Wolf, modeline Reel Kamu Harcamaları değişkenini ekleyip Panel veri çözümlemesi uygularken, Obstfeld ve Rogoff (1996)[146] HBS modelinin teorik analizine uluslararası sermeye hareketliliğinin var olmadığı varsayımını da ilave etmiştir. Son yaklaşımlardan olan Ghironi ve Melitz (2005)[147] tarafından yapılan çalışmada ise modele aksak rekabet, bölünmemiş mallar ve malların ticaret edilebilirliliği değişkenleri eklenmiştir. Model bu bakımından oldukça önem arz etmektedir.

[143] Rogoff, **a.g.e.**, 1992, s. 8-10.
[144] Jose De Gregorio, Alberto Giovannini ve Holger C. Wolf, "International Evidence on Tradables and Nontradables Inflation", **European Economic Review**, Vol. 38, Issue 6, 1994, s. 1225-1244.
[145] Patrick K. Asea ve Warner M. Corden, "The Balassa-Samuelson Model: An Overview", **Review of International Economics**, Vol. 2, Issue 3, 1994, s. 191-200.
[146] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, **Foundations of International Macroeconomics**, MIT Press, Cambridge, 1996, s. 214-216.
[147] Fabio Ghironi ve Marc Melitz, "International Trade and Macroeconomics Dynamics with Heterogeneous Firms", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 3, 2005, s. 865-915.

HBS etkisini inceleyen ve literatürdeki tüm çalışmaların bulunduğu Tica ve Druzic (2006)[148] ile Frensch ve Schmillen (2011)[149], tarafından yapılan çalışmalardan hareketle, HBS etkisi üzeri yapılmış olan ampirik çalışmaların ulaştığı sonuçların genel olarak birbirinden farklı olduğu söylenebilir. Asea ve Corden (1994)[150] gibi temel yöntemleri, Banerjee vd. (2004)[151] ile Egert vd. (2006)[152] gibi Koentegrasyon analizini ve Panel veri testlerini kullanan oldukça ayrıntılı çalışmalarda HBS etkisinin var olduğunu destekleyen ampirik bulgular elde edilmiştir. Sabate vd. (2003)[153], Panel Birim Kök Testleri uygulanırken sabit terim ile birlikte trend değişkenin de modele eklenmesinin HBS hipotezinin geçerli olduğunu kabul etmede önemli bir gösterge olabileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmaya göre, Satın Alma Gücü Paritesinin geçerliliğinin test edilmesinde sabit terimi ve trend değişkeni içeren model direkt olarak kullanılabilir. Ayrıca HBS etkisinin tespit edilmesi amacıyla trend değişken içeren ve içermeyen sabit terimli iki ayrı Panel Birim Kök Test sonucu karşılaştırılabilmektedir. Bu konu hakkında yapılan son çalışmalar Satın Alma Gücü Paritesi yaklaşımında meydana gelen uzun dönemdeki sapmaların çözümünde HBS hipotezinin önemini ortaya koymaktadır.[154]

HBS etkisinin varlığının kabulü ile birlikte; (1) Tüketici tercihlerindeki farklılık (2) Ticari ve ticari olmayan mallardaki kamu harcamalarının farklı oranlarda yapılması (3) Uluslararası sermaye akımlarının varlığı (4) Petrol fiyatları artışı-

[148] Josip Tica ve Ivo Druzic, "The Harrod Balassa Samuelson Effect: A Survey of Empirical Evidence", **University of Zagreb Faculty of Economics and Business Working Paper Series**, No: 686, 2006.
[149] Richard Frensch ve Achim Schmillen, "Can We Identify Balassa-Samuelson Effects with Measures of Product Variety?", **Economic Systems**, Vol. 35, Issue 1, 2011, s. 98-108.
[150] Patrick K. Asea ve Warner M. Corden, "The Balassa-Samuelson Model: An Overview", **Review of International Economics**, Vol. 2, Issue 3, 1994, s. 191-200.
[151] Anindya Banerjee, Massimiliano Marcellino ve Chiara Osbat, "Some Cautions on the Use of Panel Methods for Integrated Series of Macroeconomic Data", **The Econometrics Journal,** Vol. 7, Issue 2, 2004, s. 322-340.
[152] Balazs Egert, Laszio Halpern ve Ronald MacDonald, "Equilibrium Exchange Rates in Transition Economies: Taking Stock of the Issues", **Journal of Economic Surveys**, Vol. 20, Issue 2, 2006, s. 257-324.
[153] Marcela Sabate, Maria Dolores Gadea ve Jose Maria Serrano, "PPP and Structural Breaks: The Peseta Sterling Rate, 50 Years of Floating Regime", **Journal of International Money and Finance,** Vol. 22, Issue 5, 2003, s. 613-627.
[154] Yanping Chong, Oscar Jorda ve Alan M. Taylor, "The Harrod-Balassa-Samuelson Hypothesis: Real Exchange Rates and Their Long-run Equilibrium", **International Economic Review,** 2012, forthcoming.

azalışı ve teknoloji şokları gibi reel şoklar nedeni ile göreceli fiyatların değişmesi gibi hususların uzun dönemde Satın Alma Gücü Paritesi yaklaşımından sapmalara yol açtığı tespit edilmiştir.[155]

1.1.2. Döviz Piyasalarında Etkinlik

Döviz piyasalarında etkinlik kavramı piyasa katılımcılarının mevcut olan tüm bilgilere sahip olduğu ve fiyatların sahip olunan tüm bilgileri yansıttığı temeline dayanmaktadır. Etkin Piyasalar Hipotezi olarak da bilinen bu tanım en basit şekilde piyasa katılımcılarının Rasyonel Beklentiler Hipotezine uygun hareket ettiğini ve riske karşı kayıtsız (risk-neutral) olduğunu varsaymaktadır. Bu iki varsayımın birleşik bir hipotez hâlini alarak beklenen getiriyi modellemesi "Etkin Piyasalar Hipotezini" oluşturmaktadır.[156]

Döviz kurlarında beklenen getiri değişimlerinin ülkeler arasındaki faiz farkları ile açıklanabileceği hipotezinin döviz piyasalarında bir etkinlik ölçüsü olabileceği düşünülmektedir. Bu hipotezden ve spot döviz kurundan hareketle Forward Döviz Kuru tanımlanmıştır. Bu noktada söz konusu ilişkiyi gösteren Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi (Covered Interest Rate Parity-CIP) ve Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi (Uncovered Interest Rate Parity-UCIP) kavramları ayrıntılı bir biçimde açıklanmaya çalışılacaktır.

1.1.2.1. Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi

Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi, iki ülke arasındaki Forward Kur Priminin ülkeler arasındaki faiz oranları farkına eşit olması gerektiği temeline dayanmaktadır. Bu koşul gerçekleşmediği takdirde döviz kurları arasında kârlı bir arbitraj olanağı meydana gelecek ve bu da piyasaların etkin olmaması sonucunu doğuracaktır. Buna

[155] Hans Visser, **A Guide to International Monetary Economics: Exchange Rate Theories, Systems and Policies**, Edward Elgar Publishing, Third Edition, Cheltenham, 2004, s. 119-120.
[156] Jean Tirole, "On the Possibility of Speculation under Rational Expectations", **Econometrica**, Vol. 50, No: 5, 1982, s. 1163-1181.

göre, işlem maliyetleri ihmal edildiğinde Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi koşulu şu şekilde tanımlanmaktadır:[157]

$$\frac{F_t}{S_o} = \frac{1+i_t}{1+i_t^*} \tag{1.16}$$

S_o spot piyasadaki döviz kurunun ulusal para birimi cinsinden değerini, F_t t dönem sonraki Forward Döviz Kurunu ifade etmektedir. Bu noktada i_t Yurt içi Faiz Oranlarını, i_t^* ise Yurt dışı Faiz Oranlarını ifade etmektedir. Bu faiz oranları Risksiz Faiz Oranlarını belirtmektedir ve bu nedenle Forward Döviz Kuru hesaplanırken genellikle yurt içi ve yurt dışındaki gösterge tahvillerin faiz oranları temel alınmaktadır.[158] Ayrıca gösterge tahvilin verim eğrisi (yield curve) ve bu verim eğrisi oluşturulurken kullanılan model de temel alınacak faiz oranları üzerinde etkili olmaktadır.[159]

Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi tanımlanırken yukarıdaki (1.16) denklemi ile birlikte logaritmik yaklaşım da literatürde oldukça sık bir biçimde kullanılmaktadır. Buna göre, logaritmik yaklaşım ise şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$f_t - s_o = i_t - i_t^* \tag{1.17}$$

Bu eşitlikte $f_t \equiv \log_e F_t$ ve $s_0 \equiv \log_e s_0$ dönüşümü yapılmıştır. Ampirik çalışmalar genel olarak bu eşitliği kullanmaktadır. Yapılan ampirik çalışmalarda uzun dönemde Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi koşulunda sapmalar olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Meydana gelen bu sapmalar; işlem maliyetleri, politik risklerin

[157] Wang, **a.g.e.**, s. 46.
[158] Philippe Jorion, **Financial Risk Manager Handbook**, John Wiley and Sons, Fourth Edition, New Jersey, 2007, s. 113.
[159] Ghassem Homaifar, **Managing Global Financial and Foreign Exchange Rate Risk**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2004, s. 148.

varlığı, potansiyel vergi avantajları ve ülkeler arasındaki likitide tercihi farklılıkları gibi nedenler ile açıklanmaktadır.[160]

Ampirik olarak Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinin geçerliliği iki farklı yöntem ile test edilmektedir: Bunlardan birincisi, bu yaklaşımdan meydana gelen sapmaların anlamlı bir biçimde sıfırdan farklı olup olmadığını test etmektir. Böyle bir yaklaşımda sapmaların istatistiki olarak anlamlı olmamasını sağlayacak bir "Doğal Bant" oluşmaktadır. Bu yöntemi uygulayan en önemli çalışmalar; Frenkel ve Levich (1975)[161], Frenkel ve Levich (1977)[162], Clinton (1988)[163] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalar "Doğal Bant" seviyesinden sapmalar olduğunu ve bu sapmaların işlem maliyetlerinin varlığı ve ele alınan dönemlerdeki yüksek finansal belirsizlik nedeniyle ortaya çıktığını öne sürmüşlerdir. Taylor (1987)[164] ve Taylor (1989)[165] tarafından yapılan ve yüksek frekanslı veri kullanan çalışmalarda meydana gelen sapmalar "Vade Etkisi" adı verilen oldukça kısa dönemli arbitraj olanağının varlığı ile açıklanmıştır.

Literatürdeki ikinci yaklaşım ise Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinin geçerliliğini Regresyon analizi ile test etmektedir. Bu yaklaşımın çıkış noktası işlem maliyetleri ihmal edildiğinde, Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinin geçerli olabileceği düşüncesidir. Bu yaklaşım aşağıdaki denklem ile tahmin edilmektedir:

$$f_t - s_o = \alpha + \beta(i_t - i_t^*) + \mathrm{u_t} \qquad (1.18)$$

[160] Maurice D. Levi, **International Finance**, Routledge, Fifth Edition, New York, 2009, s. 126-137.
[161] Jacob A. Frenkel ve Richard M. Levich, "Covered Interest Arbitrage: Unexploited Profits?", **Journal of Political Economy**, Vol. 83, Issue 2, 1975, s. 325-338.
[162] Jacob A. Frenkel ve Richard M. Levich, "Transaction Costs and Interest Arbitrage: Tranquil versus Turbulent Periods", **Journal of Political Economy**, Vol. 85, Issue 6, 1977, s. 1209-1226.
[163] Kevin Clinton, "Transactions Costs and Covered Interest Arbitrage: Theory and Evidence", **Journal of Political Economy**, Vol. 96, Issue 2, 1988, s. 358-370.
[164] Mark P. Taylor, "Covered Interest Parity: A High-Frequency, High-quality Data Study", **Economica**, Vol. 54, Issue 216, 1987, s. 429-438.
[165] Mark P. Taylor, "Covered Interest Arbitrage and Market Turbulence", **Economic Journal**, Vol. 99, Issue 396, 1989, s. 376-391.

u_t otokorelasyon içermeyen hata terimini belirtmek üzere, denklemde α parametresinin 0, β parametresinin 1'den farklı olup olmadığı test edilmektedir. Ancak Mark P. Taylor'a göre, Karşılanmış Faiz Oranı Paritesine uygulanan Regresyon temelli bu yaklaşımın neyi test ettiği belirsizdir. [166] Çünkü α=0 ve β=1 olsa bile hesaplanan Artık Değerler (Fitted Residuals), göz ardı edilemeyecek bir arbitraj fırsatı ortaya çıkaracaktır. Balke ve Wohar (1998)[167], Ocak 1974-Eylül 1993 dönemi arasındaki GBP/USD günlük döviz kurları üzerine yaptığı çalışmada TAR modelini kullanmış ve kârlı arbitraj olanağının göreceli olarak düşük kalmasına rağmen uzun dönemde Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinden büyük sapmalar olduğunu belirtmiştir. Peel ve Taylor (2002)[168] ise, TAR modelini kullandığı çalışmalarında en az yıllık 50 baz puanlık (yüzde 0,5 oranında) bir arbitraj olanağı ortaya çıkmadığı takdirde bu olanağın değerlendirilemediği sonucuna ulaşmıştır. Çalışmada ulaşılan bu sonuç Keynes (1923)[169] ve Einzig (1937)[170]'nin teorik görüşlerinin modern yorumu ve geçerliliğinin ampirik ispatı olarak görülerek oldukça ses getirmiştir. "Doğal Banda" günümüzde oldukça yüksek bir oran olan 50 baz puan eklenmesi veya çıkarılması durumunda arbitraj olanağının ortaya çıkmadığını belirten bu çalışmaya ait sonuçlar, Akram vd. (2008)[171] ve Akram vd. (2009)[172] tarafından yapılan çalışmalar ile de desteklenmiştir. Ancak Fong vd. (2010)[173] tarafından yapılan çalışmada diğer çalışmalara ait yaklaşımlar eleştirilmiştir. Fong, Valente ve Fung, işlem maliyetleri dışında likitide durumunun ve kredi riskinin de Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinden sapmalara neden olduğunu

[166] **a.e.**, s. 377.
[167] Nathan S. Balke ve Mark E. Wohar, "Nonlinear Dynamics and Covered Interest Parity", **Empirical Economics**, Vol. 23, No: 4, 1998, s. 535-559.
[168] David A. Peel ve Mark P. Taylor, "Covered Interest Rate Arbitrage in The Interwar Period and The Keynes-Einzig Conjecture", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 34, Issue 1, 2002, s. 51-75.
[169] John Maynard Keynes, **A Tract on Monetary Reform**, Macmillan, Londra, 1923.
[170] Paul Einzig, **The Theory of Forward Exchange**, Macmillan, Londra, 1937.
[171] Qasair Farooq Akram, Dagfinn Rime ve Lucio Sarno, "Arbitrage in The Foreign Exchange Market: Turning on The Microscope", **Journal of International Economics**, Vol. 76, Issue 2, 2008, s. 237-253.
[172] Qasair Farooq Akram, Dagfinn Rime ve Lucio Sarno, "Does the Law of One Price Hold in International Financial Markets? Evidence from Tick Data", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 33, Issue 10, 2009, s. 1741-1754.
[173] Wai-Ming Fong, Giorgio Valente ve Joseph K. W. Fung, "Covered Interest Arbitrage Profits: The Role of Liquidity and Credit Risk", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 34, Issue 5, 2010, s. 1098-1107.

ve bu değişkenlerin de modellere eklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ilgili değişkenlerin Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinden sapmalar yarattığı ampirik olarak gösterilmiştir.

1.1.2.2. Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi

Piyasa etkinliği kavramı daha önce de belirtildiği üzere birden fazla hipotezin bir arada test edilmesi temeline dayanmaktadır. Ancak piyasa etkinliğinin geçerliliğini araştıran ampirik çalışmalar en basit biçimde piyasa etkinliği olarak tanımlanabilecek "Rasyonel Beklentiler Hipotezinin geçerli olduğu durumda riskten kaçınan piyasa katılımcılarının varlığı" varsayımı üzerine inşa edilmektedir. Bu kavramın sistematik olarak formüle edilmesi Samuelson (1965)[174] ve Fama (1970)[175]'nın borsalarda piyasa etkinliğinin varlığını tartışan çalışmalarına dayanmaktadır. Eldeki mevcut bilgilerle piyasadaki ortalama getirinin üzerinde bir kâr elde edilemeyeceği düşüncesi üzerine kurulmuş olan bu yaklaşımlar döviz piyasaları ve Merkez Bankalarının davranışları üzerine de uygulanmıştır. Literatürde bu konulara ait ilk çalışmaların Kohlhagen (1978)[176] ile Levich (1985)[177] tarafından yapıldığı söylenebilir.

Buna göre, Fama (1970)[178]'den yola çıkarak piyasa etkinliğinin üç ayrı biçimi olduğu kabul edilmektedir. Piyasa etkinliğinin modern versiyonu olarak sayılan Fama (1991)'e[179] göre, piyasa etkinliğinin biçimleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

---

[174] Paul A. Samuelson, "Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly", **Industrial Management Review**, Vol. 6, Issue 2, 1965, s. 41-49.
[175] Eugene F. Fama, "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", **Journal of Finance**, Vol. 25, No: 2, 1970, s. 383-423.
[176] Steven W. Kohlhagen, "A Model of Optimal Foreign Exchange Hedging without Exchange Rate Projections", **Journal of International Business Studies**, Vol. 9, No: 2, 1978, s. 9-19.
[177] Richard M. Levich, "Empirical Studies of Exchange Rates: Price Behavior, Rate Determination, and Market Efficiency", **Handbook of International Economics**, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1985, s. 979-1040.
[178] Eugene F. Fama, "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", **Journal of Finance**, Vol. 25, No: 2, 1970, s. 383-423.
[179] Eugene F. Fama, "Efficient Capital Markets II", **Journal of Finance**, Vol. 46, No: 5, 1991, s. 1575-1617.

(1) Zayıf Biçim: Şu anki fiyatlar, geçmişteki fiyatlara ait tüm bilgileri içermektedir.

(2) Yarı Güçlü Biçim: Şu anki fiyatlar, geçmişteki fiyatlara ait tüm bilgilerle ile birlikte kamuoyunca ulaşılabilen tüm bilgileri içermektedir.

(3) Güçlü Biçim: Şu anki fiyatlar, bilinebilmesi olası olan tüm bilgileri yansıtmaktadır.

Güçlü biçimde piyasa etkinliğinin döviz kuru piyasalarında gerçekleşmesi beklenmemektedir. Çünkü bu piyasada Merkez Bankalarının önceden tahmin edilemeyen ve rassal olmayan müdahaleleri söz konusudur. Bu nedenle döviz piyasalarında Rasyonel Beklentiler Hipotezine en yakın piyasa etkinliği Yarı Güçlü biçimde ortaya çıkmaktadır. Geweke ve Feige (1979)[180], Yarı Güçlü biçimde etkinliği, Tek Piyasa etkinliği ve Çoklu Piyasa etkinliği olarak ayırmıştır. Tek Piyasa etkinliğine göre, sadece bir döviz kuruna ait tüm mevcut kamusal bilgiler bilgi setini oluştururken Çoklu Piyasa etkinliğindeki bilgi setinde, tüm diğer döviz kurlarına ait bilgiler ve ekonomik değişkenler yer almaktadır.

Döviz piyasalarında etkinlik aşağıda belirtilen "Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi" kavramı ile test edilmektedir:

$$\Delta_k s_{t+k}^{e} = i_t - i_t^{*} \tag{1.19}$$

S_t spot piyasadaki yabancı paranın ulusal fiyatlar cinsinden değerini ifade eden döviz kurlarını, i_t yurt içi nominal faiz oranlarını, i_t^{*} ise yurt dışı nominal faiz oranlarını, e ise bir dönem sonraki beklentiyi ifade etmektedir. Bu denklemden hareketle kesikli ve sürekli zamanlar için Forward Kur değeri hesaplanabilmektedir.[181]

[180] John F. Geweke ve Edgar L. Feige, "Some Joint Tests of the Efficiency of Markets for Forward Foreign Exchange", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 61, No: 3, 1979, s. 334-341.
[181] Carol Alexander, **Market Risk Analysis: Pricing, Hedging and Trading Financial Instrument,** Vol. 3, John Wiley and Sons, West Sussex, 2009, s. 6-7.

Döviz piyasalarının etkinliği test eden ilk çalışmalar döviz kurlarının rassal bir biçimde hareket edip etmediğinin üzerinde durmuşlardır. Cumby ve Obstfeld (1981)[182] tarafından yapılan çalışmada Rassal Yürüyüş modelinin Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi ile tutarlı olabilecek bir sonuç ortaya koymadığı belirtilmiştir. Mussa (1984)[183]'e göre, bu çalışma gelişmiş ülkelerdeki döviz kurlarında meydana gelen dalgalanmalar ile Rassal Yürüyüş arasındaki farkın ampirik olarak ayırt edilmesinin çok zor olduğunu göstermiştir.[184*]

Literatürde bulunan diğer çalışmalar Spot kur ve Forward kur arasındaki ilişkiyi Regresyon analizi ile test etme temeline dayanmaktadır. Karşılanmış Faiz Oranı Paritesinin geçerli olduğu varsayımı altında Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi kuralına göre, Forward primi (Forward kur), döviz kurunda beklenen değer fiyat değişimine eşit olacaktır. Piyasa beklentilerinin de gelecekteki spot kura göre oluşacağı varsayımı altında meydana gelecek olan bu kur değeri, Forward Kur değerine eşit olacaktır. Rasyonel Beklentiler Hipotezi ve riske kayıtsız yatırımcılar varsayımları da dahil edildiğinde hata terimlerinin otokorelasyon barındırıp barındırmadığına bakılarak Etkin Piyasalar Hipotezi test edilebilmektedir. Literatürde bu yöntemi ele alan en önemli çalışmalar; Fama (1984)[185], Frankel (1990)[186] ve Bekaert ve Hodrick (1993)[187] tarafından yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar da Etkin Piyasalar Hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

[182] Robert E. Cumby ve Maurice Obstfeld, "A Note on Exchange-rate Expectations and Nominal Interest Differentials: A Test of the Fisher Hypothesis", **Journal of Finance**, Vol. 36, No: 3, 1981, s. 697-703.

[183] Michael Mussa, "The Theory of Exchange Rate Determination", **Exchange Rate Theory and Practice**, National Bureau of Economic Research Conference Report, University of Chicago Press, Chicago, 1984, s. 13-58.

[184*] Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, varlık fiyatlarındaki değişimi gösteren Martingale yaklaşımlarının Rassal Yürüyüşten daha farklı olduğudur. Martingale yaklaşımlar beklenen getirileri ve fiyat değişimlerini sadece bir piyasa dengesi olarak ifade etmektedir. Oysa Martingale yaklaşımının özel bir durumu olan Rassal Yürüyüş yaklaşımına göre, getiri ve fiyat değişimleri bağımsız ve özdeşçe (independently and identically distributed-iid.) dağılmaktadır.

[185] Eugene F. Fama, "Forward and Spot Exchange Rates", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 14, Issue 3, 1984, s. 319-338.

[186] Jeffrey A Frankel, "Zen and the Art of Modern Macroeconomics: A Commentary", **Monetary Policy for a Volatile Global Economy**, American Enterprise Institute, Washington, 1990, s. 117-123.

[187] Geert Bekaert ve Robert J. Hodrick, "On Biases in the Measurement of Foreign Exchange Risk Premiums", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 115-138.

Bollerslev ve Hodrick (1999)[188] ise elde edilen bu sonuçların tahmin edilen denklemde sabit terimin göz ardı edilmesi nedeniyle ortaya çıktığını öne sürmüştür.

Ele alınan döviz kurlarının otokorelasyon barındırması ve Etkin Piyasalar Hipotezinin ampirik olarak kabul edilmemesi ile birlikte bu sonuçlardan hareketle döviz kurlarının Rassal Yürüyüş sürecine daha uygun olabileceği düşünülmüştür. Döviz kurlarının durağan olmayan yapısının da tespit edildiği göz önüne alındığında, döviz kurlarının Birim Kök sürecini mi yoksa Rassal Yürüyüş sürecini mi izlediğini ayırt etmek oldukça güçleşmiştir. Hansen ve Hodrick (1980)[189] Kovaryans Matrisine Momentler Yaklaşımı düzeltmesini uygulayarak Genelleştirilmiş En Küçük Kareler yöntemini (GLS) tanımlamış ve bu yöntemin otokorelasyon problemini tamamen ortadan kaldırdığını öne sürmüşlerdir. Bu yönteme göre de 1920'lerdeki verileri içeren altı döviz kurundan beşinde; 1970'lerdeki verileri içeren yedi döviz kurundan altısında Etkin Piyasalar Hipotezi'nin geçerliliği reddedilmiştir. Bu çalışmadan hareketle Hansen (1982)[190] Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) olarak bilinen oldukça sağlam (robust) bir tahmin ve test yöntemini ortaya koymuştur.

Etkin Piyasalar Hipotezini test etmek için kullanılan önemli ekonometrik yöntemlerden biri de çok değişkenli Vektör Otoregresif (VAR) modelidir. Bu modelin ampirik uygulamalarından elde edilen sonuçlar da Etkin Piyasalar Hipotezi'nin geçerliliğini reddetmektedir. Bu bağlamda bu yaklaşımın döviz kurlarına uygulanması ilk kez Hakkio (1981)[191] ve Baillie vd. (1983)[192] tarafından yapılan çalışmalarda görülmektedir. Koentegrasyon yönteminin keşfedilmesi ile birlikte serilerin durağanlığını da dikkate alan ve "İkinci Nesil" olarak

[188] Tim Bollerslev ve Robert J. Hodrick, "Financial Market Efficiency Test", **Handbook of Applied Econometrics**: **Macroeconomics**, Vol. 1, Blackwell Publishers, Oxford, 1999, s. 415-458.
[189] Lars Peter Hansen ve Robert J. Hodrick, "Forward Exchange Rates as Optimal Predictors of Future Spot Rates: An Econometric Analysis", **Journal of Political Economy**, Vol. 88, Issue 5, 1980, s. 829-853.
[190] Lars Peter Hansen, "Large Sample Properties of Generalised Method of Moments Estimators", **Econometrica**, Vol. 50, No: 4, 1982, s. 1029-1054.
[191] Craig S. Hakkio, "Expectations and the Forward Exchange Rate", **International Economic Review**, Vol. 22, No: 3, 1981, s. 663-678.
[192] Richard T. Baillie, Robert E. Lippens ve Patrick C. McMahon, "Testing Rational Expectations and Efficiency in the Foreign Exchange Market", **Econometrica**, Vol. 51, No: 3, 1983, s. 553-563.

tanımlanabilecek çalışmalar ise; Campbell ve Shiller (1987)[193] ile MacDonald ve Taylor (1991)[194] tarafından yapılmıştır. Clarida ve Taylor (1997)[195] birim kök sürecini drift içeren Rassal Yürüyüş ve durağan bir sürecin toplam birleşimi olduğunu varsaydıkları çalışmalarında Vektör Hata Düzeltme (VECM) modelini kullanmışlardır. Bu çalışma o güne kadar yapılmış olan çalışmalar arasında Rassal Yürüyüş modelinden daha iyi sonuçlar üretebilen en başarılı çalışma olmuştur. Bu sonuçlar Clarida vd. (2003)[196] tarafından kullanılan Doğrusal Olmayan Markov Switching modeliyle geliştirilmiştir. Son yıllarda bu yaklaşımı uygulayan çalışmalar arasında ise Dueker ve Neely (2007)[197] tarafından yapılmış olan çalışma ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma da önceki iki çalışma ile benzer sonuçlara ulaşmıştır. Lothian ve Wu (2011)[198] ise geniş bir literatür taramasında bulunarak iki yüz yıllık veriler ışığında Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesinin geçerli olabileceğine dair ampirik bulgular elde etmiştir. Bu kısıma kadar belirtilen hususlardan hareketle bazı tanımlamalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:[199]

(1) Forward kur ile spot kur arasındaki fark = Faiz oranları arasındaki fark (Karşılanmış Faiz Oranı Paritesi Teorisi)

(2) Faiz oranları arasındaki fark = Beklenen enflasyon oranları arasındaki fark (Fisher Etkisi)

(3) Beklenen enflasyon oranları arasındaki fark = Spot piyasa döviz kurlarındaki beklenen değişme (Satın Alma Gücü Paritesi)

---

[193] John Y. Campbell ve Robert J. Shiller, "Cointegration and Tests of Present Value Models", **Journal of Political Economy**, Vol. 95, No: 5, 1987, s. 1062-1088.

[194] Ronald MacDonald ve Mark P. Taylor, "Risk, Efficiency and Speculation in the 1920s Foreign Exchange Market: An Overlapping Data Analysis", **Review of World Economics**, Vol. 127, Issue 3, 1991, s. 500-523.

[195] Richard H. Clarida ve Mark P. Taylor, "The Term Structure of Forward Exchange Premiums and the Forecastability of Spot Exchange Rates: Correcting the Errors", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 79, Issue 3, 1997, s. 353-361.

[196] Richard H. Clarida, Lucio Sarno, Mark P. Taylor ve Giorgio Valente, "The Out-of-sample Success of Term Structure Models as Exchange Rate Predictors: A Step Beyond", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 61-83.

[197] Michael Dueker ve Christopher J. Neely, "Can Markov Switching Models Predict Excess Foreign Exchange Returns?", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 31, Issue 2, 2007, s. 279-296.

[198] James R. Lothian ve Liuren Wu, "Uncovered Interest Rate Parity over the Past Two Centuries", **Journal of International Money and Finance,** Vol. 30, Issue 3, 2011, s. 448-473.

[199] Callum Henderson, **Currency Strategy: The Practitioner's Guide to Currency Investing, Hedging and Forecasting**, John Wiley and Sons, Second Edition, West Sussex, 2006, s. 33.

(4) Faiz oranları arasındaki fark = Spot piyasa döviz kurlarındaki beklenen değişme (Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi ya da Uluslararası Fisher Etkisi).

1.1.2.3. Risk Primi (Risk Premia)

Basit biçimdeki Etkin Piyasalar Hipotezinin reddedilmesi piyasa katılımcılarının riskten kaçınan (risk aversion) bir yapıya sahip olduğu ve Rasyonel Beklentiler Hipotezinin geçerli olmadığı düşüncesinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Döviz kuru piyasasında işlem yapan yatırımcıların riskten kaçınan bir yapıya sahip olması durumunda yatırımcılar dövizlerini elinde tutarak faiz oranı farkından daha yüksek bir getiri talep edecek, bu durumda Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi geçerli olmayacaktır. Bu durumda dövizin elde tutulma maliyeti faiz oranı farkı ile birlikte Risk Primi olarak adlandırılan döviz kurlarında fazladan gerçekleşecek bir getiri beklentisinin toplamına eşit olacaktır. Bu noktada "ıskonto" kavramı sadece pozitif yönlü bir fiyat beklentisini ifade ederken "prim" kavramı negatif bir değerlenme beklentisini de içermektedir. Risk priminin varlığı ilk olarak Fama (1984)[200] tarafından yapılan çalışmada ortaya atılırken, Frankel (1988)[201] ile Lewis (1995)[202] bu alandaki en önemli çalışmaları ortaya koymuş ve bu konudaki literatürü oldukça geniş bir biçimde özetlemiştir. Bu çalışmalar daha önce de belirtilmiş olan ekonometrik yöntemleri kullanırken, Lucas (1982)[203] iki ülkeli dinamik bir genel denge modeli ile döviz kurlarında risk priminin varlığını ortaya koymuştur. Lucas'ın modeli ampirik olarak Mark (1985)[204] ile Bekaert (1996)[205]

[200] Eugene F. Fama, "Forward and Spot Exchange Rates", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 14, Issue 3, 1984, s. 319-338.
[201] Jeffrey A. Frankel, "Recent Estimates of Time-Variation in the Conditional Variance and in the Exchange Risk Premium", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 7, Issue 1, 1988, s. 115-125.
[202] Karen K. Lewis, "Puzzles in International Financial Markets", **Handbook of International Economics**, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, s. 1913-1971.
[203] Robert E. Jr. Lucas, "Interest Rates and Currency Prices in A Two-Country World", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 10, Issue 3, 1982, s. 335-359.
[204] Nelson C. Mark, "On Time Varying Risk Premia in the Foreign Exchange Market: An Econometric Analysis", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 16, Issue 1, 1985, s. 3-18.
[205] Geert Bekaert, "The Time Variation of Risk and Return in Foreign Exchange Markets: A General Equilibrium Perspective", **Review of Financial Studies**, Vol. 9, Issue 2, 1996, s. 427-470.

tarafından yapılan çalışmalarda test edilmiştir. Ancak yapılan çalışmalar denge modelinin geçerliliği konusunda birbirinden farklı sonuçlara ulaşmıştır.[206]

1.1.3. Beklentiler

Yukarıda belirtilen çalışmalara göre, Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesinin geçerli olmaması bu kuralın döviz kuru riskini ortadan kaldıran Forward Kur yerine spot piyasadaki beklentilere bağlı olacak bir şekilde tanımlanmasıdır. Yatırımcıların riske karşı kayıtsız olmayabileceği hususu Risk Priminin varlığı ile ampirik olarak test edilmeye çalışırken, diğer bir yönde gelişen literatür de oluşan beklentilerin Rasyonel Beklentiler Hipotezine uygun bir şekilde olup olmadığını araştırmaya yönelmiştir. Bu bağlamdaki çalışmalar Etkin Piyasalar Hipotezinin gerçekleşmemesini; Rasyonel Kabarcıklar, rejim değişimine yönelik öğrenim, Peso Problemi ve etkin olmayan öğrenme süreçleri gibi nedenlerle açıklamaya çalışmaktadır.[207]

1.1.3.1. Rasyonel Kabarcıklar (Rational Bubbles)

Rasyonel Kabarcıkların var olabileceği fikri piyasadaki yatırımcıların riske karşı kayıtsız olmalarına rağmen, aşırı getiri elde etmeleriyle ortaya çıkmıştır. Spekülatif veya rasyonel bir kabarcık[208*] döviz kurunun ani bir şekilde denge noktasından uzaklaşması olarak tanımlanmaktadır. Spekülatörlerin ve yatırımcıların denge noktasının üstünde olan döviz kuru değeri üzerinde kâr elde edebilmek amacıyla yapmış olduğu işlemler bu kabarcıkların büyüklüğünü arttırmaktadır. Rasyonel kabarcıkların meydana gelmesi piyasada Rasyonel Beklentiler Hipotezinin gerçekleştiği birden fazla denge noktasının varlığı ile açıklanmaktadır. Bu çoklu denge kesikli stokastik süreç yaklaşımları ile modellenmektedir. Bu konuda yapılan ampirik çalışmalar Varyans Sınır Testi yaklaşımını, Spesifikasyon ve Run testlerini kullanmıştır. Varyans Sınır Testi yaklaşımı ile aşırı volatilitenin var olduğu ve aşırı

---

[206] Karen K. Lewis, "Puzzles in International Financial Markets", **Handbook of International Economics**, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, s. 1913-1971.
[207] Levi, **a.g.e.**, s. 126.
[208*] Literatürde Türkçe karşılık olarak kabarcık yerine "balon" kavramı da yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

volatilitenin Rasyonel Kabarcıklar nedeniyle oluştuğu hipotezi test edilmektedir. Bu görüşe ilişkin ampirik çalışmalar; Huang (1981)[209] ile MacDonald ve Taylor (1993)[210] tarafından yapılmıştır. Flood ve Hodrick (1990)[211] ise aşırı volatiliteye Rasyonel Kabarcıklardan başka faktörlerin yol açtığını belirtmişlerdir.

Spekülatif kabarcıklar kavramı literatüre Meese (1986)'nın[212] Hausman (1978)[213] Spesifikasyon testini baz alarak geliştirmiş olduğu çalışma ile girmiştir. Richard A. Meese bu çalışmasında McCallum (1976)[214] Araç Değişkenler tahmincisini kullanmış ve 1973-1982 dönemi arasındaki USD/JPY, USD/DM ve USD/GBP değerlerinde kabarcıklar oluştuğu sonucuna ulaşmıştır. Spekülatif kabarcıkların varlığını gösteren bir diğer çalışma Evans (1986)[215] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada ise parametrik olmayan test teknikleri uygulanmıştır.

Ancak daha sonra oluşmaya başlayan literatürde bu çalışmalarda kullanılan test tekniklerinin "Normal dağılım varsayımı" nedeniyle sağlam (robust) olmadığı düşüncesi hakim olmuştur. Bu nedenle Im (1996)[216] daha sağlam (robust) sayılabilecek bir test tekniği geliştirmiş ve Monte Carlo simülasyonunu temel alan bu test teknikleri Taylor ve Peel (1998)[217] ile Sarno ve Taylor (1999)[218] tarafından yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Bu çalışmalarda sadece belli dönemlerde

[209] Roger D. Huang, "The Monetary Approach to Exchange Rate in An Efficient Foreign Exchange Market: Tests Based on Volatility", **Journal of Finance**, Vol. 36, No: 1, 1981, s. 31-41.
[210] Ronald MacDonald ve Mark P. Taylor, "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-run Equilibrium and Forecasting", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 40, No: 1, 1993, s. 89-107.
[211] Robert P. Flood ve Robert J. Hodrick, "On Testing for Speculative Bubbles", **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 4, No: 2, 1990, s. 85-101.
[212] Richard A. Meese, "Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates?", **Journal of Political Economy**, Vol. 94, Issue 2, 1986, s. 345-373.
[213] Jerry A. Hausman, "Specification Tests in Econometrics", **Econometrica**, Vol. 46, Issue 6, 1978, s. 1251-1271.
[214] Bennett T. McCallum, "Rational Expectations and the Estimation of Econometric Models: An Alternative Procedure", **International Economic Review**, Vol. 17, No: 2, 1976, s. 484-490.
[215] George W. Evans, "A Test for Speculative Bubbles in the Sterling Dollar Exchange Rate: 1981-84", **American Economic Review**, Vol. 76, Issue 4, 1986, s. 621-636.
[216] Kyung So Im, "Least Square Approach to Non-Normal Disturbances", **University of Cambridge Department of Applied Economics Working Paper**, No: 9603, 1996.
[217] Mark P. Taylor ve David A. Peel, "Periodically Collapsing Stock Price Bubbles: A Robust Test", **Economics Letters**, Vol. 61, Issue 2, 1998, s. 221-228.
[218] Lucio Sarno ve Mark P. Taylor, "Moral Hazard, Asset Price Bubbles, Capital Flows, and the East Asian Crisis: The First Tests", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 18, Issue 4, 1999, s. 637-657.

kabarcıklar oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca döviz kurlarında oluşan bu kabarcıkların serilerdeki çarpıklık ve basıklık değerlerine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle Reinhart ve Reinhart (2009)[219] gelişmekte olan piyasalara sermaye akımları üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, çeşitli piyasalarda oluşan kabarcıkların varlığının tespiti ile ilgili literatürü ortaya koyarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu değerlendirme yapılırken temel alınan piyasalardaki basıklık ve çarpıklık değerleri de göz önünde bulundurulmuştur.

1.1.3.2. Peso Problemi

Hata terimlerinin dağılımının tahmin hatası (forecast error) bulundurmasının nedeni yatırımcıların hızlı bir biçimde karar alarak tamamen Rasyonel Beklentiler Hipotezine uygun hareket etseler bile, gelecekteki olası rejim değişimlerini de sezebilmeleri temeline dayandırılmaktadır. Literatürde Peso Problemi olarak bilinen bu durum ilk olarak Meksika Peso (MXN)'sunun 1970'li yıllardaki davranış biçimini tanımlayabilmek için Rogoff (1979)[220], Krasker (1980)[221] ve Lizondo (1983)[222] tarafından teorik bir biçimde ortaya konmuştur. MXN sabit kur rejimi altında yönetilmesine rağmen, 1970'li yılların başından itibaren bir devalüasyon beklentisine maruz kalmıştır. Bunun sonucu olarak uluslararası piyasalarda USD'ye karşı olan MXN Forward Kur değeri sürekli hesaplanmıştır. Yıllar süren beklentiye rağmen beklenen devalüasyon ancak 1976 yılında gerçekleşmiştir. Bu konuyu inceleyen en önemli ampirik çalışmaların; Engel ve Hamilton (1990)[223] ile Kaminsky (1993)[224] tarafından yapıldığı görülmektedir. Ancak bu çalışmalar Peso Probleminin küçük bir örneklem aralığına sahip olması nedeniyle teorik açıdan beklenen işaretlere sahip

[219] Carmen M. Reinhart ve Vincent R. Reinhart, "Capital Flow Bonanzas: An Encompassing View of the Past and Present", **National Bureau of Economic Research International Seminar on Macroeconomics 2008**, The MIT Press, Cambridge, 2009, s. 9-62.
[220] Kenneth S. Rogoff, "Essays on Expectations and Exchange Rate Volatility", **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Massachusetts Institute of Technology, mimeo, 1979.
[221] William S. Krasker, "The "Peso Problem" in Testing the Efficiency of Forward Exchange Markets", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 6, Issue 2, 1980, s. 269-276.
[222] Jose Saul Lizondo, "Foreign Exchange Futures Prices under Fixed Exchange Rates", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1-2, 1983, s. 69-84.
[223] Charles Engel ve James D. Hamilton, "Long Swings in the Dollar: Are They in the Data and Do Markets Know It", **American Economic Review**, Vol. 80, Issue 4, 1990, s. 689-713.
[224] Graciela L. Kaminsky, "Is There A Peso Problem? Evidence from the Dollar/Pound Exchange Rate, 1976-1987", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 3, 1993, s. 450-472.

olmamasının nedenini açıklayamamıştır. Bekaert ve Hodrick (2001)[225] ile Bekaert vd. (2009)[226] tarafından yapılan çalışmalarda bu konuya ilişkin ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, Peso Problemi ve ekonomik beklentilere bağlı olarak ortaya çıkan Risk Primi kavramları gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalar için tam olarak açıklanamamıştır. Engel (2011)[227], geniş bir literatür taramasında bulunmuş ve bu konuda teorik altyapı ile ampirik bulguların örtüşmediğini bir kez daha vurgulamıştır. Bu çalışma genel denge modeli yaklaşımı ile gelişmekte olan piyasalar ve gelişmiş piyasalar ayrımına giderek var olan bu soruna çözüm getirmesi bakımından oldukça önem arz etmektedir.[228*]

1.1.3.3. Rasyonel Öğrenme (Rational Learning)

Piyasa katılımcılarının yeni koşulları öğrenebilmek için yeteri kadar zaman bulduğunda yatırımcılar Rasyonel Beklentiler Hipotezine uygun hareket etseler bile, bu durumun hata terimlerinde tahmin hatalarına ve otokorelasyona yol açtığı bir önceki kısımda belirtilmiştir. Bunun nedenini açıklamaya çalışan ve Rasyonel öğrenme adı verilen bir diğer yaklaşım Lewis (1989)[229], Lewis (1989)[230] ve Lewis (1995)[231] tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu kavram iki olası gerçekleşme arasında piyasa katılımcılarının bilgilerini sürekli güncellediği temeline dayanmaktadır. Bu bilgi güncelleme süreci Bayesyen (Bayesian Learning) yaklaşımları ile olasılık değerlerinin ve hata terimleri dağılımlarının sürekli güncellemesi ile gerçekleşmektedir.

---

[225] Geert Bekaert ve Robert J. Hodrick, "Expectations Hypotheses Tests", **Journal of Finance**, Vol. 56, Issue 4, 2001, s. 1357-1394.
[226] Geert Bekaert, Eric Engstrom ve Yuhang Xing, "Risk, Uncertainty and Asset Prices", **Journal of Financial Economics**, Vol. 91, Issue 1, 2009, s. 59-82.
[227] Charles Engel, "The Real Exchange Rate, Real Interest Rates, and the Risk Premium", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 17116, 2011.
[228*] Genel denge modellerinin gelişimine ilişkin literatür, bu çalışmanın giriş bölümünde oldukça ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Charles Engel bu konuda global finansal krizden sonra (özellikle 2010 yılında) yapılmış birçok çalışmaya atıf vermektedir.
[229] Karen K. Lewis, "Can Learning Affect Exchange-rate Behavior? The Case of the Dollar in the Early 1980's", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 23, Issue 1, 1989, s. 79-100.
[230] Karen K. Lewis, "Changing Beliefs and Systematic Rational Forecast Errors with Evidence from Foreign Exchange", **American Economic Review**, Vol. 79, No: 4, 1989, s. 621-636.
[231] Lewis, **a.g.e.**, 1995, s. 1913-1971.

1.1.3.4. Bilgi Sürecindeki Etkinsizlikler

Anket çalışmalarına yönelik tekniklerin gelişmesi beklentilerin modellenmesi yerine beklentilerin bu yöntemler ile ortaya konabileceği fikrini doğurmuştur. Bu alandaki literatüre özetleyen Takagi (1991)'e[232] göre bu alana en büyük katkıyı yapan çalışmalar; Frankel ve Froot (1987)[233] ile Froot ve Frankel (1989)[234] tarafından yapılmıştır. Anket çalışmalarından elde edilen sonuçlar Etkin Piyasalar Hipotezinin geçerli olmamasının nedenini hem Rasyonel Beklentiler Hipotezinin geçerli olmamasına hem de yatırımcıların riskten kaçınan bir yapıya sahip olmasına dayandırmaktadır. Bu konuda son yıllardaki önemli çalışmalardan olan Jongen vd. (2008)[235] tarafından yapılan çalışmada ise döviz kurlarında irrasyonel beklentilerin ve zamana göre değişen risk priminin geçerli olduğu belirtilmiştir.

1.2. DÖVİZ KURUNUN BELİRLENMESİ: TEORİLER VE AMPİRİK BULGULAR

Faiz Oranı Pariteleri ve Satın Alma Gücü Paritesi kavramları Klasik ve Neoklasik modele ait kavramlardır. Döviz kurlarının belirlemesine yönelik ele alınan ilk Keynesyen yaklaşımlarda, ithal ve ihraç mallarının arz ve talep esnekliğine bağlı olarak yapılacak bir devalüasyonun ödemeler bilançosunu pozitif etkileyeceği düşünülmektedir. Marshall (1923)[236], Lerner (1936)[237] ve Harberger (1950)[238] tarafından ortaya konan ve "Marshall-Lerner Koşulu" olarak bilinen yaklaşıma

[232] Shinji Takagi, "Exchange Rate Expectations: A Survey of Survey Studies", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 38, No: 1, 1991, s. 156-183.
[233] Jeffrey A. Frankel ve Kenneth A. Froot, "Using Survey Data to Test Standard Propositions Regarding Exchange Rate Expectations", **American Economic Review**, Vol. 77, Issue 1, 1987, s. 133-153.
[234] Kenneth A. Froot ve Jeffrey A Frankel, "Forward Discount Bias: Is It An Exchange Risk Premium?", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 104, Issue 1, 1989, s. 139-161.
[235] Ron Jongen, Willem F.C. Verschoor ve Christian C.F. Wolf, "Foreign Exchange Rates Expectations: Survey and Synthesis", **Journal of Economic Surveys**, Vol. 22, Issue 1, 2008, s. 140-165.
[236] Alfred Marshall, **Money, Credit and Commerce**, Macmillan, Londra, 1923.
[237] Abba P. Lerner, "The Symmetry Between Export and Import Taxes", **Economica**, Vol. 3, No: 11, 1936, s. 306-313.
[238] Arnold C. Harberger, "Currency Depreciation, Income and The Balance of Trade", **Journal of Political Economy**, Vol. 58, No: 1, 1950, s. 47-60.

göre,[239*] ithal ve ihraç mallarının arz esneklikleri sonsuzken ulusal paranın değer kaybı (devalüasyon) dış ticaret açığını azaltıcı bir etkide bulunacaktır. İthal mallarının yurt içi talep esnekliği ile ihraç mallarının yurt dışı talep esnekliği toplamının mutlak olarak bire eşit veya birden büyük olması gerektiğini söyleyen bu koşul, kısa dönemli döviz kuru hareketlerini açıklayan bu dönemdeki tek teori olmuştur. Orta dönemdeki döviz kuru hareketleri ise Keynesyen Harcama-Gelir Modeli ile açıklanmaya çalışılmıştır.[240] Ancak 1960'lı yılların başında Mundell ve Fleming'in Keynesyen Harcama-Gelir Modeline sermaye akımlarını da ilave ederek oluşturmuş olduğu yaklaşım, döviz kurlarının belirlenmesine yönelik modellerin ortaya çıkması bakımından oldukça önemlidir. Bu yaklaşımı takiben, literatürde Esnek Fiyat Parasal modeli, Yapışkan Fiyat Overshooting modeli, Reel Faiz Parasal modeli, Genel Denge ve Likitide modelleri, Portföy Denge modeli, Yeni Açık Ekonomi Makro Ekonomi modellerinden olan Redux ve Dinamik Stokastik Genel Denge modelleri ortaya çıkmıştır. Bu kısımda yukarıda belirtilen modeller açıklanmaya çalışılarak, bu modeller üzerine yapılmış olan ampirik çalışmaların ve modellerin tahmin performanslarının incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.2.1. Sabit Fiyat Mundell Fleming Modeli

Mundell (1961)[241], Mundell (1962)[242], Fleming (1962)[243] ve Mundell (1963)[244] tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya konan Mundell-Fleming (MF) modeli, orijinal olarak statik beklentiler varsayımı üzerine inşa edilmiştir. Küçük-açık ekonomi için Keynesyen bir model olan bu model, daha sonraları literatürde Perfect-foresight (Mükemmel öngörü) ve Rasyonel Beklentiler Hipotezlerinin ortaya çıkması ile birlikte bu varsayımları da içeren bir biçimde genişletilmiştir. Bununla

---

[239*] Bu koşul bazı çalışmalarda "Marshall-Lerner-Harberger Koşulu" olarak adlandırılabilmektedir.
[240] Giancarlo Gandolfo, **International Finance and Open-economy Macroeconomics**, Springer-Verlag, Berlin, 2002, s. 81-82.
[241] Robert A. Mundell, "A Theory of Optimum Currency Areas", **American Economic Review**, Vol. 51, No: 4, 1961, s. 657-665.
[242] Robert A. Mundell, "The Appropriate Use of Monetary and Fiscal Policy for Internal and External Stability", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 9, No: 1, 1962, s. 70-79.
[243] J. Marcus Fleming, "Domestic Financial Policies under Fixed and Under Floating Exchange Rates", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 9, No: 3, 1962, s. 369-380.
[244] Robert A. Mundell, "Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exhange Rates", **Canadian Journal of Economics and Political Science**, Vol. 29, No: 4, 1963, s. 475-485.

birlikte, MF modelinde tam esnek toplam arz eğrisi ve tam sermaye hareketliliği varsayımları da bulunmaktadır. Bu varsayımlar para politikasının çok güçlü bir şekilde etkin olduğu, maliye politikasının ise hiç etkin olmadığı sonucunu doğurmaktadır. MF modeli döviz kurlarının belirlenmesinde mikro temelli bir açıklama öne sürmemektedir. Krugman (2002)'ye[245] göre ise bu model makroekonomi alanında "açık ekonomiyi" temel alan ilk çalışmadır.

MF modelinde, belirli bir vadeye sahip olan ulusal bono ve yabancı bono ile birlikte ulusal para ve yabancı paradan oluşan dört araçlı bir finansal piyasanın var olduğu varsayılmaktadır. Yabancı ve ulusal bonolar arasında tam esnek bir ikame söz konusuyken, hane halkı yabancı ve ulusal paradan sadece bir tanesini elinde tutmaktadır. Modelde tam sermaye hareketliliği varsayımının sonucu olan Yurt içi Faiz Oranları = Yurt dışı Faiz Oranları ($i = i^*$) eşitliği de bulunmaktadır.

Ulusal ekonomi için Para Piyasası Dengesi ya da LM eğrisi şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$m - d = m^D - p = \beta_o y - \beta_1 i \qquad \beta_o \text{ ve } \beta_1 > 0 \tag{1.20}$$

Bu eşitlikte; m^D, Para Talebini, p Yurt içi Fiyat Seviyesini, y Çıktıyı (output) ve i Yurt içi Faiz Oranını belirtmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri ve ücret ile tam esnek arz eğrisi varsayımlarını içeren Mal Piyasası Dengesi ya da IS eğrisi ise aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$y = d = g + \gamma_1(s - p) + \gamma_2 y - \gamma_3 i \quad \gamma_1 > 0,\ \gamma_2 < 1 \text{ ve } \gamma_3 > 0 \tag{1.21}$$

Çıktı talep tarafından belirlenirken, g Kamu Harcamalarını, $(s - p)$ Net İhracat miktarı ile toplam talep eğrisini etkileyen rekabet gücü terimini ifade etmektedir. y_t gelir yoluyla tüketim üzerinde etkide bulunurken, i_t yatırım ve tüketim

[245] Paul R. Krugman, "Crises: The Next Generation", **Economy Policy in the International Economy: Essays in Honor of Assaf Razin**, Cambrigde University Press, Cambirdge, 2002, s. 15-32.

yoluyla toplam talep üzerinde etkili olmaktadır. Buna göre, Ödemeler Dengesi Bilançosu (BP) denge koşulu ise şu şekilde oluşmaktadır:

$$b = \vartheta_o(s-p) + \vartheta_1 y + \vartheta_2 y^* + \vartheta_3 i + n \qquad \vartheta_o, \vartheta_2 > 0,\ \vartheta_1 < 0 \text{ ve } \vartheta_3 \to \infty \qquad (1.22)$$

Görüldüğü üzere, bu denklemde Net Yabancı Varlıklara ödenen faiz oranı bulunmamaktadır. (1.20) ve (1.21) eş anlı denklem sistemi ile çözüldüğünde aşağıdaki denklemler ortaya çıkacaktır:[246]

$$dy = \frac{1}{1-\gamma_2} dg + \frac{\gamma_1}{1-\gamma_2} ds - \frac{\gamma_3}{1-\gamma_2} di^* \qquad (1.23)$$

$$dm = \frac{\beta_o}{1-\gamma_2} dg + \frac{\beta_o \gamma_1}{1-\gamma_2} ds - \left[\beta_1 + \frac{\beta_o \gamma_3}{1-\gamma_2} \right] di^* \qquad (1.24)$$

Bu modelde denge IS-LM-BP eğrilerinin kesişim noktasında oluşmaktadır. Bu denge durumu para ve maliye politikaları ile bozulabilmektedir. Sabit fiyat varsayımlı MF modelinden, para politikasının etkin olacağı maliye politikasının da etkin olmayacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Buna karşılık, Tam Sermaye Hareketliliği varsayımı yumuşatılarak para politikasının ve maliye politikasının etkinliği konusunda değişik sonuçlara ulaşmak mümkündür.[247]

1.2.2. Esnek Fiyat Parasal Modeli

Esnek Fiyatlı Parasal Model (FPMM), Frenkel (1976)[248], Mussa (1976)[249], Frenkel ve Johnson (1978)[250], Mussa (1979)[251] çalışmalarından hareketle

[246] Nelson C. Mark, **International Macroeconomics and Finance: Theory and Econometric Methods**, Blackwell, Oxford, 2001, s. 183-184.
[247] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, **Foundations of International Macroeconomics**, MIT Press, Cambridge, 1996, s. 631.
[248] Jacob A. Frenkel, "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", **Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 78, No: 2, 1976, s. 200-224.
[249] Michael Mussa, "The Exchange Rate, the Balance of Payments and Monetary and Fiscal Policy under A Regime of Controlled Floating", **Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 78, No: 2, 1976, s. 229-248.
[250] Jacob A. Frenkel ve Harry A. Johnson, **The Economics of Exchange Rates**, Addison-Wesley, Reading, 1978, s. 1-26.

tanımlanmıştır. Bu model Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu ve Para Talebinin istikrarlı olacağı varsayımlarını içermektedir. Logaritmik olarak tanımlanan Para Talebi yine logaritmik olarak tanımlanmış olan Reel Gelir (y), Fiyat Düzeyi (p) ve Bono Faiz Hadlerine (r) bağlıdır. Bu değişkenler Yabancı Para Talebi için de tanımlanmaktadır. Buna göre; ulusal ve yabancı para için, yabancı varlıklar üstsel yıldız ile gösterilmek üzere parasal denge şu şekilde ifade edilmektedir:

$$m^s = p + \phi y - \lambda r \tag{1.25}$$

$$m^{s*} = p^* + \phi^* y^* - \lambda^* r^* \tag{1.26}$$

Bu modelde Yurt içi Faiz Hadlerinin dışsal olduğu varsayımı bulunmaktadır. Tam Sermaye Hareketliliği mevcut olduğundan Yurt içi Faiz Hadleri Dünya Faiz Hadlerine oldukça sıkı bir biçimde bağlıdır ve bunun neticesinde döviz kurlarında herhangi bir değişim olmaması beklenmektedir. Çıktının (output) da tam istihdam seviyesinde sabit olduğu göz önünde bulundurulursa[252*] piyasadaki herhangi bir aşırı parasal büyüklük Paranın Yansızlığı Hipotezi geçerli olduğundan sadece "tamamen esnek" olan Ulusal Fiyat Düzeyini etkileyecektir.

Ticari mallardaki denge (ödemeler bilançosu dengesi) ise Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu durumda sağlanmaktadır. Buna göre, p^* ulusal ekonomiye göre dışsal olan ve Dünya Para Arzına göre belirlenen Dış Fiyat Düzeyini belirtmek üzere, Satın Alma Gücü Paritesi aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır: [253]

$$s = p - p^* \tag{1.27}$$

---

[251] Michael Mussa, "Empirical Regularities in the Behavior of Exchange Rates and Theories of the Foreign Exchange Market", **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 11, 1979, s. 9-57.

[252*] Bu durum Neoklasik Arz Eğrisi varsayımını ifade etmektedir.

[253] Keith Cuthbertson ve Dirk Nitzsche, **Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange**, John Wiley and Sons, Second Edition, West Sussex, 2004, s. 609.

Bu durumda Yurt içi Para Arzı, Yurt içi Fiyat Seviyesini belirlemektedir. (1.25), (1.26) ve (1.27) denklemleri birleştirildiğinde denge döviz kuru şu şekilde oluşmaktadır:

$$s = m^{s} - m^{s*} - \phi y + \phi^{*} y + \lambda r - \lambda^{*} r^{*} \tag{1.28}$$

Bu modele göre; (1) Ulusal para arzındaki bir artış, yabancı mallara ve yabancı varlıklara olan talebi arttıracaktır. Bu durum yabancı paraya aşırı bir talep yaratarak ulusal paranın değer kaybetmesine yol açar. (2) Alternatif olarak, aşırı para ile oluşan denge yurt içindeki mallara aşırı bir talep yaratır. Bu durum da Phillips Eğrisinden hareketle ulusal fiyatların yükselmesine neden olacaktır. Göreceli olarak daha ucuz durumda olan yabancı mallar döviz kurları üzerinde bir baskı oluşturacaktır.

Fisher Hipotezine göre, zayıf bir para politikası veya enflasyon beklentisi Nominal Faiz Oranlarında bir yükselmeye neden olabilmektedir. Buna göre, i Nominal Faiz Oranını belirtmek üzere aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

$$i = \psi + \pi \tag{1.29}$$

Bu eşitlikte ψ Reel Faiz Oranını, π Enflasyon Oranını ifade etmektedir. Bu denklem (1.28)'e ilave edildiği takdirde yüksek enflasyon beklentisinin; (1) Yüksek nominal faize (2) Ulusal paranın değer kazanmasına yol açtığı sonucuna ulaşılır. Bu noktada Frankel (1979)[254] döviz kurunun değeri yerine getirisini temel alarak Reel Faiz modelini ortaya koymuştur.

Yukarıdaki tanımlanan (1.28) FPMM denklemi, Satın Alma Gücü Paritesi koşulunun duranlığını ve Para Talebinin fonksiyon yapısı gibi durumlar göz önüne alınarak ampirik testlere tabi tutulmuştur. Literatürü de geniş bir biçimde ele alan

[254] Jeffrey A. Frankel, "On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials", **American Economic Review**, Vol. 69, No: 4, 1979, s. 610-622.

çalışmalardan olan Cuthbertson (1997)[255], 1970-1990 dönemindeki G-10 ülkelerinin "majör" olarak ifade edilen döviz kurlarında ve Brezilya ve Arjantin gibi yüksek enflasyon yaşamış olan ülkelerde FPMM'nin geçerli olmadığını göstermiştir.

1.2.3. Yapışkan Fiyat Dornbusch Overshooting Modeli

Yapışkan Fiyat Dornbusch Overshooting modeli (SPMM) Dornbusch (1976)[256] tarafından yapılan çalışma ile ortaya konmuştur. Bu çalışmada tanımlanan SPMM modelinde MF modelinden farklı olarak, kısa dönemde fiyatların sabit değil yapışkan olduğu, uzun dönemde ise fiyatların FPMM modelinde olduğu gibi esnek olduğu varsayılmaktadır. Kısa dönemde Mal Piyasasındaki fiyatlarının denge seviyesine gelmeleri zaman alırken, döviz kurları ve varlık fiyatları (bono piyasaları) sürekli bir yapıda olan esnek fiyat mekanizmasına göre hareket etmektedir. Bu durum belirtilen piyasalarda "sıçrama (overshooting)" adı verilen etkiye yol açmaktadır. Bu model MF modelinin, "Mükemmel öngörü varsayımını içeren dinamik versiyonu" olarak adlandırılmaktadır.[257]

Para piyasası sürekli dengede olmak üzere, LM eğrisi şu şekilde ifade edilmektedir:

$$m - p = \phi y - \lambda i \tag{1.30}$$

Modelde Mal Piyasalarında denge durumu meydana gelmemesi için Gerçekleşen Çıktı miktarının sabit olduğu ve y^d 'nin Yurt içi Talebi yansıttığı varsayımları bulunmaktadır. Yurt içi Talep ise Reel Döviz Kuruna $(s + p^* - p)$, Reel Gelire (y) ve Yurt içi Faiz Oranına (i) bağlı olmaktadır:

$$y^d = \delta(s - p) + \gamma y - \sigma i + g \qquad p^* = 0 \tag{1.31}$$

[255] Keith Cuthbertson, "Microfoundations and the Demand for Money", **Economic Journal**, Vol. 107, Issue 443, 1997, s. 1186-1201.
[256] Rudiger Dornbusch, "Expectations and Exchange Rate Dynamics", **Journal of Political Economy**, Vol. 84, No: 6, 1976, s. 1161-1176.
[257] Ronald MacDonald, **Exchange Rate Economics: Theories and Evidence**, Routledge, New York, 2007, s. 115.

Fiyat seviyelerinin dinamiği ise kurala bağlı olarak aşağıdaki şekilde yönetilmektedir:

$$\dot{p} = \pi(y^d - y) \tag{1.32}$$

$0 < \pi < \infty$ varsayımı altında yukarıdaki denklem Mal Piyasalarının dengeye gelme hızını ifade etmektedir. Buna göre, enflasyon mallara olan aşırı talep ile ölçülmektedir. Aşırı talebin sınırlı olacağı göz önüne alınırsa fiyatlarda bir "zıplama (jump)" meydana gelmeyecek; fiyat yükselişleri meydana gelse bile belli bir zaman sonra fiyatlar tekrar denge noktasına dönecektir. Bu durum "fiyatların yapışkanlığı" olarak ifade edilmektedir.[258]

Uluslararası sermaye piyasasında denge ise Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi koşulu ile ifade edilmektedir:

$$i = i^* + \dot{s}^e \tag{1.33}$$

$\dot{s}^e$ beklenen anlık değerlenme oranını, $\bar{s}$ durağan denge durumu (steady-state) döviz kurunu belirtmek üzere, model geleceğe yönelik beklentileri de içeren bir biçimde aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\dot{s}^e = \theta(\bar{s} - s) \tag{1.34}$$

Bu noktada θ parametresi ise geleceğe yönelik beklentilerin Mükemmel öngörü varsayımları ile belirlendiğini ifade etmektedir. Dornbusch (1980)[259] θ parametresini çözerek, tutarlı bir sabit değeri olduğunu ortaya koymuştur. Bu durumda model aşağıdaki biçimi alacaktır:

$$\dot{s}^e = \dot{s} \tag{1.35}$$

[258] Mark, **a.g.e**, 2001, s. 187-188.
[259] Rudiger Dornbusch, "Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 11, Issue 1, 1980, s. 143-206.

Blanchard (1981)[260] ile Blanchard ve Dornbusch (1984)[261] gibi çalışmalarda önceden öngörülen para politikasına karşı Rasyonel Beklentiler Hipotezinin geçerli olduğu varsayılarak para politikasının sadece kısa dönemde etkin olacağı ortaya konmuştur. Obstfeld (1985)[262] modelin dinamik stokastik temelli çözümünü yapmıştır ve bu çözüm ampirik analize oldukça uygundur. Bu noktadan sonra Dinamik SPMM modeli; Eichenbaum ve Evans (1995)[263] tarafından VAR modeli ile Clarida ve Gali (1994)[264] tarafından Yapısal VAR (SVAR) modeli ile çözülmüştür. Ancak yapılan ampirik çalışmalar genel olarak Dornbusch'un modelinin geçerliliğini doğrulamamaktadır. Literatürdeki genel sonuçlardan farklı olarak Bjorland (2009)[265] tarafından yapılan çalışma, VAR modellerinde farklı bir kısıtlamaya gidererek Avustralya, Kanada, Yeni Zelanda ve İsveç gibi "Küçük-açık" (Small-open) ekonomilerde SPMM modelinin geçerli olabileceğini göstermiştir.

Frankel (1979)[266] ise Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesinin geçerliliği varsayımı yerine "Göreceli Enflasyon Oranı" adını verdiği ve Yurt içi Enflasyon Oranı ile Dünya Enflasyon Oranı arasındaki farkı ifade eden değişkeni de modele dahil etmiştir. Bu durumda Fisher Hipotezi gereği Reel Faizler önemli olmamaktadır. Frankel Reel Faiz Parasal Modeli (RIMM) olarak bilinen bu model, Rasyonel Beklentiler Hipotezi ile tutarlı olacak bir biçimde tanımlanmıştır. Bu model tanımı ise "öngörülemeyen para politikasının döviz kurlarında kalıcı bir değerlenmeye yol açacağı" sonucunu doğurmaktadır.

---

[260] Olivier J. Blanchard, "Output, the Stock Market and Interest Rates", **American Economic Review**, Vol. 71, No: 1, 1981, s. 132-143.
[261] Olivier J. Blanchard ve Rudiger Dornbusch, "US Deficits, the Dollar and Europe", **Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review**, Vol. 25, No: 148, 1984, s. 89-113.
[262] Maurice Obstfeld, "Floating Exchange Rates: Experience and Prospects", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 16, Issue *2*, 1985, s. 369-450.
[263] Martin Eichenbaum ve Charles L. Evans, "Some Empirical Evidence on the Effects of Shocks to Monetary Policy on Exchange Rates", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 110, No: 4, 1995, s. 975-1010.
[264] Richard H. Clarida ve Jordi Gali, "Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: How Important Are Nominal Shocks?" **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 41, 1994, s. 1-56.
[265] Hilde C. Bjornland, "Monetary Policy and Exchange Rate Overshooting: Dornbusch was Right After All", **Journal of International Economics**, Vol. 79, Issue 1, 2009, s. 64-77.
[266] Jeffrey A. Frankel, "On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials", **American Economic Review**, Vol. 69, No: 4, 1979, s. 610-622.

1.2.4. Genel Denge ve Likitide Modelleri

Döviz kurlarında denge modelleri ilk olarak Stockman (1980)[267] ve Lucas (1982)[268] tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. İki ülkeli Genel Denge modeli iktisadi birimlerin belli bir bütçe kısıtı altındaki bugünün beklenen değeri üzerinden hesaplanan faydalarının maksimum olması temellidir. Bu yaklaşım Gerçek Konjonktür Dalgalanmaları (Real Business Cycle) literatürünün bir alt dalı olarak düşünülmektedir. Bu modelin FPMM'nin birden fazla malın ticaretine izin veren ve ülkeler arasında reel şoklar barındırabilen geliştirilmiş ve genelleştirilmiş bir versiyonu olduğu söylenebilir. Buna göre, denge modelinde tek bir zamanda, iki ülkenin ve iki malın var olduğu bir dünya varsayımı altında, fiyatların FPMM'inde olduğu gibi denge noktasını sağlayan esnek bir yapıda oluştuğu varsayılmaktadır. Ancak Genel Denge modeli FPMM'den farklı olarak iktisadi karar birimlerinin, ulusal ve yabancı mallar açısından en yüksek faydayı sağlayan noktayı göz önüne alarak tercih yapacaklarını belirtmektedir. Ticaret yapan ülkeler benzer refah seviyesine sahiptir ve ulusal ve yabancı para birimleri Merkez Bankaları tarafından dışsal olarak belirlenmektedir.

Buna göre, konu edilen varsayımlar altında çözülen ve ayrıntılı olarak Stockman (1987) [269] tarafından yapılan çalışmada belirtilen bu çözüme göre denge döviz kuru aşağıdaki şekilde belirlenmektedir:

$$s_t = m_t - m_t^* - \xi_t + \xi_t^* + \pi_t \qquad (1.36)$$

s_t Nominal Denge Döviz Kurunu, m_t Ulusal Para Arzını, m_t^* Yabancı Paranın Arzını, ξ_t ve ξ_t^* ise sırasıyla ulusal ve yabancı paraya, ulusal veya yabancı para cinsinden ölçülen fiyatlara göre oluşan gerçek talebi ifade etmektedir. π_t ise

[267] Alan C. Stockman, "A Theory of Exchange Rate Determination", **Journal of Political Economy**, Vol. 88, No: 4, 1980, s. 673-698.
[268] Robert E. Jr. Lucas, "Interest Rates and Currency Prices in A Two-country World", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 10, Issue 3, 1982, s. 335-359.
[269] Alan C. Stockman, "The Equilibrium Approach to Exchange Rates", **Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review**, Vol. 73, Issue 2, 1987, s. 12-30.

Reel Döviz Kurunu göstermektedir. Tüm değişkenler doğal logaritma (ln) değerleri ile modelde yer almaktadır.

(1.36) denkleminde açıkça görüldüğü üzere, Genel Denge modelleri parasal modellerin genelleştirilmiş biçimidir. Ancak bu modelde yurt içinde meydana gelecek bir verimlilik artışı kişi başı çıktının artmasına neden olmakla birlikte iki etkiye yol açmaktadır: Bunlardan ilki "Göreceli Fiyat Etkisidir". Obstfeld ve Stockman (1985)'e göre[270], ulusal çıktının göreceli fiyatındaki bir düşüş Reel Döviz Kurunu yükselterek Nominal Döviz Kurunu arttıracak yani ulusal para değer kaybedecektir. İkinci etki ise "Para Talebi Etkisi" olarak ifade edilmektedir. Bu dinamiğe göre, aynı parasal modellerde olduğu gibi ulusal paraya olan talep arttığında ulusal paranın değer kaybetmesi sonucu ortaya çıkacaktır.

Likitide Denge modelleri olarak bilinen ve Genel Denge modellerinin geliştirilmiş versiyonuna göre, bütçe doğrusunda oluşan fazladan bir nakit miktarı sadece mal talebine yönelmeyecek, finansal varlıkların satın alınmasında da kullanılacaktır. Lucas (1990)[271] tarafından kapalı ekonomi için tanımlanan ve Grilli ve Roubini (1992)[272] tarafından orjinal bir biçimde ortaya konan iki ülkeli modele göre, Para Arzı ve Bono Piyasaları aracığıyla tüm hükümetlerin bütçe doğruları birbirine bağlıdır. Buna göre, oluşan şoklar Bono Piyasaları ve Para Arzı yollarıyla Nominal Faiz Hadlerini etkileyecek, bu durumda da şoklar (Beklenen Enflasyon ve Reel Faiz yoluyla) Nominal ve Reel döviz kurlarına etkide bulunacaktır.

Beadury ve Devereux (1995)[273] tarafından yapılan çalışmada Parasal Şoklar ile Reel Döviz Kurları arasında dinamik bir denge tanımlanmıştır. Bu yaklaşıma göre, teknolojinin ilerlediği ve ölçeğe göre artan getirinin olduğu varsayımı altında

[270] Maurice Obstfeld ve Alan C. Stockman, "Exchange-Rate Dynamics", **Handbook of International Economics**, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1985, s. 917-977.
[271] Robert E. Jr. Lucas, "Liquidity and Interest Rates", **Journal of Economic Theory**, Vol. 50, Issue 2, 1990, s. 237-264.
[272] Vittorio Grilli ve Nouriel Roubini, "Liquidity and Exchange Rates", **Journal of International Economics,** Vol. 32, Issue 3-4, 1992, s. 339-352.
[273] Paul Beaudry ve Michael B. Devereux, "Money and the Real Exchange Rate with Sticky Prices and Increasing Returns", **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 43, 1995, s. 55-101.

parasal şokların kalıcı biçimde Reel Döviz Kurlarında değer kaybına yol açarak; Çıktı, Tüketim ve Yatırım üzerinde olumlu bir etkide bulunacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmalardan sonra literatürde "Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi" modelleri olarak bilinen dinamik modellerden hareketle, nominal katılık ve tam olmayan rekabet gibi mikro bazlı varsayımlardan hareket eden yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu modeller literatürde Redux modelleri ve Dinamik Stokastik Genel Denge (DSGE) modelleri olarak bilinen yaklaşımlardır. Ancak Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi modellerine geçmeden önce Yabancı Varlıklar ile Ulusal Varlıklar arasında tam olmayan bir ikamenin var olduğunu ileri süren Portföy Denge Modelinden söz etmek gerekmektedir.

1.2.5. Portföy Denge Modeli

FPMM ve SPMM modelleri tüm yurt içi ve yurt dışı varlıkların tam ikameye sahip olduğunu ve refah etkisinin Cari İşlemler Dengesinde fazla yaratacağı ya da Cari İşlemler Açığını azaltıcı bir etkide bulunacağını öne sürmektedir. Portföy Denge Modeli'nde (PBM) ise Yabancı Varlıklar ile Ulusal Varlıklar arasında tam olmayan bir ikamenin mevcut olduğu varsayılmaktadır.

Temel olarak Dornbusch ve Fischer (1980)[274], Dooley ve Isard (1980)[275], Dooley ve Isard (1982)[276] ve Branson (1984)[277] tarafından ortaya konan bu yaklaşıma göre, en azından kısa dönem için döviz kurlarının değeri piyasalardaki tüm finansal varlıklara olan arz ve talep ile açıklanabilir. Para, Yurt içi Bonolar ve Yurt dışı Bonolar gibi varlıklara sahip olma durumunun Cari İşlemler Dengesinde

[274] Rudiger Dornbusch ve Stanley Fischer, "Exchange Rates and the Current Account", **American Economic Review**, Vol. 70, No: 5, 1980, s. 960-971.
[275] Michael P. Dooley ve Peter Isard, "Capital Controls, Political Risk and Deviations from Interest-rate Parity", **The Journal of Political Economy**, Vol. 88, No: 2, 1980, s. 370-384.
[276] Michael P. Dooley ve Peter Isard, "A Portfolio-balance Rational-expectations Model of the Dollar-mark Exchange Rate", **Journal of International Economics**, Vol. 12, Issue 3-4, 1982, s. 257-276.
[277] William H**.** Branson, "A Model of Exchange Rate Determination with Policy Reaction**:** Evidence from Monthly Data, **Contemporary Macroeconomic Modelling**, Blackwell, Oxford, 1984, s. 128-150.

dinamik bir değişime neden olacağı görüşünden harekete tanımlanan bu modele göre, Cari İşlemler Dengesindeki değişimler döviz kurlarının değerini belirlemektedir.

PBM modeli Para M, Yurt içi Bonolar B ve Yurt içinde yaşayanların sahip olduğu Yabancı Bonolar B^* ile gösterilmek üzere şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$M/W = m(r, r^* + E_t\Delta s_{t+1}) \quad (1.37)$$

$$B/W = B(r, r^* + E_t\Delta s_{t+1}) \quad (1.38)$$

$$SB^*/W = B^*(r, r^* + E_t\Delta s_{t+1}) \quad (1.39)$$

Bu denklemlerde r Yurt içi Faiz Hadlerini r^* Yurt dışı Faiz Hadlerini, $E_t\Delta s_{t+1}$ Ulusal Parada Beklenen Değer Kaybını belirtmektedir. Yurt içi Para, Yurt içi Bonolar ve Yabancı Bonolar arasında toplu bir ikame söz konusu olup, Yabancı Bonoların miktarı Cari İşlemler Fazlasına T(S/P) bağlı olmaktadır. Buna göre aşağıdaki denklemler tanımlanmaktadır:

$$W = M + B + SB^* \quad (1.40)$$

$$\dot{B}^* = T(S/P) + r^*B^* \quad (1.41)$$

Devalüasyon meydana geldiğinde ise, Dış Ticaret Dengesi'nde $(T' > 0)$ koşulu ortaya çıkacaktır. Buna göre, PBM kısa ve uzun dönem için Statik Beklentiler, Rasyonel Beklentiler Hipotezi ve Döviz Kurlarında Sıçrama (Overshooting) yaklaşımları temel alınarak çözülebilmektedir.[278]

PBM modelinde belirtilmesi gereken önemli bir nokta, modelin mal fiyatlarının nasıl hareket ettiğine dair bir varsayım içermediğidir. Bu durum özellikle Açık Piyasa İşlemleri ile Yurt içi Bonolar satın alınarak para politikası uygulanmasına imkân tanımaktadır. Burada para politikasının uygulanabildiği dönem "kısa dönemli dengeden uzun dönemli dengeye geçiş süresi" olarak

[278] Cuthbertson ve Nitzsche, **a.g.e.**, s. 615.

tanımlanmaktadır. Ayrıca bu sürede piyasaya Yurt içi Bono arz edilerek maliye politikası da uygulanabilmektedir. Bu noktada piyasadaki bono miktarının değişimi, döviz kurlarında değerlenmeye veya değer kaybına neden olmaktadır. Aynı biçimde döviz kurlarının değeri varlık tercihlerine de bağlı olarak değişebilmektedir.[279]

Branson ve Henderson (1985)[280] ise Cari İşlemler Dengesinde pozitif etkiye sahip olan refah artışının, Üretim, Tüketim ve Tasarruf fonksiyonlarındaki etkileşimini ortaya koyarak daha genel bir denge tanımlamıştır. Bu noktada Rasyonel Beklentiler Hipotezinin geçerliliği varsayımı altında çözümün gerçekleştirilmesi ile birlikte PBM genel denge modellerine benzer bir biçim almıştır.[281] Tüm bu yaklaşımlar "Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi" modellerinin temelini oluşturmaktadır.

1.2.6. Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi Modelleri

Literatürde "Yeni Açık Ekonomi Makroekonomi" modelleri olarak bilinen dinamik modeller yardımıyla nominal katılık ve tam olmayan rekabet gibi mikro bazlı varsayımlardan hareket eden yaklaşımlar ortaya çıkmıştır.[282*] Bu kısımda bu yaklaşımlardan olan Redux modeli ve Dinamik Stokastik Genel Denge (DSGE) modellerinden söz edilecektir.

1.2.6.1. Redux Modeli

Redux modeli ilk defa Obstfeld ve Rogoff (1995)[283] tarafından yapılan çalışmada tanımlanmıştır. Bu model stokastik ve iki ülkeli olup, Neoklasik Rasyonel Beklentiler Hipotezini Yapışkan Fiyatlarla birlikte ele almaktadır. Model monopolistik firma davranışlarının olası bir aşırı kapasiteye yol açması durumunda,

---

[279] MacDonald, **a.g.e.**, s. 183-190.
[280] William H. Branson ve Dale W. Henderson, "The Specification and Influence of Asset Markets", **Handbook of International Economics**, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1985, s. 749-805.
[281] Giorgio Radaelli, **Exchange Rate Determination and Control**, Routledge, Londra, 1995, s. 80.
[282*] Bu modeller "Microstructure Yaklaşımlar" ile karıştırılmamalıdır. Microstructure bulgular için örneğin bkz. Richard K. Lyons, **The Microstructure Approach to Exchange Rates**, The MIT Press, Cambridge, 2001, s. 1-18.
[283] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, "Exchange Rate Dynamics Redux", **Journal of Political Economy**, Vol. 103, No: 3, 1995, s. 624-660.

bu durumun paranın uluslararası piyasalarda yayılımına yardımcı olarak "Çıktıyı" etkilediği varsayımı üzerine kurulmuştur.

Redux modelinin çözümünün volatiliteye bağlı olarak varsayımların değiştiği durumlarda nasıl tanımlandığı ve bu konuları içeren ilgili literatür, MacDonald (2007)[284] tarafından ayrıntılı bir biçimde ele alınmaktadır. Kısaca Redux modeli aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:[285]

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \delta^{t} \left[\frac{\sigma}{\sigma - 1} \ln C_t^{(\sigma-1)/\sigma} + \frac{\kappa}{1-\varepsilon} \ln \left(\frac{M_t}{P_t} \right)^{1-\varepsilon} - \frac{\kappa}{\mu} y_t(z)^{\mu} \right] \qquad (1.42)$$

Redux modeli tahmin edilmek yerine simülasyonlar ve kalibrasyonlar yardımıyla çözülmektedir. Modelde, faydasını maksimize etmeye çalışan üreticilerin veya tüketicilerin bu durumu hayat boyu devam ettireceği varsayılmaktadır. Reel Faizler ile Nominal Faizler arasında ise Reel Faiz Oranı Paritesi kuralının geçerli olduğu varsayımı bulunmaktadır.

Tüm t değerleri için Dinamik Bütçe Doğrusu ise aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$B_{t+1} - B_t + rB_t + \frac{M_t - M_{t-1}}{P_t} = \frac{p_r(z)}{P_t} - C_t - T_t \qquad (1.43)$$

Modelde, C_t Toplam Tüketimi, M_t Para Dengesini, B_t Uluslararası piyasalarda işlem gören Risksiz Bonoyu, T_t Vergi Gelirlerini, r Reel Faizleri, y Reel Çıktıyı, $y(z)$, daha yüksek Çıktının daha çok boş zaman yaratacağını, z bölünmemiş, sürekli iktisadi karar birimlerini (agents) göstermektedir.

[284] MacDonald, **a.g.e**, s. 252-288.
[285] Cuthbertson ve Nitzsche, **a.g.e**., s. 624.

Redux modelinde parasal şoklar kalıcı reel etkiler yaratmakta ve bunun sonucunda Tüketim, Çıktı ve Döviz Kuru değerleri etkilenmektedir. Bu modelde Tek Fiyat Kanununun ve Satın Alma Gücü Paritesinin geçerli olduğu varsayımı altında bile farklı sonuçların oluşmayacağı ortaya konmuştur. Olumlu parasal şoklardan sonra refah artmaktadır. Bu durumda üretim artmakta ve piyasalar giderek daha etkin olan Tam Rekabet Piyasası hâlini almaktadır. Bu noktada uzun dönemde bile "Paranın Yansızlığı" söz konusu olmamaktadır.

Redux modelleri ile ilgili literatür ve ampirik uygulamalar; Corsetti ve Pesenti (2001)[286], Lane (2001)[287], Lubik ve Schorfheide (2006)[288], Bergin (2006)[289] tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Ancak tüm bu çalışmalar döviz kurlarının belirlenmesi konusunda farklı sonuçlara ulaşmıştır. Literatürde var olan bir diğer yaklaşım ise DSGE modelleridir.

1.2.6.2. Dinamik Stokastik Genel Denge (DSGE) Modeli

DSGE modellerinin teorik altyapısı Obstfeld ve Rogoff (2001)[290] tarafından yapılan çalışmada oluşturulmuştur. Bu model; toplam ekonomi, ekonomik büyüme, iş çevirimleri, para ve maliye politikası gibi konuları mikroekonomik prensipler kullanarak çözmeye çalışmaktadır. Modelin dinamik yapısı Redux modelinde olduğu gibi süreklilik varsayımından gelmekle birlikte, modelin stokastik tarafı ekonominin teknoloji, petrol fiyatları veya yanlış politikalar gibi rassal olgulardan etkilenmesinden oluşmaktadır. DSGE yaklaşımının "Lucas Eleştirisine" bir cevap olarak ortaya çıktığı ve geçmişe dönük veriler yerine gelecekteki olası tercihleri de

[286] Giancarlo Corsetti ve Paolo Pesenti, "Welfare and Macroeconomic Independence", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 116, No: 2, 2001, s. 421-445.
[287] Philip R. Lane, "The New Open Economy Macroeconomics: A Survey", **Journal of International Economics**, Vol. 54, Issue 2, 2001, s. 235-266.
[288] Thomas A. Lubik ve Frank Schorfheide, "A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 20, The MIT Press, Cambridge, 2006, s. 313-382.
[289] Paul R. Bergin, "How Well Can the New Open Economy Macroeconomics Explain the Exchange Rate and Current Account?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 25, Issue 5, 2006, s. 675-701.
[290] Maurice Obstfeld ve Kenneth S. Rogoff, "The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There A Common Cause?", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 15, The MIT Press, Cambridge, 2001, s. 339-412.

dikkate alan bir modelleme tekniği kullandığı ileri sürülmektedir.[291] Bu görüşün temelinde modelin Bayesyen yöntemlerden oluşturulan parametreleri kullanarak simülasyon yapması bulunmaktadır. Günümüzde (özellikle 2007-2009 Global Finansal Krizi de dikkate alınarak) DSGE modelleri geniş bir biçimde tartışılmaktadır. Christiano vd. (2005)[292], Adolfon vd. (2007)[293], Adolfson vd. (2011)[294] tarafından yapılan çalışmalarda DSGE modellerinin ele alınan tüm VAR modellerinden daha güçlü sonuçlar ortaya koyabildiğine dair bulgulara ulaşılmıştır. Bu noktada Smets ve Wouters (2007)[295] tarafından yapılan çalışmada kullanılan DSGE yaklaşımının ele alınan tahmin yöntemi ve parametre değerlerinden hareketle, günümüze kadar mevcut olan ampirik çalışmalar içinde "en önemlisi" olduğu düşünülmektedir. Woodford (2009)[296] tarafından ileri sürülen bu düşünceye göre, Smets-Wouters modeli makroekonomide ulaşılan "Yeni Keynesyen"[297*] fikir birliğinin o ana kadar gelebildiği son aşamadır.

DSGE modellerine ait teknikler birçok Merkez Bankası tarafından kullanılmaktadır. Bu çalışmalara ait literatür Tovar (2009)[298] tarafından yapılan çalışmada özetlenmiştir. Türkiye için DSGE modellerine yönelik ilk çalışmanın ise Çebi (2011)[299] tarafından yapıldığı söylenebilir. Bu çalışmada "Standart Küçük-ölçek

---

[291] Michael Woodford, **Interest and Prices: Foundations of A Theory of Monetary Policy**, Princeton Universty Press, New Jersey, 2003, s. 12.

[292] Lawrence J. Christiano, Martin Eichenbaum ve Charles L. Evans, "Nominal Rigidities and The Dynamic Effects of A Shock to Monetary Policy", **Journal of Political Economy**, Vol. 113, Issue 1, 2005, s. 1-45.

[293] Malin Adolfso, Stefan Laseen, Jesper Linde ve Mattias Villani, "Bayesian Estimation of An Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-through", **Journal of International Economics**, Vol. 72, Issue 2, 2007, s. 481-511.

[294] Malin Adolfso, Stefan Laseen, Jesper Linde ve Lars E.O. Svensson, "Optimal Monetary Policy in An Operational Medium-sized DSGE Model", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 43, Issue 7, 2011, s. 1287-1331.

[295] Frank Smets ve Rafael Wouters, "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach", **American Economic Review**, Vol. 97, No: 3, s. 586-606.

[296] Michael Woodford, "Convergence in Macroeconomics: Elements of the New Synthesis", **American Economic Journal: Macroeconomics**, Vol. 1, Issue 1, 2009, s. 267-279.

[297*] Ayrıca bu çalışmada tüm "Yeni Keynesyen" literatür de oldukça ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

[298] Camilo E. Tovar, "DSGE Models and Central Banks", **Economics**, Vol. 3, Issue 16, 2009, s. 1-31.

[299] Cem Çebi, "The Interaction Between Monetary and Fiscal Policies in Turkey: An Estimated New Keynesian DSGE Model", **Central Bank Of The Republic of Turkey Working Paper**, No: 11/04, 2011.

Açık Ekonomi Yeni Keynesyen" modeli, Lubik ve Schorfheide (2007)[300] tarafından yapılan çalışma ile tanımlanan DSGE tahmin yöntemine dayandırılmış ve bu yaklaşıma maliye politikası modifikasyonu eklenmiştir.

Hızlı gelişen bir literatüre rağmen, DSGE modellerinin 2007-2009 Global Finansal Krizini yeterince öngöremediğine, politika uygulamalarına hızlı cevap veremediğine, Yeni Keynesyen bakış açısından çok da farklı olmadığına ve "öngörü performansının zayıf olduğuna" dair eleştiriler bulunmaktadır.[301*] Bu noktada DSGE modellerinin göreceli olarak "henüz yeni" olduğu ve bu yaklaşım başta olmak üzere benzer genel denge modellerine yönelik araştırmaların literatürün geleceğini oluşturacağı söylenebilir.[302*]

1.2.7. Yapısal Modeller Üzerine Yapılmış Ampirik Çalışmalar

Literatürde Parasal Modeller üzerine ilk ampirik çalışma Frenkel (1976)[303] tarafından yapılmış ve FPMM modelinin geçerliliğine dair güçlü bulgular bulunmuştur. FPMM modelinin ampirik geçerliliği Hodrick (1978)[304] tarafından yapılan çalışmada da gösterilmiştir. Reel Faiz Oranları Farklarına dayanan yaklaşımın ortaya konması ile birlikte araştırmacılar bu yönteme yönelmiştir. Bu dönemde SPMM modeline yapılan çalışmalar da genel olarak ampirik bulgulara rastlanılmamış ya da zayıf bulgulara rastlanılmıştır. Bu çalışmalardan olan Backus

[300] Thomas Lubik ve Frank Schorfheide, "Do Central Banks Respond to Exchange Rate Movements? A Structural Investigation", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 54, Issue 4, 2007, s. 1069-1087.
[301*] DSGE modellerinin öngörü performanslarının zayıf olduğunu belirten, son zamanlarda yapılmış güncel ve ayrıntılı bir çalışma için bkz. Rochelle M. Edge ve Refet S. Gürkaynak, "How Useful are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Bankers", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 41, Issue 2, 2010, s. 209-259.
[302*] DSGE modellerinin teorik altyapısı için bkz. Fabio Canova, **Methods for Applied Macroeconomic Research**, Princeton University Press, New Jersey, 2007, s. 27-66. DSGE modellerinde Bayesyen Simülasyon yöntemlerinin ayrıntıları için bkz. **a.e.**, s. 399-442. DSGE modellerinin para politikası karar alma süreçlerinde kullanımı için bkz. Jordi Gali, **Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introdcution to New Keynesian Framework**, Princeton University Press, New Jersey, 2008, s. 4-12.
[303] Jacob A. Frenkel, "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", **Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 78, Issue 2, 1976, s. 200-224.
[304] Robert J. Hodrick, "An Empirical Analysis of the Monetary Approach to the Determination of the Exchange Rate", **Studies in the Economics of Exchange Rates**, Addison Wesley, Reading, 1978, s. 97-116.

(1984)[305], CAD/USD kur değerinde 1971-1980 dönemi için zayıf da olsa SPMM'nin geçerli olduğunu gösteren ampirik bulgular elde etmiştir.

Meese (1986)[306], Rasyonel Kabarcıkların mevcut olmadığını ve FPMM modelinin geçerli olduğunu öne sürmüştür. Meese ve Rogoff (1988)[307], Reel Faiz Oranı Farklarının ölçümüne ilişkin yapmış oldukları çalışmalarında Reel Döviz Kurları ile Reel Faiz Farkları arasında Koentegrasyonun var olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Throop (1993)[308] bu sonucun ortaya çıkmasını Reel Döviz Kuru veya Risk Primi ölçülürken önemli değişkenlerin dışarıda bırakılması sorununa (omitted variables bias) bağlamıştır. Meese ve Rose (1991)[309] ise Para Talebindeki olası doğrusal olmayan yapıları incelemiştir. Çalışmalarında Para Talebinin doğrusal olmayan bir dinamiğe sahip olmadığını ve Parasal Modellerin geçerli olmamasında "nonlinearity" kavramının etkili olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

MacDonald ve Taylor (1993)[310] ile MacDonald ve Taylor (1994)[311] ise Koentegrasyon analizi ve Dinamik yöntemler kullanarak Parasal Modellerin geçerliliğine ilişkin ampirik bulgular elde etmişlerdir. Flood ve Rose (1995)[312], aşırı volatiliteyi Parasal Modellere dahil etmiş ve FPMM ile SPMM modelleri temel alınarak oluşan dinamiğin, volatilite üzerinde çok az değişime neden olduğu

[305] David Backus, "Empirical Models of the Exchange Rate: Separating the Wheat from the Chaff", **Canadian Journal of Economics**, Vol. 17, No: 4, 1984, s. 824-846.
[306] Richard A. Meese, "Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates?", **Journal of Political Economy**, Vol. 94, Issue 2, 1986, s. 345-373.
[307] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Was It Real? The Exchange Rate-Interest Differential Relation over the Modern Floating-rate Period", **Journal of Finance**, Vol. 43, Issue 4, 1988, s. 933-948.
[308] Adrian W. Throop, "A Generalized Uncovered Interest Parity Model of Exchange Rates", **Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Review**, Vol. 93, Issue 2, 1993, s. 3-16.
[309] Richard A. Meese ve Andrew K. Rose, "An Empirical Assessment of Nonlinearities in Models of Exchange Rate Determination", **Review of Economic Studies**, Vol. 58, Issue 3, 1991, s. 603-619.
[310] Ronald MacDonald ve Mark P. Taylor, "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-run Equilibrium and Forecasting", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 40, No: 1, 1993, s. 89-107.
[311] Ronald MacDonald ve Mark P. Taylor, "The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-run Relationships, Short-run Dynamics and How to Beat A Random Walk", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 13, Issue 3, 1994, s. 276-290.
[312] Robert P. Flood ve Andrew K. Rose, "Fixing Exchange Rates: A Virtual Quest for Fundamentals", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 36, Issue 1, 1995, s. 3-37.

sonucuna varmıştır. Taylor ve Peel (2000)[313] ise Parasal Modellerin ESTAR modellerinin yaklaşımı ile açıklanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Genel Denge modellerinin dinamikleri daha önce de belirtildiği üzere, Stockman (1987)[314] tarafından yapılan çalışma ile açıklanmıştır. Ancak Frankel (1990)[315], bu modelin ampirik olarak test edilebilmesinin mümkün olmadığını öne sürmüştür. Bunun üzerine tanımlanan Likitide Modelleri Grilli ve Roubini (1993)[316] tarafından G-7 ülkelerine, Clarida ve Gali (1994)[317] tarafından da ABD ekonomisine uygulanmıştır. Ancak SPMM modelinde olduğu gibi "standart" biçimde tanımlanmış olan Genel Denge ya da Likitide Modellerine yapılan uygulamalarda güçlü sonuçlar elde edilememiştir.

PBM ise verilere ulaşmadaki zorluk nedeniyle Parasal Modellere göre daha az ilgi çekmiştir. Lewis (1988)[318], beş ülke için Yabancı Bonolara olan Talep Fonksiyonundan hareketle PBM modelinin geçerliliğine ilişkin ampirik bulgular elde etmiştir. Dominguez ve Frankel (1993)[319] ise anket verilerinden hareketle Risk Primini ölçmüş ve elde edilen sonuçların PBM ile tutarlı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

1.2.8. Yapısal Modellerin Tahmin Performansları

Bu kısımda döviz kuru tahmininde kullanılan yapısal modellerin örneklem aralığı dışındaki (out-of-sample) tahmin performanslarına ilişkin literatür incelenecektir. Literatürdeki tahmin performansları karşılaştırılırken belirtilmesi

[313] Mark P. Taylor ve David A. Peel, "Nonlinear Adjustment, Long-run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 19, Issue 1, 2000, s. 33-53.
[314] Stockman, **a.g.e.**, s. 12-30.
[315] Jeffrey A. Frankel, "Zen and the Art of Modern Macroeconomics: A Commentary", **Monetary Policy for a Volatile Global Economy**, American Enterprise Institute, Washington, 1990, s. 117-123.
[316] Vittorio Grilli ve Nouriel Roubini, "Liquidity, Capital Controls and Exchange Rates", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 139-153.
[317] Richard H. Clarida ve Jordi Gali, "Sources of Real Exchange-Rate Fluctuations: How Important Are Nominal Shocks?", **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 41, 1994, s. 1-56.
[318] Karen K. Lewis, "Testing the Portfolio Balance Model: A Multi-lateral Approach", **Journal of International Economics**, Vol. 24, Issue 1-2, 1988, s. 109-127.
[319] Kathryn M. Dominguez ve Jeffrey A. Frankel, "Does Foreign-exchange Intervention Matter? The Portfolio Effect", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 5, 1993, s. 1356-1369.

gereken öncü ve en önemli çalışmalar şüphesiz Meese ve Rogoff (1983)[320] ve Meese ve Rogoff (1983)[321] tarafından yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalarda drift içeremeyen Rassal Yürüyüş (RW) yaklaşımı, farklı dönemler ve tahmin aralıkları için ele alınan birçok döviz kurunda, VAR modellerinden ve Forward Kur değerlerinden daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca RW yaklaşımının tahmin performansı, Reel Faiz Farkları Modeli ve Hooper ve Morton (1982)[322] tarafından tanımlanmış olan PBM modelinden de daha güçlüdür. Döviz kuru tahmininde ulaşılan bu sonuçlar literatürde "Meese-Rogoff Bulmacası (Puzzle)" olarak adlandırılmıştır.[323*]

Boughton (1984)[324], PBM'nin çeyrek yıllık veriler için RW yaklaşımından daha iyi sonuç verebileceğini belirtirken, bu dönemdeki hiçbir çalışma alternatif zaman aralıkları ve farklı döviz kurları temel alındığında RW yaklaşımından sürekli olarak daha iyi bir tahmin performansı gösterememiştir. Ahking ve Miller (1987)[325] tarafından yapılan çalışmada da ARIMA modellerinin RW yaklaşımından daha iyi performans gösteremediği sonucuna ulaşılmıştır.

---

[320] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1-2, 1983, s. 3-24.

[321] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "The Out of Sample Failure of Empirical Exchange Models: Sampling Error or Misspesification", **Exchange Rates and International Macroeconomics**, University of Chicago Press, Chicago, 1983, s. 67-112.

[322] Peter Hooper ve John Morton, "Fluctuations in the Dollar: A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 1, Issue 1, 1982, s. 39-56.

[323*] Bu noktada çalışmalardan elde edilen sonucun önemini bir kez daha vurgulamak gerekmektedir. Çalışmalarda kullanılmış olan RW yaklaşımı, bir sonraki dönem tahmini için (t+1), bu dönemki (t) döviz kuru değerini temel almaktadır. Bir başka deyişle, "bugünün en iyi döviz kuru tahmini, dün gerçekleşmiş olan döviz kuru değeridir". Bu durumda RW yaklaşımından daha güçlü bir tahmin performansı ortaya konamaması "döviz kurlarının öngörülemediği" anlamına gelmektedir.

[324] James M. Boughton, "Exchange Rate Movements and Adjustment in Financial Markets: Quarterly Estimates for Major Currencies", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 31, No: 3, 1984, s. 445-468.

[325] Francis W. Ahking ve Stephen M. Miller, "Comparison of The Stochastic Processes of Structural and Time-series Exchange-rate Models", **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 69, No: 3, 1987, s. 496-502.

MacDonald ve Taylor (1991)[326] tarafından yapılan çalışmada Koentegrasyon analizi kullanılmış ve "kısmen" RW yaklaşımından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Hendry ve Mizon (1993)[327], Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff'un temel aldığı VAR modellerinde yeterince fazla değişken kullanılmadığı ve dinamik bir süreç tanımlanmadığı için VAR modellerinin RW yaklaşımından daha iyi performans gösteremediğini öne sürmüştür. Johansen ve Juselius (1994)[328] tarafından yapılan çalışmada ise VECM ile birlikte döviz kuru tahmininde, Kısıtlanmış VAR (CVAR) ve Tutumlu VAR (PVAR) modellerini de dikkate almak gerektiği belirtilmiştir. Bu yaklaşımları da dikkate alan MacDonald ve Marsh (1997)[329] ile MacDonald ve Marsh (1999)[330], RW yaklaşımından daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini öne sürmüştür. Cuaresma ve Hlouskova (2005)[331] tarafından yapılan çalışmada ise VAR, Sınırlanmış VAR (RVAR), BVAR, VEC ve Bayesyen VEC (BVEC) modelleri kullanılmıştır. Çalışmada Doğu Avrupa'daki gelişmekte olan altı ülkenin döviz kurları ele alınmış, ancak sadece altı aydan daha uzun dönemler için yapılan tahminlerde RW yaklaşımına göre daha iyi performans elde edilebilmiştir. Benzer bir sonuca BVAR modelini kullanarak otuz üç döviz kuru ile tahminde bulunan Carriero vd. (2009)[332] tarafından da ulaşılmıştır.

Literatürdeki en önemli çalışmalardan biri olan Mark (1995)[333] ise çeyrek yıllık veriler kullanarak, ancak dört yıl gibi uzun sayılabilecek bir tahmin uzaklığı

---

[326] Ronald MacDonald ve Mark P. Taylor, "Risk, Efficiency and Speculation in the 1920s Foreign Exchange Market: An Overlapping Data Analysis", **Review of World Economics**, Vol. 127, Issue 3, 1991, s. 500-523.

[327] David F. Hendry ve Grayham E. Mizon, "Evaluating Dynamic Econometric Models by Encompassing the VAR", **Models, Methods and Applications of Econometrics**, Blackwell, Oxford, 1993, s. 272-300.

[328] Soren Johansen ve Katarina Juselius, "Identification of the Long-run and the Short-run Structure: An Application to the ISLM Model", **Journal of Econometrics**, Vol. 63, Issue 1, 1994, s. 7-36.

[329] Ronald MacDonald ve Ian W. Marsh, "On Fundamentals and Exchange Rates: A Cassellian Perspective", **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 79, No: 4, 1997, s. 655-664.

[330] Ronald MacDonald ve Ian W. Marsh, **Exchange Rate Modelling**, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999, s. 145-156.

[331] Jesus Crespo Cuaresma ve Jaroslava Hlouskova, "Beating the Random Walk in Central and Eastern Europe", **Journal of Forecasting**, Vol. 24, Issue 3, 2005, s. 189-201.

[332] Andrea Carriero, George Kapetanios ve Massimiliano Marcellino, "Forecasting Exchange Rates with A Large Bayesian VAR", **International Journal of Forecasting**, Vol. 25, Issue 2, 2009, s. 400-417.

[333] Nelson C. Mark, "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-horizon Predictability", **American Economic Review**, Vol. 85, Issue 1, 1995, s. 201-218.

için Parasal Modellerin güçlü sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermiştir. Bu çalışma Yapısal modellerin RW modellerinden "kesin olarak" daha iyi sonuç elde edilebileceği gösteren ilk çalışmadır. Benzer bir sonuç Chinn ve Meese (1995)[334] ile Mark ve Choi (1997)[335] tarafından yapılan çalışmalarda, aylık Reel Döviz Kurları kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmalarda temel alınan döviz kurları için, ancak "uzun dönem" olarak belirtilen otuz altı aydan sonrasındaki bir tahmin için RW yaklaşımından daha iyi performans elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak, bu üç çalışma Parasal Modelleri temel alan yapısal modellerin de performans açısından "güçlü" olabileceğini göstermesi açısından dikkat çekicidir. Mark ve Sul (2001)[336] tarafından yapılan çalışmada ise Parasal Modeller, Panel Veri tahmin yöntemleri ile birlikte kullanılmış ve tahmin uzaklığı olan bir çeyreklik dönemde USD karşısında tanımlanan sadece bir döviz kurunda RW yaklaşımından daha iyi sonuç elde edilmiştir. On altı çeyrek sonu olarak tanımlanan tahmin uzaklığında ise USD karşısında tanımlanan on sekiz döviz kurundan on yedisi RW yaklaşımından daha iyi performans göstermiştir. Cheung vd. (2005)[337] tarafından yapılan kapsamlı çalışma ise her bir döviz kuru değeri için aynı tahmin aralığı temel alındığında, ele alınan hiçbir modelin daha iyi tahmin performansı gösteremediği sonucuna ulaşması bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada *expost* değişkenler kullanılarak "döviz kurlarının öngörülemediği" sonucu oldukça sağlam (robust) bir biçimde ortaya konmuştur.

Bu çalışmalar ile birlikte literatürde, "uzun dönemli öngörüyü" doğrusal olmayan modeller ile inceleyen çalışmaların da yer almaya başladığı görülmektedir. Bu yaklaşıma ilişkin çalışmalar; Kilian (1999)[338], Taylor ve Peel (2000)[339], Taylor

[334] Menzie D. Chinn ve Richard A. Meese, "Banking on Currency Forecast: How Predictable is Change in Money?" **Journal of International Economics**, Vol. 38, Issue 1-2, 1995, s.161-178.
[335] Nelson C. Mark ve Doo-Yull Choi, "Real Exchange-rate Prediction over Long Horizons", **Journal of International Economics**, Vol. 43, Issue 1-2, 1997, s. 29-60.
[336] Nelson C. Mark ve Donggyu Sul, "Nominal Exchange Rates and Monetary Fundamentals: Evidence from A Small Post Bretton-Woods Panel", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1, 2001, s. 3-24.
[337] Yin-Wong Cheung, Menzie D. Chinn ve Antonio C. Pascual, "Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 24, Issue 7, 2005, s. 1150-1175.
[338] Lutz Kilian, "Exchange Rates and Monetary Fundamentals: What Do We Learn from Long-horizon Regressions", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 14, Issue 5, 1999, s. 491-510.

vd. (2001)[340], Kilian ve Taylor (2003)[341], Clarida vd. (2003)[342], Rapach ve Wohar (2006)[343], Altavilla ve De Grauwe (2010)[344] tarafından yapılmıştır. Buna göre, literatürde önde gelen bu çalışmalarda genel olarak doğrusal olmayan modellerin veya Markov Switching Modeli gibi Rejim Değişim Modellerinin, RW yaklaşımından daha iyi performans gösterebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu sonuçlar her bir tahmin dönemi ve döviz kuru için "kesin" bir biçimde ortaya çıkamamaktadır. Ancak bu çalışmalara karşılık olarak Chaboud ve Wright (2005)[345] ile Cheong vd. (2012)[346] tarafından yapılan çalışmalarda, döviz kurlarının martingale süreci izlediği ve günlük ve saatlik frekans gibi kısa dönemler için "kesinlikle" tahmin edilemeyeceği ileri sürülmüştür. Bu çalışmalarda gelişmiş ülkelerin döviz kurlarının "Martingale Farkı" özelliği gösterdiğine ilişkin ampirik bulgular elde edilmiştir.

Literatürde gelinen bu noktada, o güne kadar ele alınan yaklaşımlardan elde edilen sonuçlar ile "kesin olarak RW yaklaşımından daha iyi performans gösterilemeyeceği" fikrinin kabul edildiği söylenebilir. Bu nedenle araştırmacılar farklı yaklaşımlara yönelme gereğini hissetmişlerdir. Bu noktada Engel ve West (2005)[347] tarafından yapılan çalışma oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, "bugün değerli varlık fiyatlama modeli" kullanılarak döviz kurlarının neredeyse

---

[339] Mark P. Taylor ve David A. Peel, "Nonlinear Adjustment, Long-run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 19, Issue 1, 2000, s. 33-53.
[340] Mark P. Taylor, David A. Peel ve Lucio Sarno, "Nonlinear Mean Reversion in Real Exchange Rates: Towards A Solution to The Purchasing Power Parity Puzzles", **International Economic Review**, Vol. 42, Issue 4, 2001, s. 1015-1042.
[341] Lutz Kilian ve Mark P. Taylor,"Why is It So Difficult to Beat The Random Walk Forecast of Exchange Rates?", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 85-107.
[342] Richard H. Clarida, Lucio Sarno, Mark P. Taylor ve Giorgio Valente, "The Out-of-sample Success of Term Structure Models as Exchange Rate Predictors: A Step Beyond", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 61-83.
[343] David E. Rapach ve Mark E. Wohar, "The Out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Real Exchange Rate Behavior", **International Journal of Forecasting**, Vol. 22, Issue 2, 2006, s. 341-361.
[344] Carlo Altavilla ve Paul De Grauwe, "Forecasting and Combining Competing Models of Exchange Rate Determination", **Applied Economics**, Vol. 42, Issue 27, 2010, s. 3455-3480.
[345] Alain P. Chaboud ve Jonathan H. Wright, "Uncovered Interest Parity: It Works, but Not for Long", **Journal of International Economics**, Vol. 66, Issue 2, 2005, s. 349-362.
[346] Chongcheul Cheong, Young-Jae Kim ve Seong-Min Yoon, "Can We Predict Exchange Rate Movements at Short Horizons?", **Journal of Forecasting**, 2012, forthcoming.
[347] Charles Engel ve Kenneth D. West, "Exchange Rate and Fundamentals", **Journal of Political Economy**, Vol. 113, No: 3, 2005, s. 485-517.

Rassal Yürüyüş süreci izlediği ortaya konmuş ve "Granger Nedensellik İlişkisi" tersine çevrilerek, yapısal modellerde kullanılan iktisadi değişkenlerin döviz kurları yardımıyla tahmin edilebileceği öne sürülmüştür. Bu çalışma döviz kurlarında öngörülebilirliliğin mümkün olabilmesi için geleceğe yönelik değişkenlerin ve modellerin kullanılması gerektiğini göstermiştir.

Bu çalışmadan sonra Engel ve West (2006)[348], Gourinchas ve Rey (2007)[349] Clarida ve Waldman (2008)[350], Engel vd. (2008)[351], Alquist ve Chinn (2008)[352], Mark (2009)[353], Molodtsova ve Papell (2009)[354], Li (2011)[355] gibi çalışmalarda ele alınan yöntemler, Taylor Kuralı temelli yaklaşımları ve Enflasyon Hedeflemesi gibi para politikası kurallarına ait birtakım değişkenleri içermektedir. Bu yaklaşımların RW ve daha önce belirtilen ekonometrik modellerden daha iyi performans gösterebileceği görülmüştür. Ancak Rogoff ve Stavrakeva (2008)[356], kısa dönem tahmin uzaklığı için Taylor Kuralı vb. temelli yapısal modellerin, hâlâ RW yaklaşımına üstünlük sağlayamadığı vurgusunda bulunmuştur. Chinn (2008)[357] ise EUR/USD paritesini temel aldığı çalışmasında Taylor Kuralı temelli yaklaşımların başarılı olabilmesi için özellikle "doğru" yönteme dayanan bir "Output Gap (Çıktı

[348] Charles Engel ve Kenneth D. West, "Taylor Rules and the Deutschemark-Dollar Real Exchange Rate", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 38, Issue 5, 2006, s. 1175-1194.
[349] Pierre-Olivier Gourinchas ve Helene Rey, "International Financial Adjustment", **Journal of Political Economy**, Vol. 115, Issue 4, 2007, s. 665-703.
[350] Richard H. Clarida ve Daniel Waldman, "Is Bad News about Inflation Good News for the Exchange Rate? And, If So, Can That Tell Us Anything about Monetary Policy?", **Asset Price and Monetary Policy** National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2008, s. 371-396.
[351] Charles Engel, Nelson C. Mark ve Kenneth D. West, "Exchange Rate Models Are Not As Bad As You Think", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 22, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 381-441.
[352] Ron Alquist ve Menzie D. Chinn, "Conventional and Unconventional Approaches to Exchange Rate Modelling and Assessment", **International Journal of Finance and Economics**, Vol. 13, Issue 1, 2008, s. 2-13.
[353] Nelson C. Mark, "Changing Monetary Policy Rules, Learning, and Real Exchange Rate Dynamics", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 41, Issue 6, 2009, s. 1047-1070.
[354] Tanya Molodtsova ve David H. Papell, "Out-of-sample Exchange Rate Predictability with Taylor Rule Fundamentals", **Journal of International Economics**, Vol. 77, Issue 2, 2009, s. 167-180.
[355] Xiao-Ming Li, "How Do Exchange Rates Co-move? A study on The Currencies of Five Inflation-targeting Countries", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 35, Issue 2, 2011, s. 418-429.
[356] Kenneth S. Rogoff ve Vania Stavrakeva, "The Continuing Puzzle of Short Horizon Exchange Rate Forecasting", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 14071, 2008.
[357] Menzie D. Chinn, "Non-linearities, Business Cycles and Exchange Rates", **Banca Monte dei Paschi di Sieana SpA Economic Notes**, Vol. 37, No: 3, 2008, s. 219-239.

Açığı)"[358*] hesaplanması gerektiğini belirtmiştir.[359*] Menzie D. Chinn, eğer bu koşul sağlanırsa bir yıl ve sonrasındaki daha uzun dönem için "kesin olarak" RW yaklaşımından daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini vurgulamıştır. Cerra ve Saxena (2010)[360] ise Parasal Modeller temel alarak tanımlanan Panel Koentegrasyon test sonuçlarının RW yaklaşımından daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Rogoff (2009)[361] tarafından yapılan çalışmada ise Panel Veri yaklaşımlarının Reel Döviz Kurunu tahmin etmede başarılı olabileceği ancak "Meese-Rogoff Bulmacasında" Nominal Döviz Kurlarının kullanıldığını belirtilerek hâlen bu hususun çözümü konusunda "yeni bir şey" söylenmediği eleştirisinde bulunulmuştur.

Kenneth S. Rogoff ve Vania Stavrakeva tarafından yapılan eleştiri yukarıda belirtilenlere ek olarak, döviz kurları tahminlerinde meydana gelen hatalarının karşılaştırmasında kullanılan Clark-West yöntemini de yöneliktir. Molodtsova vd. (2011)[362] tarafından yapılan çalışmada ise bu eleştirilere cevap verilmiş ve "Clark-West yönteminin tahmin yeteneğinin (forecasting ability) değil, öngörülebilirliğin (predictability) ölçütü olduğu" belirtilmiştir. Buna rağmen, çalışmada Giacomini-Rossi tarafından önerilen hata karşılaştırma yöntemi de kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada "gerçek zamanlı"[363*] veriler kullanılarak Taylor Kuralı temelli yapısal modellerin, kısa dönemde de RW yaklaşımından daha iyi sonuçlar verebileceğine dair ampirik bulgulara ulaşılmaktadır. Benzer bir biçimde, bu satırlar yazıldıktan

---

[358*] Output Gap, Gerçekleşen GSMH ile Potansiyel GSMH arasındaki farkı ifade etmektedir.

[359*] Şüphesiz "doğru" Output Gap yöntemini kullanabilmek ele alınan her bir ülke için oldukça zor teknikleri karşılaştırmayı gerektirecektir. Output Gap'in ölçümü konusunda detaylı ve bu konudaki literatürü de içeren önemli bir çalışma için bkz. Andreas Billmeier, "Ghostbusting: Which Output Gap Really Matters?", **International Economics and Economic Policy**, Vol. 6, Issue 4, 2009, s. 391-419.

[360] Valerie Cerra ve Sweta Chaman Saxena, "The Monetary Model Strikes Back: Evidence from The World", **Journal of International Economics**, Vol. 81, Issue 2, 2010, s. 184-196.

[361] Kenneth S. Rogoff, "Exchange Rates in the Modern Floating Era: What Do We Really Know?", **Review of World Economics**, Vol. 145, Issue 1, 2009, s. 1-12.

[362] Tanya Molodtsova, Alex Nikolsko-Rzhevskyy ve David H. Papell, "Taylor Rules and The Euro" **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 43, No. 2–3, 2011, s. 535-552.

[363*] Bu yaklaşım ilgili çalışmada ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Kısaca belirtilecek olursa, bu yöntem açıklanan makroekonomik verilerin bulunan dönemden önceki döneme ilişkin olmasına yönelik eksikliği gidermeyi amaçlamaktadır. Gerçek zamanlı veri Avrupa Merkez Bankası (ECB) ve ABD'inin bazı eyaletlerdeki Federal Reserve Board (FED)'lar gibi birçok kurum tarafından düzenli bir biçimde yayımlanmaktadır. Literatürde gerçek zamanlı veri kullanarak döviz kuru tahmini yapan ilk çalışma için bkz. Jon Faust, John H. Rogers ve Jonathan H. Wright, "Exchange Rate Forecasting: The Errors We've Really Made", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 35-59.

sonra oluşacak literatürde Taylor Kuralı ve buna benzer Merkez Bankasın Reaksiyon Fonksiyonunu temel alan Yapısal modellerin ve Verim Eğrisi (Yield Curve) yaklaşımlarının döviz kuru tahmininde daha sık kullanılacağı söylenebilir.

Son olarak, literatürde Türkiye Piyasalarını de içeren bir biçimde, gelişmekte olan piyasalara yönelik yapılmış olan birkaç çalışmadan da söz etmek gerekmektedir: Ardıç vd. (2008)[364] tarafından yapılmış olan çalışmada ele alınan Orta Avrupa ve Doğu Avrupa'daki altı ülkenin döviz kurları için Yapısal Modellerin ve Zaman Serileri tekniklerinin RW yaklaşımından daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Buna benzer bir sonuca Uz ve Ketenci (2010)[365] tarafından yapılan çalışmada da ulaşıldığı gözlemlenmektedir.

[364] Oya Pınar Ardıç, Onur Ergin ve Bahar G. Şenol, "Exchange Rate Forecasting: Evidence from the Emerging Central and Eastern European Economies", **Munich Personal RePEc Archive Working Paper**, No: 7505, 2008, s. 1-13.
[365] İdil Uz ve Natalya Ketenci, "Exchange Rate Determination: Monetary Approach in The New EU Members and Turkey", **Applied Economics Letters**, Vol. 17, No: 10, 2010, s. 963-967.

2. BÖLÜM

STOKASTİK SÜREÇLER, DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN MODELLER

2.1. RASSAL YÜRÜYÜŞ VE STOKASTİK SÜREÇLER

Bu bölümde öncelikle rassal yürüyüş ve stokastik süreçler ile ilgili temel kavramlar açıklanacaktır. Bununla birlikte stokastik süreçlerin tarihsel gelişimi, bu çalışmada kullanılacak olan stokastik süreçler ve bu yöntemlere ilişkin yapılmış çalışmalardan söz edilecektir. Daha sonra da sırasıyla; Wiener süreci, Ito süreci, Brownian Motion süreci, Mean-reversion süreci, Jump Diffusion süreci gibi stokastik süreçlerin özellikleri açıklanacaktır.

2.1.1. Genel bir Tarihsel Bakış

Bu kısım sürekli zamanda (continuous-time) tanımlanan ve sürekli bir yol (path) izleyen stokastik süreçlerin temel özelliklerini kapsamaktadır. Literatürde sürekli zamanda tanımlanan stokastik süreçler genel olarak, Brownian Motion, Ito, Mean-reversion ve Jump Diffusion süreçleridir. Bu stokastik süreçlerin temel özellikleri, birçok finansal serinin ve zaman serisinin modellemesine imkân tanımıştır. Değişkenlerin kesikli zaman (discrete-time) yerine sürekli zamanda tanımlanması, birçok farklı davranış biçiminin varsayılabilmesine olanak tanımakta ve modellerden elde edilen sonuçların daha net (sharper) olmasını sağlamaktadır. Sürekli zamanda stokastik sürece bağlı olarak tanımlanan bir değişken, gözlemlenen değişimleri tanımlandığı zaman aralığındaki "her bir an" için yansıtabilmektedir. Buna karşılık, kesikli zamanda tanımlanan stokastik süreçlerde iki zaman arasında meydana gelen değişimler gözlenememekte ve değişimler modellere yansıtılamamaktadır. Eğer bir varlığın fiyatı kesikli zaman özelliğine sahip bir stokastik süreç ile tanımlanır ise, bu durumda iki zaman arasında varlığa ilişkin alım-satımın var olmadığını varsaymak doğal olacaktır.

Bunun yerine varlık fiyatlarının sürekli zamanda stokastik sürecini takip ettiğini varsaymak fiyatların her an gözlemlenebilir olduğu, piyasaların kapalı olduğu saatlerde bile meydana gelen olayların fiyat mekanizmalarını etkilediği ve alım-satımın sürekli olduğu anlamına gelmektedir. Kaldı ki günümüzde global anlamda mevcut olan tüm piyasalarda yapılan işlemler, o saat aralığında işleme kapalı olan diğer tüm piyasaları da etkilemektedir.[366]

Bu nedenle çalışmanın bu kısmında sürekli zamanda tanımlanan stokastik süreçler ele alınmaktadır. Sürekli zamanda tanımlanan stokastik süreçlerin geçmişi Louis Bachelier'in 1900 yılında Sorbonne Üniversitesi'ne verdiği "Theory of Speculation" isimli doktora tezine uzanmaktadır. Bu tezde, Louis Bachelier opsiyon değerlerinin fiyatlanmasında kullandığı Jump Diffusion sürecinin matematiksel altyapısını tanımlamıştır. Ancak bu tezde ulaşılan sonuçlar, başta tez sınavında yer alan iki matematikçiden biri olan Jules Henri Poincare tarafından bile takdir görmemiştir.[367] Albert Einstein da 1905 yılında Brownian Motion süreci üzerine çalışmıştır. Louis Bachelier 1912 yılında "The Calculus of Probability" adlı kitabını yayımlamış ancak bu eser de Kolmogorov (1931)[368] tarafından atıf alana kadar fark edilmemiştir. Bu çalışmada Andrey N. Kolmogorov'un, Louis Bachelier'in ulaştığı sonuçların bugün Brownian Motion olarak bilinen ilk stokastik sürecin temeli olduğu ve 1920'lerde bile ulaşılan noktadan daha ileride olduğunun belirtilmesi oldukça dikkat çekicidir. Louis Bachelier tanımladığı bu stokastik süreçte daha sonraları tanımlanacak olan Markov Bağımlılığına (Dependence) ve Markov Homojenliğine (Homogeneity) benzer kısıtların gerekli olduğunun farkındadır.[369] Brownian Motion stokastik sürecinin ilk matematiksel formülleri 1920'lerin sonunda Norbert Wiener

[366] George Pennacchi, **Theory of Asset Pricing**, Pearson Addison Wesley, Boston, 2008, s. 165-166.
[367] Aris Spanos, **Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modeling with Observational Data**, Cambridge University Press, Second Edition, Cambridge, 2003, s. 412.
[368] Andrey N. Kolmogorov, "Uber die Analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitrechnung," **Mathematische Annuale**, Vol. 104, Issue 1, 1931, s. 415-458. (Çev.) Albert N. Shiryayev "On Analytical Methods in Probability Theory", **Selected Works of A.N. Kolmogorov Vol. II: Probability Theory and Mathematical Statistics**, Kluwer, Dordrecht, 1992, s. 62-108.
[369] Jan Von Plato, **Creating Modern Probability: Its Mathematics, Physics and Philosophy in Historical Perspective**, Cambridge University Press, Cambridge, 1994, s. 11-12.

tarafından elde edilmiş ve 1930'larda ve 1940'larda Paul Levy tarafından geliştirilmiştir.[370]

Bu çalışmalar 1950'li yıllarda Leonard J. Savage ve Paul A. Samuelson tarafından fark edilebilmiştir. Samuelson (1965)[371], Louis Bachelier'in tekniğini kullanarak Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama Modelinin "atası" olarak kabul edilebilecek bir model geliştirmiştir. Ancak Robert C. Merton, sürekli zamandaki stokastik süreçlerin matematiğini çözebilerek finansal ekonomi alanında var olan birçok probleme uygulamayı başarabilmiştir.[372] Sürekli zamandaki süreçler ile finansal zaman serilerinin modellenmesi, giderek daha popüler bir hâl alarak günümüze kadar devam etmiştir.

Bu noktadan sonra, literatürde yukarıda belirtilen stokastik süreçler varlık fiyatlama modelleri içinde kullanılmaya başlamıştır. Stokastik süreçlerin ortaya çıkışı 1900'lü yılların başına kadar uzanmasına rağmen, modern anlamda varlık fiyatları tahmini için kullanılması Schwartz (1997)[373] tarafından yapılan çalışmaya dayanmaktadır. Şüphesiz bu çalışmadan önceki birçok çalışmada stokastik süreçler kullanılmıştır. Ancak Schwartz çalışmasında; Bakır, Altın ve Petrol fiyatları için kullandığı Mean-reversion (Ornstein-Uhlenbeck) sürecini, Ito'nun Lemmasını ve Geometrik Brownian Motion sürecini kullanarak tanımlamıştır. Daha sonra da bu stokastik süreçler, belirtilen emtia ve değerli madenlerin fiyatlarının tahmin edilmesinde kullanılmış ve performans analizinde bulunulmuştur. Bu çalışmadan sonra oluşan literatür genel olarak Elektrik ve Enerji Fiyatları ile bu varlıklara ilişkin Opsiyon ve Futures sözleşmeler üzerine yoğunlaşmıştır.

Bu noktada belirtmek gerekir ki, literatürde döviz kurlarının stokastik süreçlerle tahminine ilişkin sistematik ve modern bir performans analizinde

---

[370] Spanos, **a.g.e.**, s. 412.
[371] Paul A. Samuelson, "Rational Theory of Warrant Pricing", **Industrial Managment Review**, Vol. 6, Issue 2, 1965, s. 13-39.
[372] Robert C. Merton, **Continuous Time Finance**, Blackwell, Revised Edition, Cambridge, 1992, s. 57-95.
[373] Eduardo S. Schwartz, "The Stochastic Behavior of Commodity Price: Implications for Valuation and Hedging", **Journal of Finance**, Vol. 52, No: 3, 1997, s. 923-973.

bulunulmamıştır.[374*] Brigo vd. (2009)[375] ve Brigo vd. (2009)[376] tarafından yapılan çalışmalar, döviz kurları başta olmak üzere birçok finansal varlık için stokastik süreçlerin kullanımına yönelik sistematik süreci ve bu süreçte izlenmesi gereken yolu ortaya koymuştur. Şüphesiz stokastik süreçlerin "tahmine" uygun olmamasındaki en önemli sorun, ilgili varlık (döviz kuru) getirilerinin Normal dağılım özelliği göstermeyerek aşırı kuyruk (fat-tail) özelliği göstermesidir. Ancak yukarıda belirtilen bu iki çalışma dağılımlara dönüşüm (transformation) imkânı da sağlayarak, bu yöntemlerin birçok varlık için kullanılabilmesinin önünü açmıştır. Wang ve Zong (2009)[377] tarafından yapılan çalışmada ise Markov süreci döviz kuru tahmininde kullanılmıştır.

Bu çalışmada da benzer bir biçimde stokastik süreçler ile döviz kuru tahmininde bulunularak performans analizi yapılacaktır. Ancak bu noktadan önce var olan belli başlı stokastik süreçlerin özelliklerini açıklamak gerekmektedir. Buna göre ilk olarak; temel kavramlar ve rassal süreçler, Martingale, Markov Property, Markov Zinciri ve Markov süreci açıklanacaktır.

2.1.2. Temel Kavramlar ve Rassal Süreçler

Stokastik süreçlerin en basit biçimde (iid.) dağılan bir rassal değişken üzerine var edildiği söylenebilir. Bir stokastik süreç, rassal değişkenlerin $\{X_t, t \in T\}$ bir indeks toplamı olup, aynı olasılık durumundan $(S, \Im, \mathrm{P}(.))$ tanımlanmasından oluşmaktadır. Yani X_t rassal değişkeni, "indeks setindeki" her bir t ile bağlantılıdır.

[374*] Benzer biçimde örneğin; [Vedat Akgiray ve G. Geoffrey Booth, "Modeling Stochastic Behavior of Canadian Foreign Exchange Rates", **Journal of Multinational Finance Management**, Vol. 1, Issue 1, 1990, s. 43-72] çalışmasına kadar uzanan bir literatürün de var olduğu söylenebilir. Ancak bu literatüre ait çalışmalarda, döviz kurlarının "stokastik davranış" biçimleri çalışmamızda temel alınan stokastik süreçlerden farklı bir biçimde incelenmiştir.

[375] Damiano Brigo, Antonio Dalessandro, Matthias Neugebauer ve Fares Triki, "A Stochastic Process Toolkit for Risk Management: Geometric Brownian Motion, Jumps, GARCH and Variance Gamma Models", **Journal of Risk Managment in Financial Institutions**, Vol. 2, No: 4, 2009, s. 365-393.

[376] Damiano Brigo, Antonio Dalessandro, Matthias Neugebauer ve Fares Triki, "A Stochastic Process Toolkit for Risk Management: Mean Reverting Processes and Jumps", **Journal of Risk Managment in Financial Institutions**, Vol. 3, No: 1, 2009, s. 65-83.

[377] Zhu-fang Wang ve Sheng-jun Zhong, "Application Continuous Time Markov Process to Forecast Exchange Rate", **Proceeding of International Joint Conference on Artificial Intelligence 2009**, Hainan Adası, Çin Halk Cumhuriyeti, 25-26 Nisan 2009, s. 63-66.

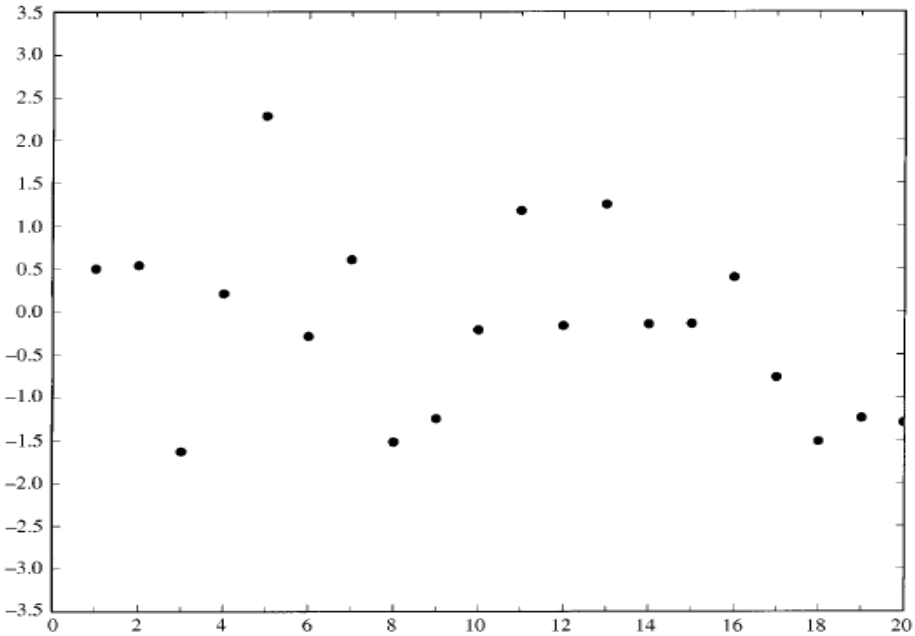
Buna göre, stokastik süreçler indeks seti (indeks set) ve durum yerine (state space) taksonomilerine göre dört kategoriye ayrılmaktadır:[378]

(1) Bağımlı/Bağımsız (Dependence/Indepence)

(2)Heterojenlik/Tam Homojenlik (Heterogeneity-Complete Homogeneity)[379*]

Bu noktada stokastik süreçler kesikli veya sürekli bir zamanda tanımlanan bir yol izlemektedir. Buna göre, aşağıdaki şekilde kesikli zamanda tanımlanmış bir stokastik süreç gösterilmektedir. Şekilde, x ekseni varlığın fiyatını y ekseni ise zamanı ifade etmektedir:

Şekil 1: Kesikli Zamanda Yol İzleyen Bir Stokastik Süreç Örneği



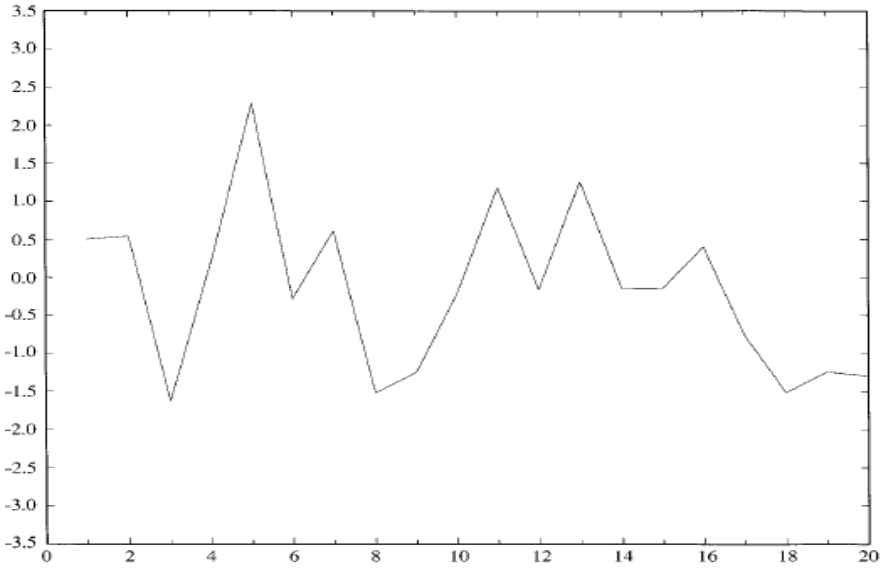
Kaynak: Spanos, **a.g.e.**, s. 405.

Aşağıdaki şekilde ise sürekli zamanda tanımlanmış bir stokastik süreç gösterilmektedir. Şekilde, x ekseni varlığın fiyatını y ekseni ise zamanı ifade etmektedir:

[378] Spanos, **a.g.e.**, s. 431.

[379*] Tam Homojenlik için gerekli olan şartlar; ilgili varlığın özdeşçe dağılımı ve güçlü durağan (veya birinci, ikinci, m. mertebeden durağan) özelliğinin olmasıdır.

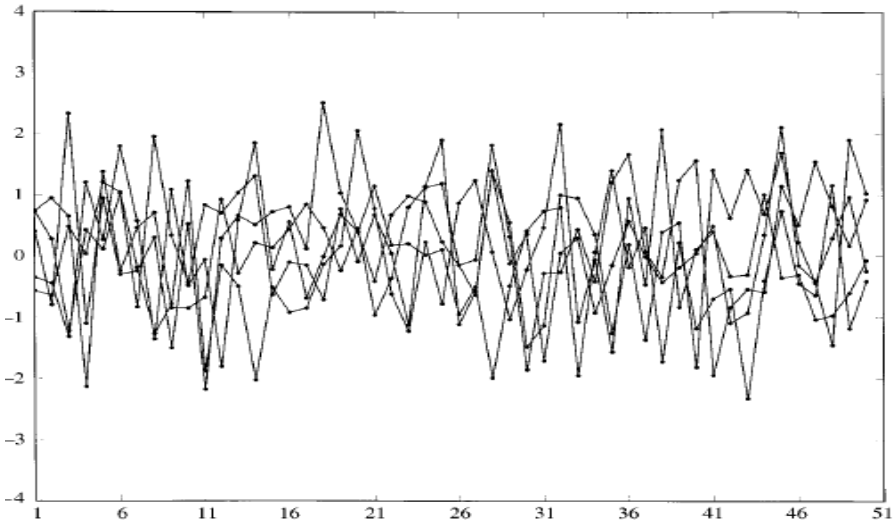
Şekil 2: Sürekli Zamanda Yol İzleyen Bir Stokastik Süreç Örneği



Kaynak: Spanos, **a.g.e.**, s. 406.

Ancak belirtilmesi gereken önemli bir nokta, stokastik süreçler ile varlık fiyatlarının tahmini yapılırken, yukarıdaki benzeri 10, 100 veya 1000 yolun simülasyon ile ortaya konması gerektiğidir. Buna göre, aşağıdaki şekilde ise sürekli zamanda tanımlanan bir stokastik sürecin izlediği beş örnek yol gösterilmektedir:

Şekil 3: Sürekli Zamanda Farklı Beş Yol İzleyen Stokastik Süreç Örneği



Kaynak: Spanos, **a.g.e.**, s. 407.

Bu açıklamalar yapıldığına göre, drift içeren Rassal Yürüyüş (Random Walk-RW) ise, aşağıdaki kesikli zamanda tanımlanan stokastik süreci takip etmektedir:[380]

$$X_n = \mu + X_{n-1} + \xi_n \tag{2.1}$$

Bu denklemde, ξ_n sıfır ortalamalı olup bağımsız ve özdeşçe (iid.) dağılmaktadır. Drift parametresi olarak ifade edilen μ ise her bir dönem için beklenen getiri değişimini ifade etmektedir. X_n ve X_{n-1} ise varlığın ilgili dönemdeki ve bir önceki dönemdeki fiyatlarıdır. Bu şekilde tanımlanan RW süreci, bir Markov sürecidir.

Aşağıda tanımlanan ve drift içermeyen (driftless) rassal süreç ise Basit Rassal Yürüyüş (Simple Random Walk) olarak ifade edilmektedir:

$$X_n = X_{n-1} + \xi_n \tag{2.2}$$

Bu şekilde tanımlanan RW süreci de bir Markov sürecidir. Literatürde bu iki yaklaşım arasındaki en büyük fark (2.2) numaralı yaklaşımda ξ_n değerinin 0 olarak kabul edilebilmesidir.[381*]

2.1.3. Martingale

[380] Yuh-Dauh Lyuu, **Financial Engineering and Computation: Principles, Mathematics, Algorithms**, Cambridge University Press, Cambridge, 2004, s. 178.

[381*] Bu noktada belirtmek gerekir ki, döviz kurlarının öngörülebilirliği ile ilgili literatürü başlatan çalışmalar olan Meese ve Rogoff (1983) [Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1-2, 1983, s. 3-24] ve Meese ve Rogoff (1983) [Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "The Out of Sample Failure of Empirical Exchange Models: Sampling Error or Misspesification", **Exchange Rates and International Macroeconomics**, University of Chicago Press, Chicago, 1983, s. 67-112] tarafından yapılan çalışmalarda "drift içermeyen Rassal Yürüyüş yaklaşımının daha iyi performans gösterdiği" sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın ampirik uygulama kısmında da drift içermeyen Rassal Yürüyüş Yaklaşımı temel alınacaktır. Ancak, bu iki çalışmada da drift içermeyen Rassal Yürüyüş yaklaşımının yanında drift içeren Rassal Yürüyüşün de kullanıldığını belirtmek gerekmektedir.

Hilesiz bir madeni paranın atılması sonucunda yazı ya da tura gelme olasılığının, finans literatüründe ortaya çıkardığı önemli özelliklerden biri "Martingale" özelliğidir. Martingale özelliğini açıklamak için yazı geldiğinde 1 TL kazanılan; tura geldiğinde ise 1 TL kaybedilen bir oyun oynandığını varsayalım: Örneğin, eğer 50 oyundan sonra elimizdeki para miktarı biliniyorsa 60. oyunda elimizde olacak para miktarı için "öngörüde" bulunmak doğru değildir. Çünkü Martingale özelliğine göre 60. oyunda elimizde tuttuğumuz para 59. oyunda var olan paraya bağlıdır. Yani, Martingale özelliğinde bir sonraki dönemin beklenen değeri şu andaki dönemde oluşan değere eşittir.[382]

Bir stokastik süreç $X = \{X(t), t \geq 0\}$ olmak üzere $t \geq 0$ için $E\left[\left|X(t)\right|\right] < \infty$ özelliğine sahip ise bu durumda aşağıdaki eşitlik gerçekleşecektir:

$$E\left[\left|X(t)\right| X(u), 0 \leq u \leq s\right] = X(s) \tag{2.3}$$

Bu durumun kesikli zamandaki anlamı ise aşağıdaki eşitliğin gerçekleşiyor olmasıdır:[383]

$$E\left[\left|X_{n+1}\right| X_1, X_2, ..., X_n\right] = X_n \tag{2.4}$$

X_n, n. oyun sonunda oyuncunun elindeki değeri ifade etmektedir. Martingale yukarıda da belirtildiği üzere adil oyunlarda ortaya çıkabilecek bir özelliktir. Bu özelliğin var olması durumunda, tüm n değerleri için $E\left[X_n\right] = E\left[X_1\right]$ eşitliği ortaya çıkmaktadır. Benzer bir biçimde sürekli zamanda $E\left[X(t)\right] = E\left[X(0)\right]$ durumu meydana gelmektedir.

[382] Paul Wilmott, **Paul Wilmott on Quantative Finance**, John Wiley and Sons, Second Edition, West Sussex, 2006, s. 120.
[383] Lyuu, **a.g.e.**, s. 179.

Martingale kavramı içinde birçok özellik bulunmaktadır: Bunlar; Submartingale, Supermartingale, Local Martingale, Semimartingale, Varyasyon, Kuadratik Varyasyon, Martingale Durma Zamanı (Stopping Time) ve Optimal Durma Zamanıdır. Ancak bu kavramlar döviz kuru tahmini ile direkt olarak ilgili olmadığından bu çalışmada açıklanmayacaktır. Bu kavramlar ile ilgili ayrıntılar Hunt ve Kennedy (2000)[384] ile Brzezniak ve Zastawniak (2002)[385] tarafından yapılan çalışmalarda mevcuttur.

2.1.4. Markov Property, Markov Süreci ve Markov Zinciri

Markov Süreci gelecekteki varlık fiyatının öngörüsü (prediction) için sadece bugünün varlık fiyatının kullanılabileceğini belirtmesi nedeniyle özel bir stokastik süreçtir. Buna göre, ilgili varlığın fiyatı geçmiş değerlerinden bağımsız bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Özellikle hisse senetleri fiyatlarının Markov Sürecini takip ettiği varsayılmaktadır. Örneğin, bir hisse senedinin bugünkü fiyatı 8 TL olsun. Buna göre, gelecek ile tahminler, bir hafta önceki, bir ay önceki veya bir yıl önceki fiyatlardan etkilenmeden ortaya çıkmaktadır. Burada belirtilmesi gereken nokta, geçmişte oluşan hisse senedi fiyatlarının getirilerine ait istatistiksel dağılımların ve volatilite değerinin, öngörülebilirlik için faydalı olabileceğidir. Ancak bugünkü fiyatlar geçmiş fiyatlar ile ilişki halinde değildir. Gelecek belirsizdir ve bu belirsizlik istatistiki dağılımlar ile açıklanamamaktadır. Buna göre, Markov Property (Özelliği), gelecekteki herhangi bir fiyat hareketinin, geçmişteki fiyatların olasılık dağılımlarına bağlı olarak tanımlanan bir durum ile açıklanamayacağını öne sürmektedir.[386*] Genellikle Zayıf Biçimde Etkin olan piyasalarda Markov Property özelliğinin geçerli olabileceği düşünülmektedir. Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, Markov Property'nin geçerli olduğu piyasalarda Teknik Analiz vb. yöntemlerin geçerli olmayacağıdır. Döviz piyasaları da Markov Sürecini izleyebilmektedir.[387]

---

[384] Phil J. Hunt ve Joanne E. Kennedy, **Financial Derivatives in Theory and Practice**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2000, s. 31-62.
[385] Zdzislaw Brzezniak ve Tomasz Zastawniak**, Basic Stochastic Processes: A Course through Exercises**, Springer-Verlag, Fourth Edition, Londra, 2002, s. 45-84.
[386*] Literatürde bu özelliğe "yoldan bağımsız (path-independent)" adı verilmektedir.
[387] John C. Hull, **Options, Futures, & Other Derivatives**, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002, s. 216-217.

Markov süreci gelecek hakkında bilinebilecek tüm bilgilerin bugünün fiyatlarında mevcut olduğunu belirten bir stokastik süreçtir. Buna göre, sürekli zamanda tanımlanan $X = \{X(t), t \geq 0\}$ şeklindeki bir stokastik süreç Markov süreci olduğunda şu şekilde ifade edilmektedir:[388]

$$\Pr ob\left[X(t) \leq x \middle| X(u), 0 \leq u \leq s \right] = \Pr ob\left[X(t) \leq x \middle| X(s) \right] \qquad (2.5)$$

Bu tanımlamada, s<t olmak üzere $X(t)$ her bir zaman için oluşan rassal değişkeni, X ise gerçekleşen değerleri ifade etmektedir.

Eğer kesikli zamanda tanımlanan Markov sürecinde, $X(t)$ sayılabilir ya da sonlu sayıda tam sayı değeri alıyor ise bu durumda meydana gelen stokastik sürece Markov Zinciri (Chain) adı verilmektedir.[389] Markov Zincirinin varlığı Markov (1951)[390] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bu çalışmaya ait ilk bulguların 1906 yılına kadar dayandığı düşünülmektedir.[391]

Markov Zinciri $\{S_t, t = 0,1,...\}$ şeklinde ifade edilen bir stokastik süreç için, sonlu ya da sayılabilir sayıda tam sayı (i) ile ifade edilmektedir. Herhangi bir S_{t+1} gelecek değerinin oluşma olasılığı ise j ile gösterilmektedir. Bugünkü durumu ifade eden S_t sadece bugüne bağlı ve geçmiş değerlerinden bağımsız olmak üzere Markov Chain aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:[392]

$$P\left\{S_{t+1} = j \middle| S_t = i_t, S_{t-1} = i_{t-1}, S_1 = i_1, S_0 = i_0\right\} = P\left\{S_{t+1} = j \middle| S_t = i_t\right\} = p_{ij} \qquad (2.6)$$

[388] Lyuu, **a.g.e**., s. 178.
[389] Peijie Wang, **Financial Econometrics**, Routledge, Second Edition, New York, 2009, s. 7.
[390] Andrei A. Markov, **A.A. Markov's Selected Works**, Academy of Sciences, Moskova, 1951.
[391] Eugene Seneta, "Markov and The Birth of Chain Dependence Theory**", International Statistical Review**, Vol. 64, Issue 3, 1996, s. 255-263.
[392] Wang, **a.g.e.**, 2009, s. 113.

p_{ij}, bir önceki durum olan i durumundan bir sonraki durum olan j durumuna geçişte meydana gelen durum değişimini yani "geçiş olasılığını" ifade etmektedir.[393*]

Bu noktada RW modeli ile Markov Property arasındaki farkı açıklamak gerekirse; RW modelinde geçmişe dönük herhangi bir "hafıza" söz konusu değildir. Ancak Markov özelliğine göre, bugünkü durum sadece bir gün önceki duruma bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Daha ötesindeki bir dönem için "hafıza" bulunmamaktadır.[394]

Çalışmanın bir sonraki kısmında ise bazı stokastik süreçlerin özellikleri açıklanmaya çalışılacaktır. Döviz kurları başta olmak üzere birçok varlığın takip edebileceği olası stokastik süreçler; Wiener süreci, Ito süreci, Geometrik Brownian Motion, Mean-reversion ve Jump Diffusion süreçleridir. Şüphesiz bu süreçler finans ve finansal ekonomi literatüründe oldukça önemli teorilerin ve uygulamaların arka planında yer almaktadır. Ayrıca döviz kurlarında kullanılan türev araçların vb. uygulamaların temeli de aşağıda belirtilen stokastik süreçlerden hareketle oluşturulmuştur.[395*] Ancak bu kısımda daha önce de belirtildiği üzere, ilgili stokastik süreçlerin "direkt olarak" varlık fiyatlamasında kullanılması hedeflenmektedir.

2.1.5. Wiener Süreci

Wiener süreci, Genelleştirilmiş Wiener süreci ve Ito süreci birer Markov sürecidir.[396] Buna göre, Wiener süreci yıllık temelde ortalama değişimin 0 ve varyans oranının 1 olduğu özel bir Markov sürecidir. Bu süreç matematiksel formül ile ifade

[393*] Bu durum şöyle de ifade edilebilir: Örneğin son 100 günün döviz kurunun getirisine bağlı olarak oluşan bir dağılım, bir sonraki günde meydana gelen getiriye göre değişebilir. Bu noktada dağılımda değişim olmasa bile, aynı dağılımın parametre değerlerinde bir değişimin meydana gelmesi neredeyse kaçınılmazdır.
[394] Wilmott, **a.g.e**., s. 73.
[395*] Bu konu için örneğin bkz. Alexander Lipton, **Mathematical Methods for Foreign Exchange: A Financial Engineer's Approach**, World Scientific Publishing, Toh Tuck Link, 2001.
[396] Jorion, **a.g.e.**, s. 85-86.

edilirse z ile tanımlanan değişkeninin aşağıda belirtilen iki özelliği yerine getirmesi gerekmektedir:[397]

Özellik 1. δ_z'de meydana gelecek değişim, δ_t'nin küçük bir döneminde meydana gelmelidir. Bu durum ε Standartlaştırılmış Normal bir dağılımdan $\phi(0,1)$ elde edilen rassal sayıları ifade etmek üzere şu şekilde gösterilmektedir:

$$\delta z = \varepsilon\sqrt{\delta t} \tag{2.7}$$

Özellik 2. δ_z'nın değeri δ_t zamanının iki farklı dönemindeki zaman aralığında oluşuyor ise bunlar bağımsızdır. Bu özellik ilk özelliği takiben δ_z değerinin δ_z ortalaması=0, δ_z standart sapma $\delta_z = \sqrt{\delta_t}$ ve varyans $\delta_z = \delta_t$ özelliklerine sahip olmasından ortaya çıkmaktadır. Bu durumda ikinci özellik z değerinin Markov sürecini takip ettiğini ifade etmektedir.[398] Yani Δz'de zaman boyunca meydana gelen değişimler birbirinden bağımsızdır.[399] Bu noktada Wiener sürecinin daha genelleştirilmiş bir versiyonundan da söz etmek gerekmektedir:

Genelleştirilmiş Wiener Süreci

Yukarıda açıklanmış olan Wiener sürecinde (dz) drift oranı 0 ve varyans oranı ise 1 olarak tanımlanmıştır. Drift oranının 0 olması z varlığının geleceğe yönelik beklenen değerinin bugünkü değerine eşit olduğu anlamına gelmektedir. Varyans oranının 1'e eşit olması ise z varlığının T zaman aralığındaki varyansında meydana gelen değişimin yine T'ye eşit olması anlamına gelmektedir.[400] Buna göre, Genelleştirilmiş Wiener süreci birim zamanda meydana gelen sabit trend a ve volatilite b katsayısı ile gösterilmek üzere aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:[401]

---

[397] Hull, **a.g.e.**, s. 218.
[398] Sanjay K. Nawalkha, Natalia A. Beliaeva ve Gloria M. Soto, **Dynamic Term Structure Modeling: The Fixed Income Valuation Course**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2007, s. 3.
[399] Jorion, **a.g.e.**, s. 86.
[400] Hull, **a.g.e.**, s. 219.
[401] Jorion, **a.g.e.**, s. 86.

$$dx - adt + bdz \tag{2.8}$$

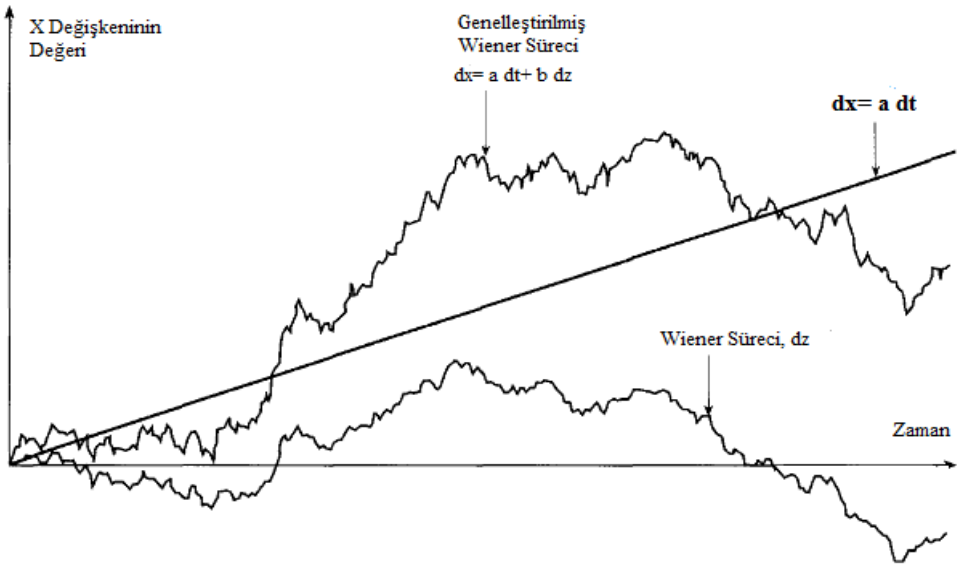
Bu noktada eğer (2.7) ve (2.8) numaralı denklemler birleştirilirse aşağıdaki denklem ortaya çıkacaktır:[402]

$$\delta x = a\delta t + b\varepsilon\sqrt{\delta t} \tag{2.9}$$

Bu denklemde ise ε daha önce de belirtildiği üzere, Standartlaştırılmış Normal bir dağılımdan elde edilen rassal sayıları ifade etmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, b katsayısının volatiliteye (yani varyansa değil standart sapmaya) ait olduğudur. Bu noktada eğer $a = 0$ ise özel bir durum olarak Martingale meydana gelmektedir.[403]

Temel olarak bir (Basit) Wiener süreci ile bir Genelleştirilmiş Wiener süreci arasındaki fark aşağıdaki şekilde de görülebilmektedir:

Şekil 4: Genelleştirilmiş Wiener Süreci ve Wiener Süreci (a =0.3; b =1,5)



Kaynak: Hull, **a.g.e.**, s. 221.

[402] Hull, **a.g.e.**, s. 219.
[403] Jorion, **a.g.e.**, s. 86.

2.1.6. Ito Stokastik Süreci

Genelleştirilmiş Wiener sürecindeki a ve b parametreleri x ve t değişkenlerinin birer fonksiyonu olduğu durumda meydana gelen stokastik süreç Ito süreci adını almaktadır.[404] Buna göre, bu stokastik süreçte değişkenin trend ve volatilite değerleri ilgili varlığın bugünkü değerine ve zamana bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu stokastik süreç daha önce de belirtildiği üzere, bir Markov sürecidir. Çünkü dağılım sadece rassal değişkenin bugünkü değerine ve zamana bağlı olarak oluşmaktadır. Ayrıca bu stokastik sürecin diğer süreçlerden farkı Normal dağılım varsayımını da içeriyor olmasıdır.[405]

Buna göre, basit bir biçimdeki Ito Süreci aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:[406]

$$\Delta x = a(x,t)\Delta t + b(x,t)\Delta z \qquad (2.10)$$

Bu kapalı biçim tanımlamada $a(x,t)$ kısmı, stokastik sürecin Δx'nin gecikmeli değerlerine bağlı olarak oluşan otoregresif bileşenidir. Hareketli ortalama bileşeni ise $b(x,t)$ değerinin sıfırdan farklı değerine bağlı olarak tanımlanmaktadır. $b(x,t)$, genel olarak ARCH, GARCH veya Stokastik Volatilite (SV) modelleri ile hesaplanmaktadır. Bu noktada $a(x,t)$ ve $b(x,t)$ değerinin zamana bağlı olarak değiştiği varsayımından hareketle, yukarıda belirtilmiş şekilde tanımlanmış Ito stokastik sürecinin finans ve iktisat literatüründeki hemen hemen tüm zaman serisi modellerinin altyapısını oluşturduğu söylenebilir.[407]

Ancak Ito stokastik sürecinin yukarıdaki kapalı biçimdeki tanımın kullanılması mümkün değildir. Bu yüzden bu stokastik süreçten hareketle belli

[404] Wang, **a.g.e.**, 2009, s. 9.
[405] Jorion, **a.g.e.**, s. 86.
[406] Wang, **a.g.e.**, 2009, s. 9.
[407] **a.e.**, s.. 9-10.

çözümler getirilerek birtakım teoremler ortaya konmuştur. Bir sonraki kısımda ise Ito'nun Formülü ve Radon-Nikodym Türevi ile Girsanov'un Teoremi açıklanacaktır.

2.1.6.1. Ito'nun Formülü

Yukarıda tanımlanmış olan (2.10) numaralı denklemde, $a(x,t)$ deterministlik ve sürekli fonksiyon olmak üzere, bu fonksiyonun Δx'i nasıl belirlediğine ilişkin dinamik altyapının ortaya konması gerekmektedir. Ito'nun Formülü adı verilen yöntem bu dinamiğin ortaya konmasına olanak sağlamaktadır.[408]

Buna göre, $S(t)$ varlık fiyatının aşağıdaki stokastik süreci izlediği varsayılmak üzere Ito'nun Formülü şu şekilde tanımlanmaktadır:[409]

$$ds = \mu S dt + \sigma S dZ \tag{2.11}$$

Ayrıca yukarıdaki denklem ile birlikte f smooth fonksiyonunu ifade etmek üzere, $f(S(t),t)$ stokastik sürecine Taylor Serisi açılımı uygulandığında aşağıdaki eşitlikler elde edilecektir:

$$\begin{aligned} df &= \frac{\partial f}{\partial t}dt + \frac{\partial f}{\partial S}dS + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}(dS)^2 \\ &= \frac{\partial f}{\partial t}dt + \frac{\partial f}{\partial S}(\mu S dt + \sigma S dZ) + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}\sigma^2 S^2 dt \\ &= \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S}\mu S + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}\sigma^2 S^2\right)dt + \sigma S\frac{\partial f}{\partial S}dZ \end{aligned} \tag{2.12}$$

Bu noktada $(dZ)^2 = dt$ eşitliğinin kullanılması, daha yüksek mertebeden tanımlanabilecek terimlerin göz ardı edilmesine olanak sağlamaktadır. Riske karşı

[408] Yue-Kuek Kwon, **Mathematical Models of Financial Derivatives**, Springer-Verlag, Second Edition, Berlin, 2008, s. 83.
[409] Justin London, **Modeling Derivatives in C++**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2005, s. 788-789.

kayıtsız (risk-neutral) bir dünyanın geçerli olduğu varsayımı altında, drift parametresinin riskten bağımsız getiri oranına (rf) eşit olması gerekmektedir. Bu koşul matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S}\mu S + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}\sigma^2 S^2 = rf \qquad (2.13)$$

Eğer $X = f(S) = \ln S$ eşitlikleri söz konusu ise, (2.12)'den aşağıdaki Wiener süreci elde edilmektedir:

$$dX = (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dZ \qquad (2.14)$$

Bu eşitlik varlık fiyatlarının davranışları için sürekli Lognormal modelini ifade etmektedir.[410]

2.1.6.2. Radon-Nikodym Türevi ve Girsanov'un Teoremi

Yukarıda ifade edilmiş olan "riske karşı kayıtsız bir dünya" varsayımı altında ilgili varlığın fiyatı martingale sürecini izler bir hale gelmektedir. Bu durumda ilgili varlığın izlemekte olduğu drift içeren stokastik sürecin, martingale sürecine dönüştürülmesi gerekmektedir. Ancak bu dönüşüm farklı bir ölçüm yöntemi ile mümkün olmaktadır. Bu dönüşüm, sadece Girsanov'un Teoremi kullanılarak etkin bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir.[411]

Ancak Girsanov'un Teoremi açıklanmadan önce, bu teoremi ortaya koyabilmek için iki denk olasılık ölçümü arasındaki dönüşüm ile ilgilenen Radon-Nikodym Türevi'nin açıklanması gerekmektedir.

[410] London, **a.g.e.**, s. 789.
[411] Pennacchi, **a.g.e.**, s. 207.

Buna göre, P olasılık ölçümü altında tanımlanan standart bir Brownian süreci $Zp(t)$ ile ifade edilmektedir. Bu standart Brownian sürecine μt drift sürecinin ilave edildiği durum aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$Z\tilde{p}(t) = Zp(t) + \mu t \tag{2.15}$$

$Z_{\tilde{p}}(t)$, P olasılık ölçümü altında tanımlanan drift içeren Brownian sürecini ifade etmektedir. Bu noktada P olasılık ölçümü bir başka $\tilde{P}$ olasılık ölçümüne dönüştürülürken, $Z_{\tilde{p}}(t)$'nin de $\tilde{P}$ altında tanımlanan sıfır drift değerine sahip standart bir Brownian sürecine nasıl dönüşeceği sorusuna cevap verilmesi gerekmektedir. Bu sorunun cevabı ise dP'yi $\frac{d\tilde{P}}{dP}$ gibi bir "faktör" ile çarparak $d\tilde{P}$'yi elde etmektir. İşte bu faktörü ifade eden $\frac{d\tilde{P}}{dP}$ değerine Radon-Nikodym Türevi adı verilmektedir. Yukarıdaki durum için Radon-Nikodym Türevi şu şekilde tanımlanmaktadır: [412]

$$\frac{d\tilde{P}}{dP} = \exp\left(-\mu Zp(t) - \frac{\mu^2}{2}t\right) \tag{2.16}$$

Sabit bir zaman evrenini ifade eden T için $Zp(T)$'nin sıfır ortalamaya ve P olasılık ölçümü altında T varyansına sahip olma durumu ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$P\left(\xi - \frac{d\xi}{2} < Zp(T) < \xi + \frac{d\xi}{2}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi T}} e^{-\xi^{2/2T}} d\xi \tag{2.17}$$

Bu önermenin geçerliliğini göstermek için $Z\tilde{p}(T)$'nin sıfır ortalama ile Normal dağıldığının ve $\tilde{P}$ olasılık ölçümü altında T varyansına sahip olduğunun,

[412] Kwok, **a.g.e.**, s. 87-88.

$Z\tilde{p}(T)$'nin ilgili moment türeten fonksiyonu (mgf) ile gösterilmesi yeterli olacaktır. Buna göre, aşağıdaki çözüm yapılabilir:

$$E_{\tilde{P}}\left[\exp(\alpha Z\tilde{p}(T))\right] = E_p\left[\frac{d\tilde{P}}{dP}\exp((\alpha Zp(T) + \alpha\mu T)\right]$$

$$= E_p\left[\exp((\alpha-\mu)Zp(T)\exp(\alpha\mu T - \frac{\mu^2}{2}T)\right]$$

$$= \exp\left(\frac{(\alpha-\mu)^2}{2}T + \alpha\mu T - \frac{\mu^2}{2}T\right)$$

$$= \exp\left(\frac{\alpha^2}{2}T\right) \qquad (2.18)$$

Elde edilen bu eşitlik α'nın herhangi bir gerçek değeri için geçerlidir. Aşağıda gösterilecek olan Girsanov'un Teoremi ise Radon-Nikodym Türevi'nin genel durumunu ifade eden, yani drift oranının sabit olmadığı durumda ortaya çıkacak olan bulguları açıklamaktadır.

Girsanov'un Teoremi, Brownian Motion sürecindeki değişimin Jump Diffusion sürecinin driftindeki bir değişiminden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanabileceği gibi, değişimin aynı stokastik süreci takip eden varlık fiyatının olasılık dağılımından ortaya çıkabileceği şeklinde de yorumlanabilir.[413]

Girsanov'un Teoremi: P ölçümü altında[414*] $Zp(T)$ bir Brownian süreci olmak üzere, $F_t, t \geq 0$ $Z(t)$ tarafından türetilen doğal bir filtrelemeyi ifade etmektedir. Aşağıdaki gibi Novikov durumunu (condition) yerine getiren bir F_t-adapteli stokastik süreç $\gamma(t)$ ele alındığında;

$$E[e^{\int_0^t \frac{1}{2}\gamma(s)^2 ds}] < \infty \qquad (2.19)$$

[413] Pennacchi, **a.g.e.**, s. 206.

[414*] Bu ölçüme P-Brownian süreci adı verilmektedir.

Radon-Nikodym Türevi şu şekilde tanımlanmaktadır:[415]

$$\frac{d\tilde{P}}{dP} = \rho(t) \tag{2.20a}$$

Bu eşitlikte $\rho(t)$ ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\rho(t) = \exp\left(\int_0^t -\gamma(s) dZp(s) - \frac{1}{2}\int_0^t \gamma(s)^2 ds \right) \tag{2.20b}$$

Buna göre, $\tilde{P}$ ölçümü altında Ito süreci $\tilde{P}$ Brownian sürecidir:

$$Z\tilde{p}(t) = Zp(t) + \int_0^t \gamma(s) ds \tag{2.21}$$

2.1.7. Brownian Motion

Birçok eserde ve literatürdeki çoğu çalışmada Brownian Motion, Rassal Yürüyüş'ün sürekli zamandaki limiti olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Brownian Motion ile Wiener sürecinin aynı kavramlar olduğu düşüncesinden hareketle, bu kavramlar birbirleri yerine de kullanılabilmektedir.

Wiener süreci saf (pure) Brownian Motion olarak da ifade edilebilir.[416] Ancak iki sürecin birbirinden farklı, belli ve kesin özellikleri bulunmaktadır. Brownian Motion'nın ve Wiener sürecinin şu özellikleri mevcuttur: [417]

- Brownian Motion her koşulda süreklidir.
- Wiener Süreci, Markov özelliğine (Property) sahiptir.
- Wiener Süreci, Martingale'dır.

[415] Kwok, **a.g.e.**, s. 88-89.
[416] Jürgen Topper, **Financial Engineering with Finite Elements**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2005, s. 312-313.
[417] Topper, **a.g.e.**, s. 313.

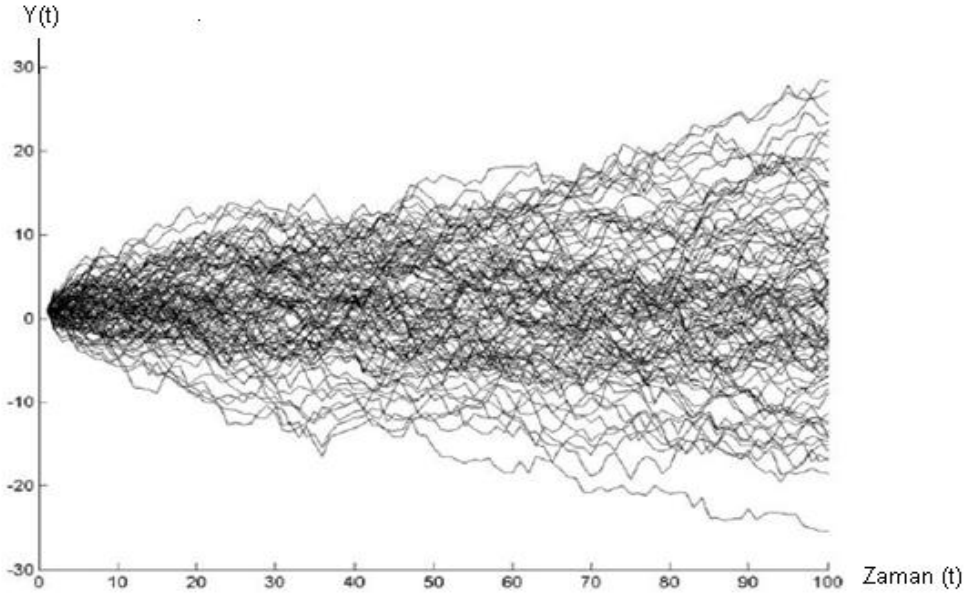
- Wiener Süreci, durağan değildir (nonstationary).

- Wiener Süreci, herhangi bir drift parametresi içermez. Bu noktada drift ve volatilite zamandan (t) ve Y varlık fiyatından bağımsız olmak üzere, (drift içeren) Brownian Motion için tanımlanabilir:

$$dY = \mu dt + \sigma dX \tag{2.22}$$

Brownian Motion Aritmetik Rassal Yürüyüş olarak tanımlandığında standart sapma değeri (ya da volatilite) zamanın karekökü oranında büyürken, varyans zamanın doğrusal bir fonksiyonu olarak hareket etmektedir. Bu özellikler ile birlikte aşağıdaki şekilde de görülebileceği üzere, Aritmetik Rassal Yürüyüşten türetilen 100 Brownian Motion yolunda çoğu simülasyon sonucu parabolik bölge sınırlarında hareket etmektedir.[418]

Şekil 5: Aritmetik Rassal Yürüyüşten Türetilen Brownian Motion Örneği (100 Yol)



Kaynak: Focardi ve Fabozzi, **a.g.e.**, s. 230.

[418] Sergio M. Focardi ve Frank J. Fabozzi, **Financial Modeling and Investment Management**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2004, s. 230.

Daha önce de belirtildiği üzere, literatürde Wiener süreci ile Brownian Motion'ın kullanımı konusunda net olmayan bir durum söz konusudur. Bu nedenle bu çalışmada Brownian Motion ile Wiener süreçleri, ayrı süreçler olarak ele alınmıştır. Bu noktada literatürdeki "orijinal" sürekli stokastik sürece Brownian Motion adı verilmektedir. Ayrıca bu süreç Wiener sürecinin kesikli bir parçası olarak tanımlanmıştır. Yine de bu ayrımda standart bir terminoloji olmadığını belirtmek gerekmektedir. Şu haliyle, Brownian Motion Normal dağılım özelliğine sahip, Martingale bağımlılığı olan ve bazı kısımlarda heterojen özellikler gösteren bir stokastik süreçtir.[419]

Bu özellikler ile birlikte Brownian Motion sürecinde Rassal Yürüyüşün bir limiti olma ve güçlü Markov Property özellikleri de mevcuttur. Ancak bu çalışmada söz konusu özelliklerin nasıl meydana geldiğini ortaya koyan teoremler açıklanmayacaktır.[420*]

Brownian Motion sürecinden hareketle tanımlanan iki stokastik süreç mevcuttur: Bunlar; Geometrik Brownian Motion süreci ve Ornstein-Uhlenbeck sürecidir. Bu süreç ile birlikte varlık fiyatlamada kullanılmayan "Integrated Brownian Motion" ve Brownian Köprüsü (Bridge) stokastik süreçleri de bulunmaktadır.[421]

Brownian Bridge süreci, $\{B(t), 0 \le t \le 1\}$ olmak üzere Wiener süreci ile birlikte $B(0) = B(1) = 0$ kısıtı altında tanımlanan bir stokastik süreçtir. Genel bir zaman dönemi için $[0, T]$ Brownian Bridge aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:[422]

$$B(t) \equiv W(t) - \frac{t}{T} W(T), \quad 0 \le t \le T \tag{2.23}$$

[419] Spanos, **a.g.e.**, s. 455.
[420*] Bu özelliklerin ayrıntıları için örneğin bkz. Hunt ve Kennedy, **a.g.e**., s. 20-30.
[421] Spanos, **a.g.e.**, s. 456-457.
[422] Lyuu, **a.g.e.**, s. 187.

$\{W(t), 0 \le t\}$ Wiener sürecini ifade etmek üzere, $W(0) = 0$ eşitliği ve $W(T)$ değerinin sıfır zamanda bilindiği varsayımları bulunmaktadır.

Bir sonraki kısımda ise Brownian Motion sürecinden hareketle tanımlandığı belirtilen Geometrik Brownian Motion ve Ornstein-Uhlenbeck süreçleri açıklanacaktır.

2.1.7.1. Geometrik Brownian Motion

Geometrik Brownian Motion (GBM), finans ve iktisat literatüründe hisse senetleri ve döviz kurları dinamiklerini modelleyebilmek için en sık kullanılan stokastik süreçlerden biridir. Finans literatüründe, Black-Scholes Opsiyon Fiyatlama modeli ve Paul A. Samuelson tarafından ortaya konan Varant Değeri Hesaplama modeli gibi önemli modellerin arka planında GBM süreci bulunmaktadır.[423]

GBM bazı çalışmalarda Üstsel (Exponential) Brownian Motion ve "Lognormal Diffusion" olarak da adlandırılabilmektedir.[424]

Eğer $\{X(t), t \ge 0\}$, $dX = \mu dt + \sigma dZ$ şeklinde ifade edilen bir Wiener süreci ise $\{S(t), t \ge 0\}$ $S(t) = e^{x(t)}$ GBM olarak ifade edilmektedir.

$F(X) = e^{X(t)}$ eşitliği ise Ito'nun Formülü temel alınarak aşağıdaki şekilde çözülmektedir: [425]

$$df = \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial X} dX + \frac{\sigma^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial X^2} dX^2 \qquad (2.24)$$

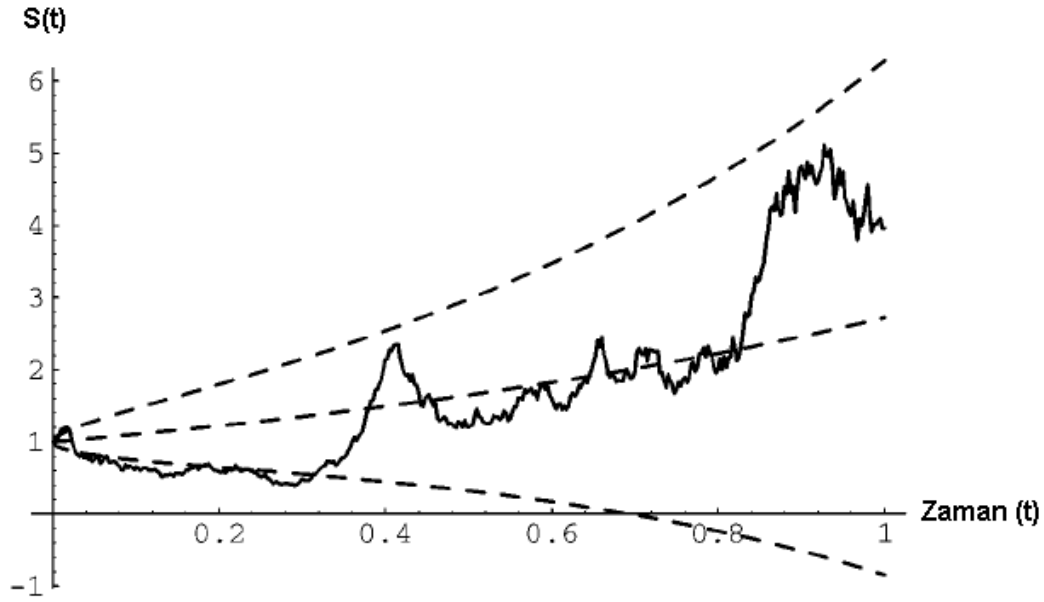
[423] Topper, **a.g.e.**, s. 314.
[424] Lyuu, **a.g.e.**, s. 186.
[425] London, **a.g.e.**, s. 789.

Buna göre, μ Brownian Motion sürecindeki drift parametresini, σ^2 varyans parametresini göstermek üzere, gerekli çözümler yapıldığında[426*] sürekli zamanda tanımlanan GBM aşağıdaki şekilde ortaya çıkmaktadır:[427]

$$dS = (1 + \mu S + \frac{1}{2}\sigma^2 S)dt + \sigma S dZ \qquad (2.25)$$

Bu tanıma göre, GBM sürecine ait bir yolun bir standart sapma aralığı ve ortalama değeri temel alınarak ortaya çıkardığı örnek bir yol ise aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

Şekil 6: Geometrik Brownian Motion (GBM) Sürecinin Bir Yol Örneği



Kaynak: Lyuu **a.g.e.**, s. 186.

2.1.7.2. Mean-Reversion (Ornstein-Uhlenbeck) Süreci

Literatürde, Mean-reversion sürecinin birçok farklı şekilde gösterimi ve matematiksel tanımı bulunmaktadır. Literatürde bulunan bu farklı gösterimlerin ortak

[426*] İlgili çözümün ayrıntıları için örneğin bkz. Kwok, **a.g.e.**, s. 78.
[427] London, **a.g.e.**, s. 789.

noktası, Ornstein-Uhlenbeck sürecinin zamana karşı homojen olarak tanımlanan özel bir Ito stokastik süreci olmasıdır.[428]

Aynı zamanda daha önce de belirtildiği üzere, Wiener sürecinin (ya da Standart Brownian Motion) birinci ve ikinci momentlerinin, zamanın doğrusal bir fonksiyonu olması nedeniyle bu stokastik süreç durağan değildir. Buna göre, Ornstein-Uhlenbeck süreci Wiener sürecinin gerekli dönüşüm teknikleri[429*] kullanılarak durağan hale getirilmesi sonucu oluşan durağan bir stokastik süreçtir.[430]

Daha önce de belirtildiği üzere, literatürde birden fazla Mean-reversion süreci bulunduğu için Ornstein-Uhlenbeck süreci genel olarak kapalı notasyonda açıklanmaktadır. Buna göre, Standart Brownian Motion sürecine $\{B(t), t \in [0,\infty)\}$ gerekli dönüşüm teknikleri uygulandıktan sonra aşağıdaki yeni stokastik süreç oluşmaktadır:

$$X(t) = e^{-t}(Be^{2t}), t \in [0,\infty) \qquad (2.26)$$

Tanımlanan bu stokastik süreç genel olarak Ornstein-Uhlenbeck sürecini ifade etmektedir. Bu stokastik sürecin ayrıntıları, farklı tanımlarına ait teoremleri ve özellikleri Nelson (2001)[431] tarafından yapılan çalışmada incelenmiştir.

Ancak literatürde en yaygın biçimde bilinen ve kullanılan Ornstein-Uhlenbeck süreci, Vasicek (1977)[432] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuş olan "Vasicek Mean-reversion Modelinde" tanımlanmış olan süreçtir. Bu model kısa dönemli faiz hadlerinin (r_t) Ornstein-Uhlenbeck sürecini takip ettiğini varsaymaktadır.

---

[428] Topper, **a.g.e.**, s. 314.
[429*] Ayrıntılar için bkz. Spanos, **a.g.e.**, s. 457.
[430] Lyuu, **a.g.e.**, s. 187.
[431] Edward Nelson, **Dynamic Theories of Brownian Motion**, Princeton University Press, Second Edition, New Jersey, 2001, s. 45-52.
[432] Oldridch Vasicek, "An Equilibrium Characterization of The Term Structure", **Journal of Financial Economics**, Vol. 5, Issue 2, 1977, s. 177-188.

Buna göre, ilgili stokastik süreç şu şekilde tanımlanmaktadır:[433]

$$dr_t = \alpha(\gamma - r_t)dt + \rho dZ_t \qquad (2.27)$$

Yukarıdaki stokastik sürece Elastik Rassal Yürüyüş veya Mean-reversion (ortalamaya dönüş) süreci adı verilmektedir. Driftde meydana gelen anlık değişimi ifade eden $\alpha(\gamma - r_t)$ parametresi, uzun dönemdeki denge seviyesini ya da ortalamayı ifade eden γ parametresinden meydana gelen sapmanın "büyüklük ölçütünü" göstermektedir. Bu noktada oluşan ortalamaya dönüş süreci mantığı, iktisat literatüründe var olan ve "uzun dönemdeki faiz oranlarının denge seviyesine döneceğine" ilişkin görüşten hareketle ortaya çıkmıştır. Benzer bir görüşün nominal döviz kurları için de geçerli olabileceği söylenebilinir.

2.1.8. Jump Diffusion Süreci

Yukarıda belirtilen tüm stokastik süreçler sürekli bir durum göstermekte olup, değişkenlerde meydana gelen değişimler temel alınan zaman aralığı içinde son derece azdır. Jump süreçlerin de ise bir "süreksizlik" söz konusudur. Mevcut olan bu süreksiz durum, temel alınan zaman aralığı içinde bu stokastik sürecin tanımlandığı değişkenlerde büyük değişimlerin mevcut olabileceği düşüncesini de içermektedir. Bu noktada Jump süreçlerinde, $(1-\lambda)dt$ hiçbir değişim olmama olasılığını; λdt ise sürekli olmayan küçük olasılıklı bir değişim olma olasılığını ifade etmektedir. Ayrıca Jump sürecinde dt küçük bir zaman aralığını, λ ise sürecin şiddetini (size) ifade etmektedir.[434] Finans literatüründeki birçok model Diffusion süreçleri ile Jump süreçlerini bir arada kullanmaktadır. Bu nedenle yukarıda belirtilen stokastik süreçler Time Diffusion süreçleri olarak adlandırılırken, Jump süreci de genel olarak Jump Diffusion süreci olarak adlandırılmaktadır.[435]

---

[433] Kwok, **a.g.e.**, s. 396.
[434] Nawalkha vd., **a.g.e**., s. 14.
[435] Claudio Albanese ve Giuseppe Campolieti, **Advanced Derivatives Pricing and Risk Management: Theory, Tools and Hands-On Programming Application**, Elsevier, Burlington, 2006, s. 28.

Jump Diffusion süreçleri bir başka stokastik süreç ile birlikte iç içe durumdadır. Bu süreç genellikle Ito süreci ile birlikte tanımlanmaktadır. Bu nedenle bu süreçlere Mixed Jump Diffusion süreçleri adı da verilmektedir. Buna göre, bir Mixed Jump Diffusion süreci basit bir biçimde aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$dX(t) = a(X,t)dt + b(X,t)dZ(t) + h(J,X,t)dN(\lambda) \tag{2.28}$$

Bu sürecin son kısmı göz ardı edildiğinde geriye kalan kısım Ito sürecini ifade etmektedir. Buna göre, son kısmın iki birleşeni bulunmaktadır: Bunlardan birincisi olan $dN(\lambda)$, $dZ(t)$ teriminden bağımsızdır ve Poisson sürecini takip etmektedir. Bu kısım şöyle ifade edilmektedir:

$$dN(\lambda) = \begin{cases} 0;1-\lambda dt \text{ olasılığı ile, ve} \\ 1;1-\lambda dt \text{ olasılığı ile} \end{cases} \tag{2.29}$$

Eğer $dN(\lambda)$ (λdt olasılığı ile) 1'e eşitse, bu durumda herhangi bir sıçramanın (jump) şiddetini ifade eden $h(J,X,t)dN(\lambda)$ da $h(J,X,t)$'e eşit olacaktır. $h(J,X,t)$ değişkeni ise rassal değişken olan J'nin herhangi bir dağılımına (Normal, Lojistik vb.) bağlıdır. Ayrıca J değişkeni $dZ(t)$ ve $dN(\lambda)$'den bağımsızdır.[436]

Jump Diffusion süreci ilk olarak Merton (1976)[437] tarafından yapılan çalışma ile Opsiyonların fiyatlanmasında kullanılmıştır.

2.2. VOLATİLİTE

Bu kısımda volatilite kavramının sahip olduğu temel özellikler ve volatilite modelleri ayrıntılı bir biçimde açıklanacaktır. Ampirik çalışmalarda kullanılan finansal veriler belli başlı özelliklere sahiptir. Bu özelliklere Aşırı Basıklık

[436] Nawalkha vd., **a.g.e.**, s. 14-15.
[437] Robert C. Merton, "Option Pricing When the Underlying Stock Returns Are Discontinuous", **Journal of Financial Economics**, Vol. 3, Issue 1-2, 1976, s. 125-144.

(Leptokurtosis), Volatilite Kümelenmesi (Volatility Clustering) ve Kaldıraç Etkisi (Leverage Effect) adı verilmektedir. Bu kavramlar kısaca şu şekilde özetlenebilir:

Aşırı Basıklık: Bu kavram ile varlık getirilerine ait dağılımların kalın kuyruk ve ortalamada yüksek sivrilik özellikleri göstermesi ifade edilmektedir. Buna göre, finansal varlık getirilerine ait dağılımlar Normal dağılıma göre ortalamada daha sivri ve kuyrukta daha kalın dağılımların özelliklerini göstermektedir. Bu durum getirilerin Normal dağılımdan farklı dağılımlara sahip olması sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Volatilite Kümelenmesi: Finansal piyasalardaki volatilite hareketleri birbirini takip etmektedir. Yani, yüksek getirilerin olduğu günleri yüksek getiriler takip etmekte, düşük getiri gerçekleşmelerini de düşük getiriler takip etmektedir. Bu duruma "Volatilite Kümelenmesi" adı verilmektedir.

Kaldıraç Etkisi: Büyük fiyat düşüşleri aynı miktarlı benzer fiyat yükselişlerinden daha yüksek bir volatiliteye neden olmaktadır. Bu durum "Kaldıraç Etkisi" adı verilen etki ile açıklanmaktadır.

Tüm bu etkiler literatürde "ARCH (Otoregresif Koşullu Heteroskedasite) Etkisi" olarak bilinen bir etkiyi yaratmaktadır. Finansal zaman serilerinde oldukça sık olarak görülen ARCH etkisinin göz ardı edilmesi modelin etkinliğini azaltmaktadır. Engle (1982)[438] tarafından ortaya konan ARCH modeli, yukarıda belirtilen finansal verilere ait özellikleri ortaya koyabilmek amacıyla tasarlanan ilk modeldir. Bu modelin geliştirilmesi ve genelleştirilmesi ile GARCH modelleri ortaya çıkmıştır. GARCH modelleri ortalamanın ve varyansın sahip oldukları özelliklere göre Doğrusal GARCH ve Doğrusal Olmayan GARCH modelleri şeklinde ayrılmaktadır.[439]

[438] Robert F. Engle, "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica**, Vol. 50, Issue 4, 1982, s. 987-1007.
[439] Ser-Huang Poon, **A Practical Guide for Forecasting Financial Market Volatility**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2005, s. 37.

Buna göre, GARCH vb. modellerin kullanılabilmesi için öncelikle ARCH etkisinin var olduğunun saptanması gerekmektedir. Engle (1982)[440] tarafından ortaya konan ARCH testi artıklarda (residuals) Otoregresif Koşullu Heteroskedasitenin (ARCH) tespitini amaçlayan bir Lagrange Çarpanı (LM) testidir. Buna göre, Yardımcı Regresyon kullanılarak hesaplanan ARCH-LM test istatistiği (karar verilen q mertebeye (order) kadar) ARCH etkisinin var olup olmadığı sıfır hipotezi altında şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$e_t^2 = \beta_0 \Big| + \left(\sum_{s=1}^{q} \beta_0 e_{t-s}^2 \right) + \upsilon_t \qquad (2.30)$$

Test istatistiğinde e artıkları ifade etmektedir. Bu test istatistiği F testi ve Ki-kare testine göre hesaplanabilmektedir. Ayrıca karşılaştırılacak değerler F veya Ki-kare dağılımlarından elde edilen tablo değerleridir.

2.2.1. Doğrusal GARCH Modelleri

Bu kısımda açıklanacak olan doğrusal GARCH modelleri; ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), GARCH-M (GARCH in-mean), IGARCH (Integrated GARCH), FIGARCH (Fractionally Integrated GARCH) ve CGARCH (Component GARCH) modelleridir.

2.2.1.1. ARCH

Bu modelleme tekniği varyansta meydana gelen değişimlerin ortalamada da değişimler yaratacağı, yani sıfır ortalamalı ve birim varyanslı (iid.) dağılan rassal değişkenler (zt) ile standart sapmanın (σ_t), çarpılması gerektiği temeline dayanmaktadır:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t, \quad z_t \sim iid(0,1) \qquad (2.31)$$

[440] Engle, **a.g.e.**, s. 999-1000.

Buna göre, ele alınan σ_t değeri şu şekilde modellenebilir: Bunlardan birincisi Stokastik Volatilite (SV) modelleridir ve standart sapma değeri herhangi bir stokastik süreçten hareketle tanımlanabilmektedir. İkinci yaklaşım olan ARCH modelleri ise geçmiş değerlerden hareket etmektedir. Her iki yöntemde elde edilen tahmin değerleri birbirinden bağımsız olmamasına rağmen, iki yöntem de "Martingale Farkı (MD)"[441*] tanımına uygundur.

ARCH modellerinin en önemli özelliği Volatilite Kümelenmesi sorununa çözüm getirmesidir. ARCH modellerindeki standart sapma (σ_t) zamanla değişen, ölçülebilir ve pozitif değerlere sahip olup, t-1 döneminden gelen bilgi ile ölçülebilmektedir. Engle (1982)[442] (2.31) denkleminde belirtilen varyans değerinin geçmiş gözlemlere bağlı olarak aşağıdaki şekilde ölçülebileceğini göstermiştir:

$$\sigma_t^2 = \alpha + \beta\varepsilon_{t-1}^2, \quad \alpha > 0, \beta \geq 0 \tag{2.32}$$

Bu noktada varyansın pozitif olması gerektiği göz önüne alınırsa z_t değerinin Normal dağılım özelliklerine sahip olduğu durumda (2.31) denklemi aşağıdaki şekilde yeniden tanımlanmaktadır:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t \quad z_t \sim NID(0,1) \tag{2.33}$$

NID rassal değişkenlerin Normal ve Bağımsızca dağılmış olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda serinin basıklık ve çarpıklık değerlerinden hareketle Volatilite Kümelenmesi sorununa çözüm getirilmiş olacaktır.

2.2.1.2. GARCH

[441*] Martingale Farkı (MD), $E|\varepsilon_t| < \infty$ ve $E(\varepsilon_t|\varepsilon_{t-1}) = 0$ şeklinde ifade edilmektedir. Tüm MD değerleri sıfır ortalamalıdır ve bu değerlerin zaman içinde birbirleriyle korelasyonu bulunmamaktadır. Koşulsuz varyansın sabit olduğu durumda ise serilere "White Noise" adı verilmektedir.

[442] Engle, **a.g.e.**, s. 988-990.

Yukarıda açıklanan ARCH modellerinde Koşullu Varyans sadece tek gözlemden hareketle hesaplanmaktadır. Bu modele daha fazla gecikme değeri ilave edildiği taktirde model daha genel bir hâl almaktadır. Ayrıca modele σ_t^2 'nin de gecikmeli değerleri ilave edilirse GARCH modelleri tanımlanmış olacaktır.

Bollerslev (1986)[443] ve Taylor (1986)[444] tarafından tanımlanan GARCH (p,q) modelleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:

$$\sigma_t^2 = \alpha + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + ... + \beta_p \varepsilon_{t-p}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 + ... \gamma_q \sigma_{t-q}^2 \qquad (2.34)$$

Tüm GARCH modelleri Martingale Farkı (MD) özelliğini sağlamaktadır. β ve γ toplamının birden küçük olduğu durumda Kovaryans zayıf durağan olmaktadır ve seriler White Noise özelliklerini taşımaktadır. Buna göre, GARCH modelleri bu varsayımı yerine getirmelidir.

2.2.1.3. IGARCH

GARCH modellerinde tanımlanan β ve γ parametre değerlerinin toplamı bire eşit olduğu durumda, "zayıf durağanlık" kaybolmaktadır. Yani, Koşullu Varyansın değeri sonsuza doğru gitmekte ve sınırlı olmamaktadır. Kareleri alınmış gözlem değerleri ve varyans spesifikasyonu kullanılarak bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\varepsilon_t^2 = \alpha + \varepsilon_{t-1}^2 + \nu_t + \theta \nu_{t-1} \qquad (2.35)$$

$\theta = -\gamma = 1 - \beta$ ve $\nu_t = \sigma_t^2 (z_t^2 - 1)$ olduğunda aşağıdaki denklem elde edilmektedir:

---

[443] Tim Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, Vol. 31, Issue 3, 1986, s. 307-328.

[444] Steven J. Taylor, **Modelling Financial Time Series**, John Wiley and Sons, Chicheste, 1986, s. 62-96.

$$\Delta\varepsilon_t^2 = \alpha + \nu_t + \theta\nu_{t-1} \tag{2.36}$$

Engle ve Bollerslev (1986)[445] tarafından ortaya konan bu modele IGARCH adı verilmektedir. Bu modele göre, karesi alınan gözlem değerleri birinci farkları alındığında durağan olmaktadır. IGARCH modeli de MD sürecini izlemektedir. Ancak modelin bu özellikleri sağlayabilmesi için α >0 varsayımında bulunulmuştur.

2.2.1.4. GARCH-M

Risk ve getiri arasında seçim yapmasını sağlayan ARCH-M modeli Engle vd. (1987)[446] tarafından ortaya konmuştur. Bu model $y_t = \lambda_1 X_1 + ...\lambda_m X_m + \psi\sigma_t^2 + \varepsilon_t$, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$ olmak üzere aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\sigma_t^2 = \alpha_o + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + ...\alpha_q\varepsilon_{t-q}^2 \tag{2.37}$$

Bu denklemde X_k k=1.... m şeklinde modele ilave edilen dışsal değişkenleri, ψ ise "Zamanla Değişen Risk Primini" ifade etmektedir. GARCH-M modeli ise Koşullu Varyans yerine Koşullu Standart Sapma değerlerini dikkate almaktadır ve bu değerler de ortalama denklemine dahil edilmektedir. GARCH-M modellerinin hisse senedi getirilerine, faiz oranlarına ve döviz kurlarına yönelik uygulamaları Bollerslev vd. (1992)[447] tarafından yapılan çalışmada ele alınmıştır.

2.2.1.5. FIGARCH

Ding vd. (1993)[448], volatilitenin zaman içinde oldukça yavaş bir biçimde değişeceğini ve şokların kendini göstererek seriye yayılımının diğer modellerin

[445] Robert F. Engle ve Tim Bollerslev, "Modelling the Persistence of Conditional Variances", **Econometric Reviews**, Vol. 5, Issue 1, 1986, s. 1-50.
[446] Robert F. Engle, David M. Lilien ve Rusell P. Robins, "Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model", **Econometrica**, Vol. 55, Issue 2, 1987, s. 391-407.
[447] Tim Bollerslev, Ray Y. Chou ve Kenneth F. Kroner, "ARCH Modeling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence", **Journal of Econometrics**, Vol. 52, Issue 1-2, 1992, s. 5-59.
[448] Zhuanxin Ding, Clive W.J. Granger ve Robert F. Engle, "Along Memory Property of Stock Market Returns and A New Model", **Journal of Empirical Finance**, Vol. 1, Issue 1, 1993, s. 83-106.

öngördüğünden daha fazla zaman alacağını ileri sürmüşlerdir. Buna göre, bu özellikleri yansıtan FIARCH modeli en basit biçimde aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$\sigma_t^2 = \alpha_o + \{1-(1-L)^d\}\varepsilon_t^2 = \alpha_o + \alpha(L)\varepsilon_{t-1}^2 \qquad (2.38)$$

Modelde $\alpha(L)$ L ile tanımlanan bir polinom olup geometrik özelliklerden daha çok hiperbolik özellikler gösteren gecikme uzunluğunu ifade etmektedir.

Baillie vd. (1996)[449] ise bu modeli genelleştirerek FIGARCH modelini tanımlanmıştır. Bu modelde Granger ve Joyeux (1980)[450] ile Hosking (1981)[451] tarafından ortaya konan Fractionally Integrated ARMA (ARFIMA) modelleri temel alınarak, model uzun dönemli varyansın tanımlanmasına olanak veren bir biçime dönüştürülmüştür. Modelin asimetrik etkileri barındıran biçimi ise Fractionally Integrated Exponential GARCH (FIEGARCH) modelidir. FIEGARCH modeli Bollerslev ve Mikkelsen (1999)[452] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bu çalışmaya göre, FIEGARCH modeli özellikle mutlak getiriler temel alındığında Opsiyon sözleşmeleri için FIGARCH, EGARCH ve Integrated EGARCH (IEGARCH) modellerinden daha iyi sonuç vermektedir. Ayrıca FIGARCH ve FIEGARCH modellerinin genel olarak uzun dönemli varyansın modellenmesinde kullanıldığını belirtmek gerekmektedir.

2.2.1.6. CGARCH

[449] Richard T. Baillie, Tim Bollerslev ve Hans Ole Mikkelsen, "Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, Vol. 74, Issue 1, 1996, s. 3-30.
[450] Clive W.J. Granger ve Roselyne Joyeux, "An Introduction to Long Memory Time Series Models and Fractional Differencing", **Journal of Time Series Analysis**, Vol. 1, Issue 1, 1980, s. 15-29.
[451] Jonathan R.M. Hosking, "Fractional Differencing", **Biometrika**, Vol. 68, No: 1, 1981, s. 165-176.
[452] Tim Bollerslev ve Hans Ole Mikkelsen, "Long-term Equity Anticipation Securities and Stock Market Volatility Dynamics", **Journal of Econometrics**, Vol. 92, Issue 1, 1999, s. 75-99.

Ding ve Granger (1996)[453] tarafından yapılan çalışmaya göre, kareleri alınmış getirilerin otokorelasyon fonksiyonu başlangıçta hızlı düşüş göstermekte ve daha büyük gecikme değerlerine doğru gidildikçe düşüş daha yavaş olmaktadır. Bu çalışma volatilitenin kısa dönemde etkili olup daha sonra yok olan veya küçük ancak sürekli etkiler barındıran birçok bileşeni olabileceğini ortaya koymuştur. Bu tespitlerden hareketle Component GARCH (CGARCH) adı verilen model Engle ve Lee (1999)[454] tarafından aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$h_t = \gamma h_{1,t} + (1-\gamma) h_{2,t} \tag{2.39}$$

$$h_{1,t} = \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + (1-\alpha_1) h_{1,t-1} \tag{2.40}$$

$$h_{2,t} = \omega + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2 h_{2,t-1} \tag{2.41}$$

Bu modeldeki Koşullu Varyans, biri IGARCH modeli diğeri GARCH modelinden oluşan iki bileşenin ağırlıklı toplamlarından oluşmaktadır. CGARCH modeli özellikle makroekonomik verilerin açıklandığı günler gibi bazı "özel günlerde" meydana gelen volatilitenin, diğer günlere göre daha farklı olabileceğini öne süren çalışmalarda kullanılmaktadır.[455]

2.2.2. Doğrusal Olmayan GARCH Modelleri

Bu kısımda açıklanacak olan Doğrusal Olmayan GARCH modelleri; EGARCH (Exponential GARCH), GJRGARCH (The Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH), TGARCH (Threshold GARCH), QGARCH (Quadratic GARCH) modelleridir. Ayrıca STGARCH (Smooth Transition GARCH) ve ANSTGARCH (Asymmetric Nonlinear Smooth Transition GARCH) gibi diğer GARCH tipi modeller de bu kısımda açıklanacaktır.

---

[453] Zhuanxin Ding ve Clive W.J. Granger, "Modeling Volatility Persistence of Speculative Returns: A New Approach", **Journal of Econometrics**, Vol. 73, Issue 1, 1996, s. 185-215.

[454] Robert F. Engle ve Gary J. Lee, "A Long-run and Short-run Component Model of Stock Return Volatility", **Cointegration, Causality and Forecasting**, Oxford University Press, Oxford, 1999, s. 475-497.

[455] Charles M. Jones, Owen Lamont ve Robin L. Lumsdaine, "Macroeconomic News and Bond Market Volatility", **Journal of Financial Economics**, Vol. 47, Issue 3, 1998, s. 315-337.

2.2.2.1. EGARCH

EGARCH modeli Nelson (1991)[456] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bu model Koşullu Varyansı logaritmik bir biçimde tanımlamaktadır. Bu durum Koşullu Varyansın negatif değerler alabilmesine olanak tanımaktadır. Buna göre, model aşağıdaki şekildedir:[457*]

$$\ln h_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \ln h_{t-j} + \sum_{k=1}^{p} \left[\theta_k e_{t-k} + \gamma_k (|e_{t-k}| - \sqrt{2/\pi}) \right] \qquad (2.42)$$

$$e_t = \varepsilon_t / \sqrt{h_t} \qquad (2.43)$$

Koşullu Varyansı ifade eden h_t'nin değeri hem büyüklük olarak hem de işaret olarak ε_t'nin değerine bağlıdır. Bu modelin varsayımlardan, Koşullu Varyans üzerindeki negatif şokların pozitif şoklara göre daha etkili olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu süreçteki Kovaryans ancak ve ancak $\sum_{j=1}^{q} \beta_j < 1$ durumunda durağan olabilmektedir.

2.2.2.2. GJRGARCH

Asimetrik etkileri gösterebilmek amacıyla Glosten vd. (1993)[458] tarafından ortaya konan GJRGARCH modeli aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^{p} \beta_i h_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \left(\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \delta_j D_{j,t-1} \varepsilon_{t-j}^2 \right) \qquad (2.44)$$

$$D_{t-1} = \begin{cases} 1, eğer \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0, eğer \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

---

[456] Daniel B. Nelson, "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", **Econometrica**, Vol. 59, Issue 2, 1991, s. 347-370.

[457*] Nelson tarafından tanımlanan EGARCH modeli Genelleştirilmiş Hata Dağılımı (GED) temellidir.

[458] Lawrence R. Glosten, Ravi Jagannathan ve David E. Runkle, "On the Relation between The Expected Value and The Volatility of The Nominal Excess Return on Stocks", **Journal of Finance**, Vol. 48, No: 5, 1993, s. 1779-1801.

Koşullu volatilitenin değeri; $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\alpha_i + \gamma_i \geq 0$ ve $\beta_j \geq 0$ varsayımlarının i=1,....,p ve j=1,....,q için yerine getirilmesi durumunda pozitif değer almaktadır. Bu süreçteki Kovaryans, ancak ve ancak $\sum_{i=1}^{p}\beta_i + \sum_{j=1}^{q}\left(\alpha_j + \frac{1}{2}\gamma_j\right) < 1$ durumunda durağan olmaktadır.

2.2.2.3. TGARCH

Zakoian (1994)[459] tarafından ortaya konan TGARCH modeli GJRGARCH modeli ile benzerlik göstermek ile birlikte, mutlak getiriler kullanılarak modellenmektedir. Buna göre, bu model aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\alpha_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p}\left[\alpha_i \left|\varepsilon_{t-i}\right| + \gamma_i D_{i,t-i}\left|\varepsilon_{t-i}\right|\right] + \sum_{j=1}^{q}\beta_j \sigma_{t-j} \qquad (2.45)$$

Koşullu volatilitenin değeri; $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\alpha_i + \gamma_i \geq 0$ ve $\beta_j \geq 0$ varsayımlarının i=1,....,p ve j=1,....,q için yerine getirilmesi durumunda pozitif değer almaktadır. Bu süreçteki Kovaryans, p=q=1 olması durumunda ancak ve ancak $\beta_1^2 + \frac{1}{2}\left[\alpha_1^2 + (\alpha_1 + \gamma_1)^2\right] + \frac{2}{\sqrt{2\pi}}\beta_1(\alpha_1 + \gamma_1) < 1$ varsayımı altında durağan olmaktadır.

2.2.2.4. QGARCH

Sentana (1995)[460] volatilitenin asimetrik etkilerini tanımlayabilmek için QGARCH modelini ortaya koymuştur. QGARCH(1,1) modeli aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$h_t = \omega + \alpha + (\varepsilon_{t-1} - \gamma)^2 + \beta h_{t-1} \qquad (2.46)$$

[459] Jean-Michel Zakoian, "Threshold Heteroscedastic Models", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 18, Issue 5, 1994, s. 931-955.
[460] Enrique Sentana, "Quadratic ARCH Models", **Review of Economic Studies**, Vol. 62, Issue 4, 1995, s. 639-661.

Bu model asimetrik etkileri barındıran standart bir GARCH modeli olarak da görülmektedir. Bu süreçteki Kovaryansın durağan olabilmesi için GARCH modellerindeki koşulların sağlanması yeterlidir. Modeldeki temel farklılık basıklık değerlerinin tanımlanması sürecinde ortaya çıkmaktadır.

2.2.2.5. Diğer Doğrusal Olmayan GARCH Tipi Modeller

Literatürde Gonzalez-Rivera (1998)[461] tarafından ortaya konan STGARCH, Anderson vd. (1999)[462] tarafından ortaya konan ANST-GARCH modelleri gibi oldukça fazla sayıda model bulunmaktadır. Tüm bu modellerin teorik altyapıları, modellerin tahmini için gerekli varsayımlar, varsayımların sağlanmasına ilişkin testler ve model uygulamalarını inceleyen literatür Franses ve Van Dijk (2003)[463] tarafından ayrıntılı bir biçimde ele alınmaktadır. Ayrıca literatürde Volatility Switching GARCH (VSGARCH) ve Markov Switching GARCH (MSWGARCH) gibi rejim değişimleri modellerinden hareketle tanımlanmış olan GARCH modelleri de bulunmaktadır.[464]

2.2.3. Rejim Değişim (Regime Switching) ve Threshold Modelleri

Ele alınan her türlü stokastik süreçte yapısal kırılmalar ve rejim değişiklikleri meydana gelebilmektedir. Literatürde yapısal kırılmalar ve rejim değişimleri için özel olarak tanımlanmış modeller mevcuttur. Rejim değişim modelleri olarak bilinen bu modeller özellikleri itibariyle iki sınıfa ayrılmaktadır: Bunlardan birincisi gözlenebilir değişkenler ile ifade edilen, geçmişte ve bugünde meydana gelen olayları istatistiksel yaklaşımlar ile ortaya koyabilen deterministlik modellerdir. Bu yaklaşıma Threshold Autoregression (TAR) modelleri adı verilmektedir. İkinci modeller ise gözlenemeyen değişkenlere bağlı olarak bir stokastik süreç yardımı ile

---

[461] Gloria Gonzalez-Rivera, "Smooth Transition GARCH Models", **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**, Vol. 3, No: 2, 1998, s. 61-78.
[462] Heather M. Anderson, Kiseok Nam ve Fashid Vahid, "Asymmetric Nonlinear Smooth Transition GARCH Models", **Nonlinear Time Series Analysis of Economic and Financial Data**, Kluwer, Boston, 1999, s. 191-207.
[463] Philip Hans Franses ve Dick Van Dijk, **Nonlinear Time Series Model in Empircal Finance**, Cambridge University Press, Second Edition, New York, 2003, s. 159-200.
[464] Franses ve Van Dijk, **a.g.e.**, 2003, s. 152-156.

tanımlanan modellerdir. Markov Switching modelleri (MSW) bu özellikleri gösteren modellerdir.[465] Bu kısımda kısaca bu modeller incelenecektir.

2.2.3.1. Markov Switching (Değişim) Modelleri

Parametrelerdeki ani değişimlerin Markov Zinciri ile açıklanabileceğini varsayan modeller genel olarak rejim değişim modelleri olarak adlandırılmaktadır. İlk defa Hamilton (1988)[466] ve Hamilton (1989)[467] tarafından yapılmış olan çalışmalarda tanımlanan MSW modeli, ani ve dramatik etkiler yaratan politik veya ekonomik olayların finansal ve iktisadi değişkenleri nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır.

Bu modelde gözlemlerin AR(1) yapısına sahip olan bir stokastik süreç $\{X_t\}$ tarafından üretildiği varsayılmaktadır:

$$X_t = \beta_t X_{t-1} + \varepsilon_t, \qquad t = |0, \pm 1, \pm 2, ... \tag{2.47}$$

Denklemde $\{\beta_t\}$ sadeleştirilmez (irreducible) ve periyodik olmayan (aperiodic) Markov zincirini ifade etmektedir ve bu model sonlu durum uzayından k sayıda duruma (rejime) $s_1, ..., s_k$ sahiptir. $\{\varepsilon_t\}$, iid. özelliğine sahip sıfır ortalamalı ve σ^2 varyanslı rassal değişken serisini ifade etmektedir. $\{\beta_t\}$ ve $\{\varepsilon_t\}$'nin bağımsız oldukları varsayılmaktadır. $Q(q_{ij})$, $q_{ij} = p(\beta_t = s_j \,|\, \beta_{t-1} = s_i|, i, j = 1, ..., k$ olmak üzere, rejimler arasındaki değişiklik için geçiş olasılığı matrisini belirtmektedir. Sadeleştirilmez ve periyodik olmayan özelliklere sahip olan sonlu durum uzayındaki Markov Zincirinde mevcut olan durağan olasılıkların Birim Vektörü ise $\pi = [\pi_1, ...\pi_k]$ ile gösterilmektedir.

---

[465] **a.e.**, s. 69-70.

[466] James D. Hamilton, "Rational-expectations Econometric Analysis of Changes In Regime: An Investigation of the Term Structure of Interest Rates", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 12, Issue 2-3, 1988, s. 385-423.

[467] James D. Hamilton, "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle", **Econometrica**, Vol. 57, Issue 2, 1989, s. 357-384.

Bu tanımlamalara göre, $\{\varepsilon_t\}$'nin varyansının rejimler arasında değişiklik göstermesine rağmen, her bir rejim için sabit olduğu varsayılmaktadır.[468]

Bu modelin tahmini için genellikle Markov Property sürecinin ideal olduğu düşünülmekle birlikte, modelin tahmin edilmesindeki en önemli sorun kaç rejimin bulunduğunun doğru bir biçimde belirlenmesidir. Bu noktada modelin çözümü için literatürde En Küçük Kareler (OLS), Momentler Yöntemi (MM) ve En Yüksek Olabilirlik Tahmini (MLE) gibi yaklaşımlar kullanılmasına rağmen, serilerde "durağanlık sorununun" var olduğu gözlemlenmiştir. MSW modelinde spesifikasyon ve doğru sayıda rejimin belirlenmesi hususu Hansen (1992)[469*], Hamilton (1994)[470], Hansen (1996)[471] tarafından yapılan çalışmalarda geniş bir biçimde ele alınmıştır.

Döviz kurlarında MSW modelleri ilk defa Engel ve Hamilton (1990)[472] tarafından yapılan çalışmada kullanılmıştır. Krager ve Kugler (1993)[473] tarafından yapılmış olan çalışma ise özellikle Yönetimli Dalgalı Kur sisteminde döviz kurlarının Rejim-değişim özellikleri gösterebileceğini ortaya koyması bakımından önem arz etmektedir. Boldin (1996)[474] tarafından yapılan çalışmada da Çoklu-rejim MSW modelinin ortaya konduğu ve bu modelin döviz kurlarına uygulandığı gözlemlenmektedir.

---

[468] Linlan Xiao ve Abdurrahman Aydemir, "Volatility Modelling and Forecasting in Finance", **Forecasting Volatility in the Financial Markets**, Elsevier, Third Edition, Amsterdam, 2007, s. 16-19.

[469*] Bruce E. Hansen, "The Likelihood Ratio Test Under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 7, Supplement, 1992, s. 561-582. Ayrıca bu çalışma James D. Hamilton'ın kullanılan GAUSS kodlarında bulduğu hatalar dikkate alınarak yapılan düzeltmeler sonrası, 1996 yılında yeniden basılmıştır: Bruce E. Hansen, "Erratum: The Likelihood Ratio Test Under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP" **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 11, No: 2, 1996, s. 195-198.

[470] James D. Hamilton, **Time Series Analysis**, Princeton University Press, New Jersey, 1994, s. 677-703.

[471] Bruce E. Hansen, "Inference When A Nuisance Parameter is not Identified under Null Hypothesis", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 2, 1996, s. 413-430.

[472] Charles Engel ve James D. Hamilton, "Long Swings in The Dollar: Are They in The Data and Do Markets Know It", **American Economic Review**, Vol. 80, Issue 4, 1990, s. 689-713.

[473] Horst Krager ve Peter Kugler, "Nonlinearities in Foreign Exchange Markets: A Different Perspective", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 195-208.

[474] Michael D. Boldin, "A Check on The Robustness of Hamilton's Markov Switching Model Approach to The Economic Analysis of The Business Cycle", **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**, Vol. 1, Issue 1, 1996, s. 35-46.

2.2.3.2. Threshold Autoregressive (TAR) Modelleri

Tong (1978)[475] tarafından ortaya konan ve Tong (1990)[476] tarafından ayrıntılı olarak incelenen Threshold Autoregressive (TAR) modelleri, rejimin orijinalinde q_t ile ifade edilen ancak bu çalışmada bazı noktalarda c ile gösterilecek olan bir "Threshold Değerinden" oluştuğunu varsaymaktadır. Bu noktada "Threshold Değişkeni (q_t)" zaman serisinin kendi gecikme değerlerinden birine eşit olduğu durumda ($q_t = y_{t-d}$ $d > 0$) özel bir hâl almaktadır. Rejimin zaman serisinin kendi değeri tarafından belirlenmesini ifade eden bu modele Self-Exciting TAR (SETAR) modeli adı verilmektedir. SETAR Modeli Tong ve Lim (1980)[477] ve Tong (1983)[478] tarafından yapılmış olan çalışmalarda ortaya konmuştur.

Bu çalışmalara göre, $d = 1$ ve her iki rejimin de AR(1) modeli olduğu varsayılmak üzere iki rejimli bir SETAR modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$y_t = \begin{cases} \phi_{0,1} + \phi_{1,1} y_{t-1} + \varepsilon_t & if\ y_{t-1} \le c, \\ \phi_{0,2} + \phi_{1,2} y_{t-1} + \varepsilon_t & if\ y_{t-1} > c \end{cases} \qquad (2.48)$$

Modelde ε_t parametresinin iid. özelliğine sahip olduğu varsayılmıştır. Zaman serilerinin tarihsel değerlerine göre oluşan "White Noise Koşullu Sıra Özelliği" ise $\Omega_{t-1} = \{ y_{t-1}, y_{t-2}, y_{1-(p-1)}, y_{1-p} \}$ ile ifade edilmektedir. Bu durum $E[\varepsilon_t | \Omega_{t-1}] = 0$ ve $E[\varepsilon_t^2 | \Omega_{t-1}] = \sigma^2$ özelliklerini de içermektedir.

SETAR modeli, iki rejimin y_{t-1} değişkeni tarafından belirlenen spesifik bir threshold sınırı arasında tanımlanabileceğini varsaymaktadır. Oysaki iki farklı rejim

---

[475] Howell Tong, "On A Threshold Model", **Pattern Recognition and Signal Processing**, Sijthoff and Noordhoff, Amsterdam, 1978, s. 101-141.
[476] Howell Tong, **Nonlinear Time Series: A Dynamical System Approach**, Oxford University Press, Oxford, 1990, s. 98-108.
[477] Howell Tong ve Keng S. Lim, "Threshold Autoregressions, Limit Cycles and Data", **Journal of the Royal Statistical Society B**, Vol. 42, No: 3, 1980, s. 245-292.
[478] Howell Tong, **Threshold Models in Non-Linear Time Series Analysis**, Springer-Verlag, New York, 1983.

arasındaki geçiş, sürekli bir fonksiyon olan $G(y_{t-1};\gamma;c)$ fonksiyonun y_{t-1} değişkeni yükseldiğinde bu değişimlere göre oluşan 0 ile 1 aralığındaki değerlerine göre de belirlenebilmektedir. Bu biçimde tanımlanan modele Smooth Transition AR (STAR) modeli adı verilmektedir. STAR modeli Chan ve Tong (1986)[479] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuş ve şu şekilde tanımlanmıştır:

$$y_t = (\phi_{0,1} + \phi_{1,1} y_{t-1})(1 - G(y_{t-1};\gamma;c)) + (\phi_{0,2} + \phi_{1,2} y_{t-1}) G(y_{t-1};\gamma;c) + \varepsilon_t \qquad (2.49)$$

Granger ve Terasvirta (1993)[480] ile Terasvirta (1994)[481] ise $G(y_{t-1};\gamma;c)$ geçiş fonksiyonunu Lojistik bir fonksiyon olarak aşağıdaki biçimde ifade etmiştir:

$$G(y_{t-1};\gamma;c) = \frac{1}{1+\exp(-\gamma[y_{t-1} - c])} \qquad (2.50)$$

Modelden oluşan sonuç Logistic STAR (LSTAR) modeli olarak adlandırılmıştır. Bu modelde c parametresi iki rejim arasındaki Threshold katsayısını, γ parametresi ise bir rejimden diğerine geçerken Lojistik fonksiyondaki değişim değerinin "düzlüğünü (smoothness)" ifade etmektedir.

Ayrıca yine bu çalışmalarda, $G(y_{t-1};\gamma;c)$ geçiş fonksiyonu üstsel bir fonksiyon olarak da ifade edilmiştir. Bu durumda ortaya çıkan model ise Exponential STAR (ESTAR) modeli olarak adlandırılmıştır.[482*]

STAR modellerinin sahip oldukları özelliklerin geniş bir biçimde incelenmesi ve modellerin dışsal değişkenleri de içeren bir biçimde genişletilmiş versiyonlarının

[479] Wai-Sum Chan ve Howell Tong, "On Tests for Non-linearity in Time Series Analysis", **Journal of Forecasting**, Vol. 5, Issue 4, 1986, s. 217-228.
[480] Clive W.J. Granger ve Timo Terasvirta, **Modelling Nonlinear Economic Relationships**, Oxford University Press, Oxford, 1993.
[481] Timo Terasvirta, "Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models", **Journal of The American Statistical Association**, Vol. 89, No: 425, 1994, s. 208-218.
[482*] Ayrıntılar için bkz. Terasvirta, **a.g.e.**, 1994, s. 210-212.

da ayrıntılı bir açıklaması Terasvirta (1998)[483] tarafından yapılmıştır.[484*] Bu çalışmaya göre, Yüksek Merteben (High Order) AR(p) modelleri yardımıyla da STAR modelleri tanımlanabilmekte ve buradaki gecikme değerinin belirlenmesi için Akaike ve Bayesyen Bilgi Kriterlerinden (AIC ve BIC) faydanılabilinmektedir. Birden çok rejim için SETAR modeli olarak adlandırılabilecek "Nested TAR (NeTAR)" modeli ise Astatkie vd. (1997)[485] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Bununla birlikte, Çoklu-rejim için STAR (MRSTAR) modeli Van Dijk ve Franses (1999)[486] tarafından yapılan çalışmada tanımlanmaktadır.

Granger (1993)[487] tarafından yapılan çalışmada, STAR, SETAR ve MSW modellerinin spesifikasyonu için genel bir prosedür olması gerektiği belirtilerek, bu prosedür için gerekli olan aşamalar açıklanmıştır. Bu çalışmada Clive W.J. Granger tarafından belirtilen aşamaların ayrıntılarına girilmeyecektir. Ancak Rejim Değişim modellerini kullanabilmek için gerekli olan doğrusal olmayan bir yapının var olup olmadığını tespit edebilmek için en azından Brock vd. (1996)[488] tarafından ortaya konmuş olan BDS testinin kullanılması gerektiğini belirtmek gerekmektedir.

2.3. OLASILIK DAĞILIMLARI

Olasılık dağılımı herhangi bir zaman serisinin belirli bir dönem içerisindeki karakterini yansıtan matematiksel bir göstergedir. Benzer bir biçimde, stokastik

---

[483] Timo Terasvirta, "Modelling Economic Relationships with Smooth Tansition Regressions", **Handbook of Applied Economic Statistics**, Marcel Dekker, New York, 1998, s. 507-522.

[484*] Doğrusal olmayan modellerin içsel (endojen) dinamikler içermesi şokların olmadığı durumda bile zaman serisi değerlerinin dalgalanması anlamına gelmektedir. Ancak zaman serilerinin dışsal (egzojen) şoklar nedeniyle dalgalanmalar gösterebileceği görüşü de mevcuttur. Literatürde zaman serilerinin dışsal ve içsel dinamikleri ile buna bağlı olarak ortaya çıkan kaos görüşü de yoğun bir biçimde tartışılmıştır. Bu tartışma için örneğin bkz. Howell Tong, "A Personal Overview of Non-linear Time Series Analysis from A Chaos Perspective", **Scandinavian Journal of Statistics**, Vol. 22, No: 4, 1995, s. 399-445.

[485] Tess Astatkie, Duncan Watts ve Ed Watt, "Nested Threshold Autoregressive (NeTAR) Models, **International Journal of Forecasting**, Vol. 13, Issue 1, 1997, s. 105-116.

[486] Philip Hans Franses ve Dick Van Dijk, "Modeling Multiple Regimes in the Business Cycle", **Macroeconomic Dynamics**, Vol. 3, Issue 3, 1999, s. 311-340.

[487] Clive W.J. Granger, "Strategies for Modelling Nonlinear Time-series Relationships", **The Economic Record**, Vol. 69, Issue 206, 1993, s. 233-238.

[488] William A. Brock, Davis W. Dechert, Jose A. Scheinkman ve Blake LeBaron, "A Test for Independence Based on The Correlation Dimension", **Econometric Reviews**, Vol. 15, Issue 3, 1996, s. 197-235.

süreçlerin içinde tanımlanan olasılık dağılımları da sürecin temel alındığı ilgili dönemde varlık getirilerinde mevcut olan özellikleri ve davranış biçimlerini göstermektedir. Genel olarak Pearson'nın Ki-Kare testi ve Kolmogorov-Smirnov (KS) test kriterlerine göre belirlenen[489*] ve temel özellikleri aşağıda incelenecek olan olasılık dağılımları, temel alınan varlık üzerinde tanımlanan stokastik sürecin rassal bir biçimde ortaya çıkan kısmını oluşturmaktadır.[490*] Aşağıda açıklanan dağılımlar ile birlikte finans literatüründe kırka yakın dağılım bulunmaktadır. Buna göre, bu çalışmada döviz kuru getirilerinde sık görülen dağılımların temel özellikleri belirtilecektir. Bu noktada döviz kuru getirilerinde uygulama alanı olabileceği düşünülen Normal, Lognormal, Student-t, Lojistik, Loglojistik ve Hiperbolik-sekant dağılımları açıklanmaktadır. Diğer dağılımların sadece isim ve temel özelliklerinden söz edilerek, özellikler için gerekli kaynaklara yönlendirmede bulunulmuştur.

2.3.1. Normal Dağılım

Normal dağılım (Gauss dağılımı) istatistikte en yaygın kullanılan dağılımlardan biridir. Gerçek değerli rassal X değişkeninde Xϵ(-∞,∞), μ ortalamayı ve σ^2 varyansı belirtmek üzere Normal dağılım şu şekilde gösterilmektedir:

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad , \quad \sigma>0 \qquad (2.51)$$

μ=0 ve σ^2=1 olduğu özel durumda dağılım, Standart Normal dağılım hâlini almaktadır. Normal dağılımın Beklenen Değeri E(x)= μ, Varyansı V(x)= σ^2 ile gösterilmektedir. Buna göre bu dağılımın;

[489*] Seçilen istatistiki dağılımların özellikleri ve belirten seçim kriterinin işleyişinin ayrıntıları için bkz. Palisade Corporation, **A Concise Summary of @RISK Probability Distribution Functions**, Palisade Corporation Directory, New York, 2002.

[490*] Bu husus özellikle stokastik süreçlerle döviz kuru tahmininde bulunulduğu ampirik uygulama kısmında kendini gösterecektir. Genel olarak stokastik süreçlerin rassal kısmı Normal dağılım varsayımı altında tanımlanmaktadır. Bu çalışmada aşağıda özellikleri belirtilecek olan belli başlı dağılımların da stokastik süreçlere dâhil edilebilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle incelenmek üzere seçilen dağılımlar aynı zamanda transformasyona da uygun olabilecek dağılımlardır.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) = $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2})$

Birikimli dağılım fonksiyonu (cdf) = $\frac{1}{2}(1+erf(\frac{x-\mu}{\sigma\sqrt{2}}))$

Moment türeten fonksiyonu (mgf) = $M_x(t) = \exp(\mu t+\frac{\sigma^2t^2}{2})$ şeklindedir.[491]

Normal dağılımda 0 ile 1 arasında rassal sayılar üretebilmek için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler: (1) Merkezi Limit Teorimi (2) Tam (Exact) (3) Transformasyon (4) Polar yöntemi (5) Trapezoidal yöntemi (6) Orta-kuyruk (Center-tail) yöntemi (7) Düzen-reddetme (Composition-rejection) yöntemi (8) Marsaglia yöntemi (9) Histogram tekniği (10) Düzen Oranından Sapmalardır (Ratio of Uniform Deviates).[492*]

2.3.2. Lognormal Dağılım

Rassal bir değişken olan X, Lognormal dağıldığı takdirde Y=logx için ortalama μ ve varyans σ^2 olmaktadır. Bu noktada X değerinin pozitif bir değer alması gerekmektedir. Buna göre, Lognormal dağılım aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:[493]

$$g(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x}e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(\log x-\mu)}\ ,\ x>0 \qquad (2.52)$$

Dağılımda; $x>0$, μ ve $\sigma>0$ varsayımlarının sağlanması gerekmektedir. Bazı kaynaklarda $N(\mu,\sigma^2)$ yerine $\Lambda(\mu,\sigma^2)$ notasyonu da kullanılmaktadır. Bu durumda hata terimleri Normal dağıldığında $u=Inx$ eşitliğinde Lognormal dağılım

[491] Cheng Few Lee, Jack C. Lee ve Alice C. Lee, "Normal, Lognormal Distribution and Option Pricing Model", **Handbook of Quantitative Finance and Risk Management**, Springer-Verlag, New York, 2010, s. 421-422.
[492*] Ayrıntılar için bkz. Christian Walck, **Handbook on Statistical Distributions**, Particle Physics Group University of Stockholm Internal Report, Third Edition, Stockholm, 2001, s. 124-131.
[493] Lee vd., **a.g.e.**, s. 422.

söz konusu olacaktır. Ayrıca Lognormal dağılımda beklenen değer ve varyans için $E[X] = \exp(u + \frac{1}{2}\sigma^2)$ ve $V[X] = \exp(2u + 2\sigma^2) - \exp(2u + \sigma^2)$ eşitlikleri bulunmaktadır.

Lognormal dağılım için de mgf, cdf ve pdf fonksiyonları tanımlanmış olup, bu fonksiyonlar Normal dağılım ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle ilgili fonksiyonlar için ayrıntılı bir açıklama gereği duyulmamaktadır.[494*]

2.3.3. Student-t Dağılımı

Student-t dağılımı Genelleştirilmiş Hiperbolik dağılımının özel bir durumudur. Genellikle örneklem sayısının yeterli olmadığı durumda Normal dağıldığı bilinen bir ana kütledeki ortalamanın tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Gerçek değerli bağımsız X rassal değişkenlerinde Xϵ(-∞,∞) olmak üzere, v serbestlik derecesini, μ ana kütle ortalamasını, Γ gamma fonksiyonunu belirtmek üzere, Student-t dağılımı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir: [495]

$$f(x) = \frac{\Gamma[(\nu+1)/2]}{\Gamma(\nu/2)} \frac{1}{\sqrt{\nu\pi}} \frac{1}{(1+x^2/\nu)^{(\nu+1)/2}} \qquad (2.53)$$

X~GH(-ν/2, 0, 0, ,$\sqrt{\nu}$,μ) olmak üzere, Student-t dağılımında $2F_1(a,b;c;z)$ fonksiyonu Hipergeometrik seriden elde edilen bir Hipergeometrik dağılım fonksiyonunu belirtmektedir.

Serbestlik derecesi arttığı takdirde Student-t dağılımının biçimi, ortalaması 0 ve varyansı 1 olan Standart Normal dağılıma benzeyecektir. Student-t dağılımı için beklenen değer; E(x) = 0 (ν>1 için) ve varyans $V(x) = \frac{\nu}{\nu-2}$ (ν>2 için) biçiminde tanımlanmaktadır.

[494*] Ayrıntılar için bkz. **a.e**. s. 422-423.
[495] Jorion, **a.g.e.**, s. 54

Student-t dağılımında hesap değeri $\bar{X}$ örneklem ortalamasını, s örneklem standart sapmasını belirtmek üzere, $t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{N}}$ şeklinde bulunmaktadır. Ayrıca student-t dağılımında pdf ve cdf fonksiyonları aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf)= $\frac{\Gamma(\frac{v+1}{2})}{\sqrt{v\pi}\Gamma(\frac{v}{2})}(1+\frac{x^2}{v})^{-(\frac{v+1}{2})}$

Birikimli dağılım fonksiyonu (cdf) $= \frac{1}{2}\frac{t\Gamma(\frac{1}{2}(v+1))_2F_1(\frac{1}{2};\frac{1}{2}(v+1);\frac{3}{2};-\frac{t^2}{v})}{\sqrt{\pi v}\Gamma(\frac{1}{2}v)}$

Moment türeten fonksiyon (mgf) ise student-t dağılımında bulunmamaktadır.[496]

2.3.4. Lojistik Dağılım

Lojistik dağılım Normal dağılım biçimi göstermesine karşın basıklığı Normal dağılıma göre daha yüksek olan bir olasılık dağılımıdır. Lojistik regresyonda kullanılan Lojistik Fonksiyonu ifade eden $Z(\theta) = \frac{e^{\theta}}{1+e^{\theta}}$ Lojistik dağılımın birikimli dağılım fonksiyonundan hareketle tanımlanmaktadır. Gerçek değerli, bağımsız X rassal değişkenlerinde XЄ(-∞,∞) olmak üzere, μ ortalama, s standart sapma değerini ifade ederken Lojistik dağılım için Beklenen Değer E(x) = μ Varyans V(x)= $\frac{\pi^2}{3}s^2$ şeklinde tanımlanmaktadır.

B Beta Fonksiyonunu belirtmek üzere, $B(x,y) = \int_0^1 t^{x-1}(1-t)^{y-1}dt \quad \mathrm{Re}(x), \mathrm{Re}(y) > 0$ ile gösterilmektedir.

[496]Jorion, **a.g.e.**, s. 54-55.

Buna göre, Lojistik dağılımın pdf, cdf ve mgf fonksiyonları aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir: [497]

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) = $\frac{e^{-(x-\mu)/s}}{s(1+e^{-(x-\mu)/s})^2}$

Birikimli dağılım fonksiyonu (cdf) = $\frac{1}{1+e^{-(x-\mu)/s}}$

Moment türeten fonksiyonu (mgf) = $M_x(t) = |st|<1$ için $e^{\mu t}B(1-st,1+st)$

2.3.5. Loglojistik Dağılım

Loglojistik dağılım (Fisk dağılımı) negatif ve pozitif rassal değişkenler için tanımlanan sürekli bir olasılık dağılımıdır. Loglojistik dağılım Lojistik dağılım ile benzerlik göstermektedir. Eğer bir rassal değişken Lojistik dağılım özellikleri gösteriyor ise o değişkenin logaritması alınarak elde edilen değişkenin değeri de genellikle Loglojistik dağılım özelliği göstermektedir. Dağılım biçim olarak Lojistik dağılıma benzemesine rağmen, dağılımın basıklığı Lojistik dağılıma göre daha fazladır. Gerçek değerli bağımsız X rassal değişkenlerinde $X \in (-\infty,+\infty)$ olmak üzere, $\alpha\ (\alpha>0)$ medyanı, $\beta\ (\beta>0)$ biçimi ve Beta fonksiyonunu belirtirken; $b=\frac{\pi}{\beta}$ dönüşümü ile Loglojistik dağılım için Beklenen Değer E(x) = $\frac{\alpha b}{\sin b}$ ($\beta>1$ için), Varyans V(x)= $\alpha^2(\frac{2b}{\sin 2b}-\frac{b^2}{\sin^2 b})$ ($\beta>2$ için) şeklinde ifade edilmektedir. Buna göre, dağılımın pdf ve cdf fonksiyonları aşağıdaki şekildedir:

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) = $\frac{(\beta/\alpha)(x/\alpha)^{\beta-1}}{[1+(x/\alpha)^{\beta}]^2}$

Birikimli dağılım fonksiyonu (cdf) = $\frac{1}{1+(x/\alpha)^{-\beta}}$

[497] Walck, **a.g.e.**, s. 83-84.

Moment türeten fonksiyon (mgf) ise Loglojistik dağılımda bulunmamaktadır.[498]

2.3.6. Hiperbolik-sekant Dağılım

Hiperbolik-sekant dağılım sürekli bir olasılık dağılımı olup birçok özellik bakımından Standart Normal dağılıma benzemektedir. Buna göre, bu dağılım simetri özelliğine sahip olup; birim varyans, sıfır ortalama, mod ve medyan gibi özellikleri ile Standart Normal dağılıma benzerlik göstermektedir. Ancak Hiperbolik-sekant dağılım Standart Normal dağılıma göre, aşırı basık (leptokurtic) bir dağılımdır. Dağılımın aşırı basık olması basıklık değerinin anlamlı bir biçimde üçten büyük olduğunu ve ortalama etrafındaki değişken değerlerinin daha sivri bir tepe biçimi gösterdiği anlamına gelmektedir. Bu biçim özellikle Türkiye gibi aşırı basık dağılım sorunu olan ülkeler açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu dağılımın da Lojistik dağılıma benzer özellikler taşıdığı söylenebilir. [499]

Bu dağılımda belirtilmesi gereken bir diğer husus Trigonometrik-sekant (sec) fonksiyonu bir daire ile ilişkilendirilirken, Hiperbolik-sekant fonksiyonunun hiperbol ile ilişkili olduğudur. Hiperbolik-sekant fonksiyonu gerçek değerli bağımsız X rassal değişkenlerinde $X \in (-\infty,\infty)$ olmak üzere, $\sec h(x) = \frac{1}{\cosh(x)}$ şeklinde tanımlanmaktadır.

Buna göre, Hiperbolik-sekant dağılım tanımlanırken aşağıdaki değerler bulunmaktadır:

$\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$ ise; $\operatorname{sech}(x) = \frac{2}{e^x + e^{-x}}$. Buna göre dağılımın pdf, cdf ve mgf fonksiyonları da aşağıdaki şekildedir: [500]

---

[498] Christian Kleiber ve Samuel Kotz, **Statistical Size Distributions in Economics and Actuarial Sciences**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2003, s. 222-226.
[499] Michael P. McLaughlin, **Regress + Appendix A: A Compendium of Common Probability Distributions,** Regress+ Version 2.3, Third Edition, Virginia, 1999, s. 59-62.
[500] McLaughlin, **a.g.e.**, s. 62.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (pdf) $= \frac{1}{2}\sec h(\frac{\pi}{2}x)$

Birikimli dağılım fonksiyonu (cdf) $= \frac{2}{\pi}\arctan[\exp(\frac{\pi}{2}x)]$

Moment Türeten Fonksiyonu (mgf) = $M_x(t) = |t| < \frac{\pi}{2}$ için $\sec(t)$

2.3.7. Diğer Dağılımlar

Yukarıda açıklanmış olan Normal dağılım, Lognormal dağılım, Student-t dağılımı, Lojistik dağılım, Loglojistik dağılım ve Hiperbolik-sekant dağılım sürekli dağılımlardır. Bunun nedeni daha önce de belirtildiği üzere, stokastik süreçlerin sürekli dağılımları içeren bir biçimde tanımlanmış olmasıdır. Ayrıca bu dağılımlar yine daha önce de belirtildiği üzere, döviz kuru getirilerinde en sık görülen dağılımlardır. Bu dağılımlar ile birlikte finans literatüründe kırka yakın dağılım söz konusudur. İstatistiki dağılımlar sürekli ve kesikli dağılım olma özelliklerine göre ayrılmaktadır. Buna göre, belli başlı dağılımlar şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

Literatürdeki Sürekli Dağılımlar: Bell Eğrisi, Beta, Cauchy, Ki (Chi), Ki Kare (Chi-square), Earlang, Üstsel (Exponential), Uç Değer (Extreme-value), Gamma, Gauss (Normal), Hiperbolik-sekant (Hyperbolic-secant), Laplace, Lojistik (Logistic), Loglojistik (Loglogistic), Pareto, Rayleigh, Student-t, Triangular, Uniform, Weibull dağılımlarıdır. Bunların dışında "Sürekli Karışık" dağılımlar olarak bilinen iç içe geçmiş birtakım sürekli dağılımlar da bulunmaktadır. Bu dağılımlar kendi aralarında Pareto dağılımından, Lognormal dağılımdan, Beta tipi dağılımlardan ve Gamma tipi dağılımlardan hareketle türetilmektedir. Benzer bir biçimde, Beta dağılımdan Gamma, Ki-kare ve Uniform dağılımlarına da geçiş mümkündür. Ayrıca Gamma dağılımı Lojistik dağılımın genelleştirilmiş bir biçimidir.[501]

Yukarıda konu edilen dağılımların çoğu sağa çarpık dağılımlardır. Sağa çarpık dağılımlar, özellikleri itibariyle stokastik süreçlerin yapısına uygun değildir.

[501] McLaughlin, **a.g.e.**, s. 5-6.

Çünkü bir varlık getirisinin takip ettiği stokastik sürecin rassal kısmı pozitif ve negatif değerlerin her ikisini birden barındırabilmelidir. Aksi durumda, büyük fiyat düşüşlerinin yaşandığı dönemlerde meydana gelen getiri kayıpları kullanılan stokastik sürece yansımamış olacaktır. Vurgulanması gereken bir diğer nokta, özellikle finansal krizin yaşandığı dönemlerde varlık getirilerinde büyük artış veya azalışlar görülmesinin yüksek olasılıklı olduğudur. Bu tür dönemlerde rassal sayı üretilirken kullanılan dağılımların "uç değer" üretebilmesi de ilgili varlık fiyatının "öngörülebilirliği" açısından büyük önem arz etmektedir.[502*]

Literatürdeki Kesikli Dağılımlar ise; Binomial, Furry, Geometrik, Logaritmik, Negatif Binomial, Pascal, Poisson ve Polya dağılımlarıdır. Bunların dışında "Kesikli Karışık" dağılımlar olarak bilinen iç içe geçmiş kesikli dağılımlar da bulunmaktadır.[503]

2.4. ZAMAN SERİLERİ VE EKONOMETRİK MODELLER

Çalışmanın bu kısmında literatürde yaygın bir biçimde kullanılan zaman serisi tekniklerinden olan Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) modelleri ve bu modellere ait diagonistik testler açıklanacaktır. Ayrıca bu kısım, Vektör otoregresif (VAR) modelleri ile birlikte Vektör Hata Düzeltme (VECM) modelini, Koentegrasyon (Eş Bütünleşim) analizini ve bu tekniklerin uygulanabilmesi için gerekli olan şartları ve varsayımları da içermektedir.

2.4.1. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) Modelleri

İlk olarak Box ve Jenkins (1976)[504] tarafından ortaya konan ARIMA modelleri, temel olarak serisel korelasyon (otokorelasyon) teorisine dayanmaktadır. Buna göre, zaman serilerindeki hata terimleri genellikle gecikme değerleri ile ilişki içindedir. Bu durum regresyon varsayımlarının yerine gelmemesine ve elde edilen tahmincilerin etkin olmamalarına, tutarsız ve sapmalı olmalarına neden olmaktadır.

[502*] Bu husus çalışmanın ampirik uygulama kısmı açısından da önem arz edecektir.
[503] McLaughlin, **a.g.e.**, s. 6.
[504] George E.P. Box ve Gwilym M. Jenkins, **Time Series Analysis: Forecasting and Control**, Holden-Day, Revised Edition, Oakland, 1976.

Otokorelasyon en basit şekilde Birinci Dereceden Otoregresif model olarak adlandırılan AR(1) süreci ile modellenmektedir. Bu noktada gerektiği taktirde, daha yüksek dereceden AR(p) modellerini de kullanmak mümkündür. Otokorelasyonun varlığı bazı ekonometrik yöntemler yardımı ile tespit edilebilmektedir.[505*] ARIMA modelleri basit AR(p) sürecinin birtakım başka süreçleri de içeren genelleştirilmiş bir hâlidir. Buna göre, model AR(p) süreci ile birlikte Birinci Dereceden farkı alınmış bütünleşik bir süreci ve Hareketli Ortalama MA(q) kısımlarını da içermektedir ve AR(p) ve MA(q) kısımlarının gecikme değerleri de modele dahil edilebilmektedir. AR(p) ve MA(q) süreçleri birleştirilerek oluşturulan ARIMA(p,d,q) modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + ... + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + ... + \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.54)$$

Modelde, ρ AR(p) modelinden gelen otokorelasyon katsayısını, θ ise MA(q) modelinin katsayısını ifade etmektedir. Bu modelin tahmini için öncelikle Korrelogramlara bakılarak uygun otokorelasyon yapısının tespit edilmesi gerekmektedir. Daha sonra Mevsimsel AR (SAR) ve Mevsimsel MA (SMA) gibi mevsimsel etkileri de dahil eden süreçler göz önünde bulundurularak, geriye "otokorelasyon kalmayacak" bir biçimde model yapısı oluşturulur. Bu yapı kurulurken ise AIC, SC vb. Bilgi Kriterlerini dikkate almak gerekmektedir.[506] SAR ve SMA yapıları özellikle aylık ve çeyreklik veriler açısından önem arz etmektedir. ARIMA(p,d,q) modellerinde bir kez daha vurgulanması gereken nokta, serilerin aynı derecede bütünleşik olması gerektiğidir. Bu modellere dışsal olarak tanımlanan değişkenler de ilave edilebilmektedir ve böyle bir durumda model "ARIMAX modeli" halini almaktadır. ARIMA modelinde elde edilen parametre katsayılarının robust olma koşulu olduğu geriye test (backtesting) yönteminden hareketle sağlanmaktadır. Bu noktada Otoregresif Fraksiyonel Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARFIMA) modellerinin açıklanmasına, benzer model biçimi çalışmanın volatilite kısmında konu edildiği için gerek duyulmamaktadır.

[505*] Bu yöntemlerden bazıları Durbin-Watson İstatistiği, Korrelogramlar, Q-istatistiği ve Lagrange Çarpanı (LM) testleridir.

[506] Fumio Hayashi, **Econometrics**, Princeton University Press, New Jersey, 2000, s. 375-387.

2.4.2. Vektör Otoregresif (VAR) Modelleri

İktisat literatüründeki veriler arasındaki karmaşık ilişkiler değişkenlerin içsel veya dışsal olarak ayırt edilmesini oldukça zorlaştırmıştır. Bu zorluğu aşmak amacıyla Sims (1980)[507] tarafından Vektör Otoregresif (VAR) modelleri ortaya konmuştur. Bu model ARIMA modellerinin dinamik bir biçimi olarak da ifade edilebilmektedir. VAR modelleri parametrelere herhangi bir kısıt getirmeden çözebilme imkânı vererek içsel ve dışsal değişkenler için bir sistem tanımlamaktadır. Modelin Etki-tepki fonksiyonlarını içermesi ve hata terimi varyansının ayrıştırılabilmesine olanak vermesi modelin sadece gelecek tahmininde değil, politika analizi ve yapısal durum tespiti için de kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır. Bu sistem serilerin durağan olması varsayımı altında aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:[508]

$$y_t = \lambda_1 y_{t-1} + ... + \lambda_p y_{t-p} + \beta x_t + \varepsilon_t \qquad (2.55)$$

Denklemde y_t k sayıda içsel değişken vektörünü, x_t d sayıda dışsal değişken vektörünü ifade etmektedir. $\lambda_1 ... \lambda_p$ ve β tahmin edilecek katsayılar matrisini göstermektedir. ε_t ise kendi gecikme değeriyle korelasyonu olmayan ancak değişkenlerin birbirleri arasında korelasyonu olmasına izin veren Vektör olarak tanımlanmaktadır. Lütkepohl (2005)[509] VAR modelinin tahmini ile ilgili sürecin ayrıntılarını ve model için gerekli diagonistik testleri belirtmektedir. Bu hususlardan ilerdeki kısımlarda söz edilecektir.

VAR modelindeki şoklar (innovation), Kovaryans matrisini, "Cholesky Ayrıştırmasıyla" dikeyleştirilmiş (orthoganalized) ve ilişkisiz bir hale getirmiştir. Bu nedenle değişkenler arasında var olabilecek anlık veya eş anlı ilişkiler üzerine

[507] Christopher A. Sims, "Macroeconomics and Reality", **Econometrica**, Vol. 48, Issue 1, 1980, s. 1-48.
[508] Eric Zivot ve Jiahui Wang, **Modelling Financial Time Series with S-PLUS**, Springer-Verlag, Second Edition, New York, 2006, s. 384-386.
[509] Helmut Lütkepohl, **New Introduction to Multiple Time Series Analysis**, Springer-Verlag, New York, 2005, s. 125-126.

yinelemeli (recursive) kısıtlamalar konulmuştur. VAR modeline yinemeli bir biçimde kısıtlamalar konulabilmesi için ilgili modelin spesifik bir teoriye sahip olması gerekmektedir. Bu durum gerçekleşmediği sürece kısıtlamalar değişkenlerin sıralamasına (ordering) göre değişecektir. Sims (1981)[510], eğer spesifik bir teori mevcut değilse değişkenlerin sıralamasını değiştirerek elde edilen sonuçların tutarlı olup olmadığının kesinlikle incelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu yaklaşım genel olarak Yapısal VAR (SVAR) modeli olarak adlandırılmaktadır. Yine de bilinen anlamda kısıt içeren ilk SVAR modelinin Blanchard ve Quah (1989)[511] tarafından yapılan çalışmada ortaya konduğu söylenebilir. Çünkü ilk defa bu çalışmada SVAR katsayılarını ayırt etmek için uzun dönem kısıtlaması kullanılmıştır.

Literatürde yukarıda belirtilen VAR modellerinden başka, farklı tahmin yöntemlerine ve/veya teorik altyapıya dayanan birçok VAR modeli de bulunmaktadır. Buna göre, ilk defa Doan vd. (1984)[512] ve Litterman (1986)[513] tarafından ortaya konan Bayesyen VAR (BVAR) modeli Bayesyen yaklaşımlar kullanılarak VAR modellerinin tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Pesaran vd. (2004)[514] tarafından ortaya konan ve Pesaran vd. (2009)[515] tarafından başarıyla uygulanan Global VAR (GVAR) modelinde ekonomiler birbirlerine Spesifik Vektör Hata Düzeltme (SVEC) modelleri ile bağlıdır. Bernanke vd. (2005)[516] tarafından yapılan çalışmada tanımlanan Factor-Augmented (FAVAR) modeli, SVAR modelinin büyük veri setleri için uygun olmaması ve sınırlı bilgi kısıtı sorununa

---

[510] Christopher A. Sims, "An Autoregressive Index Model for the U.S. 1948-1975", **Large-scale Macro-econometric Models**, Elsevier, Amsterdam, 1981, s. 283-327.
[511] Olivier J. Blanchard ve Danny Quah, "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Aggregate Supply Disturbances", **American Economic Review**, Vol. 79, Issue 4, 1989, s. 655-673.
[512] Thomas Doan, Robert B. Litterman ve Christopher A. Sims, "Forecasting and Conditional Projection Using Realistic Prior Distributions", **Econometric Reviews**, Vol. 3, Issue 1, 1984, s. 1-100.
[513] Robert B. Litterman, "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions-Five Years of Experience", **Journal of Business and Economic Statistics** Vol. 4, Issue 1, 1986, s. 25-38.
[514] M. Hashem Pesaran, Til Schuermann ve Scott Weiner, "Modelling Regional Interdependencies Using A Global Error-Correcting Macroeconometric Model", **Journal of Business and Economics Statistics**, Vol. 22, No: 2, 2004, s 129-162.
[515] M. Hashem Pesaran, Til Schuermann ve L. Vanessa Smith, "Forecasting Economic and Financial Variables with Global VARs", **International Journal of Forecasting**, Vol. 25, Issue 4, 2009, s. 642-675.
[516] Ben S. Bernanke, Jean Boivin ve Piotr Eliasz, "Measuring The Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 1, 2005, s. 387-422.

çözüm getirmektedir. Belviso ve Milani (2006)[517] ise FAVAR modeline Bayesyen bir yaklaşımda bulunarak Yapısal Factor-Augmented (SFAVAR) modelini tanımlamıştır. Literatürde son olarak Infinite-Dimensional VAR (IVAR) modeli Panel Veri çerçevesinde tanımlanarak, Chudik ve Pesaran (2011)[518] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Yine de, döviz kurlarının tahmin edilmesinde kısıt içermeyen VAR modelinin kullanılmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.

VAR modellerinin kullanılabilmesi için birtakım varsayımların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu noktadaki en önemli süreç gecikme uzunluğunun model seçim kriterlerine göre doğru bir biçimde belirlenmesidir. Sonraki aşamada ise seçilen gecikme uzunluğunun uygun olup olmadığına yönelik testin kullanılması gerekmektedir. Daha sonraki aşamada ise değişkenler arasında iki yönlü bir biçimde nedensellik olup olmadığını inceleyen Granger Nedensellik test(ler)inin doğru uygulanması oldukça önemli ve gereklidir. Varsayımlar ile ilgili tüm bu süreç Lütkepohl (2005)[519] tarafından ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

VAR modellerinde kontrol edilmesi gereken diğer varsayımlar ise otokorelasyon, heteroskedasite ve normallik varsayımlarıdır. Korrelogramlar, Portmanteau Otokorelasyon Testi ve LM Otokorelasyon Testi, otokorelasyonun var olup olmadığının tespit edilmesine yönelik kullanılmakta olan yöntemlerdir. Normallik varsayımın test edilmesi için kullanılan test tekniği Johansen (1995)[520] tarafından yapılan çalışmada geliştirilmiştir. VAR modellerinde White (1980)[521] tarafından ortaya konan Heteroskedasite Testinin, Doornik (1995)[522] tarafından geliştirilmiş bir versiyonu olan "LM Heteroskedasite Testi" literatürde yaygın bir

---

517 Francesco Belviso ve Fabio Milani, "Structural Factor-Augmented VARs (SFAVARs) and The Effects of Monetary Policy", **The B.E. Journal of Macroeconomics**, Vol. 6, Issue 3, 2006, s. 1-44.

518 Alexander Chudik ve M. Hashem Pesaran, "Infinite Dimensional VARs and Factor Models", **Journal of Econometrics**, Vol. 163, Issue 1, 2011, s. 4-22.

519 Lütkepohl, **a.g.e.**, s. 102-157.

520 Soren Johansen, **Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models**, Oxford University Press, Oxford, 1995, s. 22.

521 Halbert White, "A Heteroskedasticity Consistent Covariance Matrix and A Direct Test for Heteroskedasticity", **Econometrica**, Vol. 48, Issue 4, 1980, s. 817-838.

522 Jurgen A. Doornik, "Testing General Restrictions on the Cointegrating Space", **Nuffiled College Oxford University Working Paper**, 1995.

biçimde kullanılmaktadır. Bu grup varsayımlar da Lütkepohl (2005)[523] tarafından ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve açıklanmıştır. Bu çalışmada ise belirtilen varsayımların ayrıntılarına girilmeyecektir.

2.4.3. Koentegrasyon ve Vektör Hata Düzeltme (VEC) Modeli

Birçok zaman serisi farkı alındığında durağan bir hâl almaktadır. Regresyon analizinde I(1) özelliğinde olan seriler yerine I(0) özelliğine sahip olan seriler kullanılması durumunda "yalancı regresyon" sorunu ortaya çıkmaktadır. Yalancı regresyon, iki değişken arasında istatistiksel açıdan anlamlı olarak görünen bir ilişkinin gerçekte anlamlı olmamasını ifade etmektedir.[524] İlk defa Engle ve Granger (1987)[525] tarafından yapılan çalışmada gösterildiği üzere, iki ya da daha fazla I(1) özelliğine sahip serinin doğrusal birleşimleri I(0) özelliğinde olabilmektedir. Böyle bir durumda seriler "koentegredir (eş bütünleşik)". Böyle bir doğrusal birleşim var olduğunda serilerin "Koentegre Denklemleri", "Koentegre Vektörlerin Ağırlıkları" ile tanımlamaktadır. Koentegrasyonun var olduğu durumda uzun dönemli ilişkinin varlığı da tespit edilmiş olacaktır.

Koentegrasyonun varlığı için Koentegrasyon testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu konuda literatürde var olan yaklaşımlar üç grup altında incelenmektedir: Bunlardan birincisi yukarıda belirtilen ve Robert F. Engle ile Clive W.J. Granger tarafından yapılan çalışmada kullanılan yaklaşımdır. İkinci yaklaşım Phillips ve Ouliaris (1990)[526] tarafından tanımlanan ve artıklara dayanan (residual-based) test yaklaşımıdır. Bu gruba Hansen (1992)[527] tarafından tanımlanan "Instability testi" ve Park (1992)[528] tarafından tanımlanan "Eklenen Değişkenler"

---

[523] Lütkepohl, **a.g.e.**, s. 157-193.
[524] Peter C.B. Phillips, "Understanding Spurious Regressions in Econometrics", **Journal of Econometrics**, Vol. 33, Issue 3, 1986, s. 311-340.
[525] Robert F. Engle ve Clive W.J. Granger, "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", **Econometrica**, Vol. 55, Issue 2, 1987, s. 251-276.
[526] Peter C.B. Phillips ve Sam Ouliaris, "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration", **Econometrica**, Vol. 58, Issue 1, 1990, s. 165-193.
[527] Bruce E. Hansen, "Tests for Parameter Instability in Regressions with I(1) Processes", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 10, No: 3, 1992, s. 321-335.
[528] Joon Y. Park, "Canonical Cointegrating Regressions", **Econometrica**, Vol. 60, Issue 1, 1992, s. 119-143.

testi de dahil edilebilmektedir. Üçüncü grup yaklaşım ise Johansen ve Juselius (1990)[529], Johansen (1991)[530], Johansen (1995)[531] tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konmuş olan yaklaşımdır. Buna göre, ilk iki gruptaki yaklaşımlar sadece iki değişken arasında Koentegrasyonun varlığını test ederken, son yaklaşım birden fazla değişkene de izin vermektedir. Bu noktada ilk iki yaklaşımda Koentegrasyonun varlığı tespit edildikten sonra kullanılabilecek tamamen etkin olan üç tahmin yöntemi bulunmaktadır:

(1) Phillips ve Hansen (1990)[532] tarafından ortaya Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS).

(2) Park (1992)[533] tarafından ortaya konan Kanonik Koentegre Regresyon (CCR).

(3) Saikkonen (1992)[534] ile Stock ve Watson (1993)[535] tarafından tanımlanan Dinamik En Küçük Kareler (DOLS).

Bu çalışmada yukarıda belirtilen yöntemlerin ayrıntılarına girilmeyecektir. Ancak birden fazla değişkeni temel alan ve "VAR temelli" olarak adlandırılabilecek üçüncü grup yaklaşımın ilk bölümde açıklanan literatürde de görüleceği üzere, döviz kurlarının tahmini için uygun olabileceği söylenebilir. Buna göre, seriler arasında Koentegre yapının tespit edilmesinden sonra kısa dönemli ilişkinin tespiti için Vektör Hata Düzeltme (VEC) yöntemi kullanılmaktadır. Bu noktada Koentegrasyonun

[529] Soren Johansen ve Katarina Juselius, "Maximum Likelihood Estimation and Inferences on Cointegration with Applications to The Demand for Money", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 52, Issue 2, 1990, s. 169-210.
[530] Soren Johansen, "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", **Econometrica**, Vol. 59, Issue 6, 1991, s. 1551-1580.
[531] Soren Johansen, **Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models**, Oxford University Press, Oxford, 1995.
[532] Peter C.B. Phillips ve Bruce E. Hansen, "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes", **Review of Economics Studies**, Vol. 57, No: 1, 1990, s. 99-125.
[533] Joon Y. Park, "Canonical Cointegrating Regressions", **Econometrica**, Vol. 60, Issue 1, 1992, s. 119-143.
[534] Pentti Saikkonen, "Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation", **Econometric Theory**, Vol. 8, No: 1, 1992, s. 1-27.
[535] James H. Stock ve Mark W. Watson, "A Simple Estimator Of Cointegrating Vectors In Higher Order Integrated Systems", **Econometrica**, Vol. 61, Issue 4, 1993, s. 783-820.

varlığının tespiti için MacKinnon vd. (1999)[536] tarafından ortaya konan tablo değerlerinin kullanılması sonuçların etkin olması bakımından önem arz etmektedir. VEC modelleri uygulanmadan önce VAR modellerinde olduğu gibi Granger Nedensellik testlerinin de uygulanması gerekmektedir. Söz konusu yaklaşımın uygulanması ile ilgili ayrıntılı bir inceleme Mills (1999)[537] tarafından yapılan çalışmada ele alınmıştır.

2.5. MODELLERDE TANIMLAMA, TAHMİN VE KARŞILAŞTIRLMA İÇİN KULLANILAN BAZI YÖNTEMLER

Bu kısımda son zamanlarda kullanılan "güçlü" birim kök testleri, modellerin karşılaştırma kriterleri, tahmin hata istatistikleri ve farklı modellerin tahmin hatalarını karşılaştırma yöntemleri ele alınacaktır.

2.5.1. Birim Kök Testleri

ARIMA yönteminin arka planında zaman serilerinin durağan olduğu düşüncesi bulunmaktadır. Bir zaman serisinin zayıf biçimde veya kovaryans olarak durağan olduğu söyleyebilmek için serideki ortalamanın ve otokovaryansın[538*] zamana bağlı olarak değişmediğinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu durum gerçekleşmediği taktirde serinin farkları alınarak seri durağan hale getirilir. Serinin kaç kere fark alınarak durağan hale geldiği, serinin entegrasyonu I(d) ile ifade edilmektedir. Eğer seri birinci dereceden fark alınarak durağanlaşıyor ise bu serinin Birim Kök barındırdığı ve I(1) sürecini izlediği söylenebilinir. Serilerin Birim Kök içerip içermediği Regresyon temelli bazı testler yardımıyla tespit edilebilmektedir. Bu amaca yönelik olarak ilk bölümde de belirtilmiş olan ve literatürde oldukça sık olarak kullanılan Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) Birim

[536] James G. MacKinnon, Alfred A. Haug ve Leo Michelis, "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 14, Issue 5, 1999, s. 563-577.
[537] Terence C. Mills, **The Econometric Modelling of Financial Time Series**, Cambridge University Press, Second Edition, Cambridge, 1999, s. 253-340.
[538*] Zaman serisinde bulunan bir değişkenin, bir ya da daha fazla gecikmeli değerlerinin kovaryansına otokovaryans adı verilmektedir.

Kök testleri, yeterince "güçlü" olmadıkları eleştirisi ile karşı karşıya kalmıştır. Literatürde "Birinci Nesil Birim Kök testleri" olarak adlandırılan bu testler yerine, Kwiatkowski vd. (1992)[539] tarafından ortaya konan KPSS testi, Elliott vd. (1996)[540] tarafından ortaya konan ERS testi ve Ng ve Perron (2001)[541] (NP) testleri daha sık bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır.

KPSS testi sıfır (null) hipotezi serilerin durağan olduğu temelinde tanımlanmıştır. ERS testi ise trendlerden arındırılmış açıklayıcı değişkenleri içermesi bakımından önem arz etmektedir. NP testi de genel olarak PP testinin modifiye edilmiş etkin bir şekli olarak ifade edilebilmektedir.[542]

Ancak bu birim kök testleri için belirtilmesi gereken en önemli nokta, bu testlerin ekonometride "Frequency Zero Spectrum (FZS) Tahmini" olarak bilinen Kernel yaklaşımı temelli olmasıdır. Bu yaklaşım Kernel Kovaryansları Toplamı Tahmini (Kernel Sum-of-Covariances Estimation) yöntemini içermektedir. Belirtilen Birim Kök testleri için kullanılabilecek Kernel yöntemleri Andrews (1991)[543] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmuştur.

Ayrıca belirtilen Birim Kök testleri "Autoregressive Spectral Density Tahmincisi (ADS)" olarak bilinen Bandwidth ve gecikme seçim yöntemlerini de içermektedir. Bandwidth seçimi sabit bir sayı temelli olabileceği gibi Newey ve West (1994)[544] tarafından önerilen yöntem ile "otomatik" bir biçimde de yapılabilmektedir. Gecikme değerlerinin seçimi de çalışmanın model karşılaştırma kriterleri kısmında ayrıntılı bir biçimde ele alınacaktır. Ancak bu çalışmada

---

[539] Denis Kwiatkowski, Peter C.B. Phillips, Peter Schmidt ve Yongcheol Shin, "Testing the Null Hypothesis of Stationarity against The Alternative of A Unit Root", **Journal of Econometrics**, Vol. 54, Issue 1-3, 1992, s. 159-178.

[540] Graham Elliott, Thomas J. Rothenberg ve James H. Stock, "Efficient Tests for An Autoregressive Unit Root", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 4, 1996, s. 813-836.

[541] Serena Ng ve Pierre Perron, "Lag Length Selection and The Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power", **Econometrica**, Vol. 69, Issue 6, 2001, s. 1519-1554.

[542] Zivot ve Wang, **a.g.e.**, s. 124-125.

[543] Donald W.K. Andrews, "Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix Estimation", **Econometrica**, Vol. 59, No: 3, 1991, s. 817-858.

[544] Whitney K. Newey ve Kenneth D. West, "Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation", **Review of Economic Studies**, Vol. 61, No: 4, 1994, s. 631-653.

Bandwidth seçimi için kullanılan parametrik olmayan yöntemler açıklanmayacaktır.[545*]

Yukarıda belirtilmiş olan Birim Kök testlerinin Birinci Nesil Birim Kök testlerinden daha "güçlü" sonuçlar ortaya koymasının nedeninde bu yöntemlerin "parametrik olmayan yaklaşımlardan üretilen ekonometrik yöntemleri kullanması" düşüncesi bulunmaktadır.[546]

2.5.2. Modellerin Karşılaştırma Kriterleri

Akaike (1974)[547] tarafından yapılan çalışmada tanımlanan ve Akaike (1987)[548] tarafından yapılan çalışma ile genelleştirilen Akaike Bilgi Kriteri (AIC) şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$AIC = -2I/T + 2k/T \tag{2.56}$$

Bu kriterde I Loglikehood Fonksiyonunu, k sabit terim dahil bağımsız değişken sayısını, T gözlem sayısını ifade etmektedir. Loglikehood Fonksiyonu hata terimlerinin (ε) normal dağıldığı varsayımı altında şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$I = -\frac{T}{2}(1 + \log(2\pi) + \log(\varepsilon^2 / T)) \tag{2.57}$$

AIC kriteri genel olarak Non-nested (yuvarlanmamış) modellerin seçim kriteri olarak kullanılmaktadır. Buna göre, iki model arasındaki seçimde daha küçük AIC değerine sahip olan model seçilmektedir.

[545*] Ayrıntılar için örneğin bkz. Hayashi, **a.g.e.**, s. 408-412.
[546] Zivot ve Wang, **a.g.e.**, s. 122.
[547] Hirotugu Akaike, "A New Look at The Statistical Model Identification", **IEEE Transactions on Automatic Control**, Vol. 19, Issue 6, 1974, s. 716-723.
[548] Hirotugu Akaike, "Factor Analysis and AIC", **Psychometrika**, Vol. 52, Issue 3, 1987, s. 317-332.

Schwarz (1978)[549] tarafından yapılan çalışmada AIC yaklaşımına alternatif olarak her bir ek değişkene daha yüksek "ceza" veren Schwarz Kriteri (SC) tanımlanmıştır. Buna göre, SC aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$SC = -2I / T + (k \log T) / T \tag{2.58}$$

Hannan ve Quinn (1979)[550] tarafından yapılan çalışmada ise daha yüksek "ceza" veren bir başka kriter daha geliştirilmiştir. Hannan-Quinn (HQ) kriteri adı verilen bu kriter aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$HQ = -2(I / T) + 2k \log(\log(T)) / T \tag{2.59}$$

Ng ve Perron (2001)[551] tarafından yapılan çalışmada belirtilmiş olan Birim Kök testinde ise Modifiye Edilmiş AIC (MAIC), Modifiye Edilmiş SC (MSC) ve Modifiye Edilmiş HQ (MHQ) kriterleri kullanılmıştır. Buna göre, Liu vd. (1997)[552] tarafından yapılan çalışma ile tanımlanan Modified Schwarz Bilgi kriteri (MSC) şu şekildedir:

$$MSC = -2(I / T) + (k + \tau) \log(T) / T \tag{2.60}$$

Bu eşitlikte, τ Modifikasyon Faktörünü ifade etmektedir ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\tau = \alpha^2 \sum_t \tilde{y}_{t-1}^2 / \hat{\sigma}_u^2 \tag{2.61}$$

[549] Gideon E. Schwarz, "Estimating The Dimension of A Model", **Annals of Statistics**, Vol. 6, Issue 2, 1978, s. 461-464.
[550] Edward J. Hannan ve Barry G. Quinn, "The Determination of The Order of An Autoregression", **Journal of The Royal Statistical Society B**, Vol. 41, No: 2, 1979, s. 190-195.
[551] Serena Ng ve Pierre Perron, "Lag Length Selection and The Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power", **Econometrica**, Vol. 69, Issue 6, 2001, s. 1519-1554.
[552] Jian Liu, Shiying Wu ve James V. Zidek, "On Segmented Multivariate Regression", **Statistica Sinica**, Vol. 7, 1997, s. 497-525.

$\hat{\sigma}_u^2 = \sum \tilde{u}_t^2 / T$ olmak üzere, artıkların (residuals) varyansını göstermektedir. $\tilde{y}_t$ değeri ise ADS tahmincisini ifade etmektedir. ADF tipi testlerde ADS bağımlı değişkene eşit olmaktadır.

Serena Ng ve Pierre Perron tarafından kullanılan MAIC ve MHQ kriterleri ise şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$MAIC = -2(I/T) + 2(k+\tau)/T \tag{2.62}$$

$$MHQ = -2(I/T) + 2(k+\tau)\log(\log(T))/T \tag{2.63}$$

Ayrıca bu Birim Kök testinde ilgili kriterler hesaplanırken, kullanılan gecikme değerleri için bir maksimum sınır belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu maksimum sınır ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$k_{\max} = \text{int}(\min(T/3,12) * (T/100)^{1/4}) \tag{2.64}$$

Bu eşitlikteki "int" tam sayı fonksiyonunu ifade etmektedir. Yukarıda açıklanan bu kriterler modelin in-sample (örneklem içi) seçim kriterleri olarak da görülebilir. Bir sonraki kısım da ise out-of-sample (örneklem dışı) tahmin için kullanılan seçim kriterleri açıklanacaktır.

2.5.3. Tahmin Hata İstatistikleri

Literatürde gerçekleşen değer ile tahmin edilen değer arasında meydana gelen sapmaların işareti ve büyüklüğü dikkate alınmaksızın kullanılan birtakım tahmin hata istatistikleri yöntemleri bulunmaktadır. Literatürde en çok kullanılan tahmin hata istatistikleri; Ortalama Hata (Mean Error-ME), Ortalama Hata Karesi (Mean Square Error-MSE), Ortalama Hata Karesinin Kökü (Root Mean Square Error-RMSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE), Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (Mean Absolute Percent Error-MAPE) ve Theil-U yöntemleridir.

Buna göre, bu yöntemler ε_t hata değerini, $\hat{\sigma}_t$ tahmin değerini, σ_t gerçekleşen değeri, N gözlem sayısını belirtmek üzere, aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:[553]

$$ME = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon_t = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(\hat{\sigma}_t - \sigma_t) \tag{2.65}$$

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon_t^2 = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2 \tag{2.66}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon_t^2} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}(\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2} \tag{2.67}$$

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|\varepsilon_t\right| = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left|\hat{\sigma}_t - \sigma_t\right| \tag{2.68}$$

$$MAPE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{\left|\varepsilon_t\right|}{\sigma_t} = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{\left|\hat{\sigma}_t - \sigma_t\right|}{\sigma_t} \tag{2.69}$$

$$Theil - U = \frac{\sum_{t=1}^{N}(\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2}{\sum_{t=1}^{N}(\hat{\sigma}_t^{BM} - \sigma_t)^2} \tag{2.70}$$

$\hat{\sigma}_t^{BM}$ gösterge tahmini ifade etmektedir. Bu yöntemlere ek olarak daha az sıklıkta da olsa ve Pagan ve Schwert (1990)[554] tarafından ortaya konan Ortalama Logaritmik Mutlak Hata (Mean Logarithm of Absolute Errors-MLAE) ve Bollerslev ve Ghysels (1996)[555] tarafından MSE'nin Heteroskedasite düzeltilmiş versiyonu olarak tanımlanan Heteroscedasticity-adjusted Mean Square Error (HMSE) hata istatistikleri yöntemleri de kullanılmaktadır:

$$MLAE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\ln\left|\varepsilon_t\right| = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\ln\left|\hat{\sigma}_t - \sigma_t\right| \tag{2.71}$$

[553] Poon, **a.g.e.**, s. 23.
[554] Adrian Rodney Pagan ve G.William Schwert, "Alternative Models for Conditional Models for Conditional Stock Volatility", **Journal of Econometrics**, Vol. 45, Issue 1–2, 1990, s. 267-290.
[555] Tim Bollerslev ve Eric Ghysels, "Periodic Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 14, Issue 2, 1996, s. 139-151.

$$HMSE = \frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}\left[\frac{\sigma_t}{\hat{\sigma}_t} - 1\right]^2 \qquad (2.72)$$

2.5.4. Farklı Modellerin Tahmin Hatalarını Karşılaştırma

Farklı modeller ile tahminde bulunma sonucunda oluşan hata değerlerinin birbirinden anlamlı bir biçimde farklı olup olmadığının ampirik olarak test edilmesi gerekmektedir. Örneğin, X yöntemi ile elde edilen tahmin sonuçlarından meydana gelen hata ile Y yönteminin tahmin sonuçlarından meydana gelen hatanın istatistiksel olarak farklılığı test edilmediği taktirde performans analizi yapılmamış olacaktır. Performans analizi yapılmadan da hangi modelin daha iyi performans gösterdiğini saptamak söz konusu değildir. Çalışmanın ampirik uygulama kısmında performans analizi olarak Diebold-Mariano ve West (DMW) testi kullanılacağından[556*] bu yöntem ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

2.5.4.1. Diebold, Mariano ve West (DMW) Testi

Diebold ve Mariano (1995)[557] ile West (1996)[558] tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konan DMW test istatistiği şu şekilde tanımlanmaktadır:[559]

H_0: $\sigma_1^2 - \sigma_2^2 = 0$

H_1: $\sigma_1^2 - \sigma_2^2 \neq 0$ ($\sigma_1^2 - \sigma_2^2 > 0$ veya $\sigma_1^2 - \sigma_2^2 < 0$) (2.73)

Söz konusu test istatistiğine göre, ilk aşamada bir modelin sabit model olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Buna göre, sabit olarak kabul edilen modelin MSPE değeri $\sigma_1^2 = P^{-1}\sum(y_{t+i})^2$ şeklinde bulunmaktadır. Buna karşılık sabit model ile karşılaştırılacak diğer modelin MPSE değeri $\sigma_2^2 = P^{-1}\sum(y_{t+i} - \hat{y}_{t+i})^2$ şeklinde

---

[556*] Bu hususun nedeni bir sonraki kısımda açıklanacaktır.

[557] Francis X. Diebold ve Roberto S. Mariano, "Comparing Predictive Accuracy", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 13, Issue 3, 1995, s. 253-263.

[558] Kenneth D. West, "Asymptotic Inference about Predictive Ability", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 5, 1996, s. 1067-1084.

[559] Ardıç vd., **a.g.e.**, s. 5-7.

hesaplanmaktadır. Bu noktada y_{t+i} sabit modelin gerçek değerden sapmalarını, $y_{t+i} - \hat{y}_{t+i}$ ise karşılaştıracak diğer modelin gerçekleşen değerlerden sapmalarını belirtmektedir. P ise gözlem sayısını ifade etmektedir.

Bu noktada Diebold ve Mariano ile West sabit modelin diğer modelden daha iyi performans gösterip göstermediğinin test edilebilmesini sağlayacak bir t-testi geliştirmiştir. Yukarıda belirtildiği üzere, sıfır hipotez değeri iki yöntem arasındaki performansın eşit olduğunu ifade ederken, alternatif hipotez ise diğer modelin sabit modelden daha çok hata içerdiğini dolayısıyla da "daha kötü öngörülebilirliğe" sahip olduğunu belirtmektedir.

Buna göre, DMW test istatistiği şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$DMW = \frac{\bar{f}}{\sqrt{P^{-1}V}} \tag{2.74}$$

$$f = y_{t+i} - (y_{t+i} - \hat{y}_{t+i}) \tag{2.75}$$

$$\bar{f} = P^{-1}\sum f \text{ ve } V = P^{-1}\sum (f)^2 \tag{2.76}$$

2.5.4.2. Diğer Tahmin Hatalarını Karşılaştırma Yöntemleri

Diebold ve Mariano (1995)[560] ile West (1996)[561] tarafından yapılan çalışmada yukarıda belirtilen test tekniği ile birlikte İşaret testi (Sign test) ve Wilcoxon İşaret-sıra testi (Sign-rank test) teknikleri de tanımlanmış ve kullanılmıştır. Tanımlanan bu test teknikleri parametrik olmayan yaklaşımlardır.

Bu noktada tahmin yöntemleri için bir noktanın açıklanması gerekmektedir. Eğer bir araştırmada toplam olarak T sayıda veri temel alınmışsa ve T veri sayısı

[560] Francis X. Diebold ve Roberto S. Mariano, "Comparing Predictive Accuracy", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 13, Issue 3, 1995, s. 253-263.
[561] Kenneth D. West, "Asymptotic Inference about Predictive Ability", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 5, 1996, s. 1067-1084.

büyükse, örneklem dışı (out-of-sample)[562*] tahmin için iki yöntem bulunmaktadır: Bunlardan birincisinde, tahmin için n sayıda gözlem kullanılmaktadır ve T-n sayıda tahmin yapılmaktadır. "Recursive scheme" adı verilen bu yöntem [1,…,n]'e kadar bir örneklemi kapsamaktadır ve ilk tahmini n+1 değeri için yapmaktadır. İkinci tahmin ise, n+2 için yapılmaktadır ve bu durumda bilgi seti [1,……..,n+1] aralığından oluşmaktadır. Bu tahminler tüm bilgi seti [1,….,T-1]' e eşit olana kadar devam edecektir.

Ancak literatürde "rolling scheme" adı verilen yaklaşım sabit sayıda gözlemi içermesi nedeniyle daha çok kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda n+2 sayıda bir tahmin için oluşan bilgi seti [2,….,n+1] olmaktadır. Yani ilk gözlem çıkarılacaktır. Bu durumda son tahmin olan T için oluşan bilgi seti ise [T-n,…..,T-1] şeklinde oluşacaktır.[563] Bu noktada West ve Cho (1995)[564], West ve McCracken (1998)[565] gibi çalışmalarda ortaya konan test yöntemleri asimptotik teorisine dayanmaktadır ve sadece "recursive scheme" yaklaşımı temellidir. Buna karşılık DMW test istatistiği "rolling scheme" temellidir ve daha az gözlem içeren analizler için de uygundur.

Ancak Clark ve McCracken (2001)[566], Clark ve West (2006)[567] ile Clark ve West (2007)[568] tarafından yapılan çalışmalarda ilgili testlerin de etkin bir biçimde "rolling scheme" temelli kullanılabileceği gösterilmiştir. Modellerin MSPE değerlerine düzeltme faktörü uygulayan CW testinin simülasyon sonuçlarında bu

---

[562*] Bu noktada örneklem dışı tahmin (out-of-sample forecasting) varlığın gelecekte ne yönlü bir fiyat hareketinde bulunacağını öngörebilmeyi hedeflemektedir. Örneklem içi tahmin (in-sample forecasting) ise bugünün bilgi setinde bugündeki varlık fiyatının ne olması gerektiğini açıklamaktadır. Bu yaklaşımda oluşan hatalar "artıklar (resiudals)" olarak ifade edilmektedir. Örneğin bir Regresyon analizinde oluşan değerler örneklem içi tahminden elde edilmektedir.

[563] Poon, **a.g.e.**, s. 25.

[564] Kenneth D.West ve Dongchul Cho, "The Predictive Ability of Several Models of Exchange Rate Volatility, **Journal of Econometrics**, Vol. 69, Issue 2, 1995, s. 367-391.

[565] Kenneth D. West ve Michael W. McCracken, "Regression Based Tests of Predictive Ability", **International Economic Review**, Vol. 39, Issue 4, 1998, s. 817-840.

[566] Todd E. Clark ve Michael W. McCracken, "Tests of Equal Forecast Accuracy and Encompassing for Nested Models," **Journal of Econometrics**, Vol. 105, Issue 1, 2001, s. 85-110.

[567] Todd E. Clark ve Kenneth D. West, "Using Out-of-sample Mean Squared Prediction Errors to Test The Martingale Difference Hypothesis", **Journal of Econometrics**, Vol. 135, Issue 1-2, 2006, s. 155-186.

[568] Todd E. Clark ve Kenneth D. West, "Approximately Normal Tests for Equal Predictive Accuracy in Nested Models", **Journal of Econometrics**, Vol. 138, Issue 1, 2007, s. 291-311.

testlerin başarılı performans gösterdiği sonucuna varılmıştır. Giacomini ve Rossi (2010)[569] tarafından yapılan çalışmada ortaya konan test tekniği de rolling scheme temellidir ve bu performans karşılaştırma yöntemi kullanıldığında Parasal Modellerin RW yaklaşımından daha iyi performans gösterebileceği sonucu ortaya konmuştur. Belirtilen çalışmalarda varılan bu sonuçlar literatürde oldukça yeni bir tartışmayı da başlatmıştır. İlk bölümde de belirtildiği üzere, döviz kurlarının tahmin performansını araştıran son çalışmalarda CW yöntemi de tartışmaya açılmış ve bu test tekniği başta Kenneth S. Rogoff olmak üzere "döviz kurlarının öngörülemeyeceğini" öne süren araştırmacılar tarafından sert bir biçimde eleştirilmiştir. Buna karşı olan görüş ise CW gibi son dönemde ortaya konan model hataları karşılaştırma yöntemlerinin, "döviz kurlarının öngörülebileceğini" ispatladığını öne sürmektedir. CW yöntemi üzerine gelen eleştiriler, benzeri test tekniklerine ilişkin literatürde de gelişmeler meydana gelmesine yol açmaktadır. Tahmin hata değerlerinin karşılaştırmasına yönelik kullanılabilecek en son test tekniklerinden biri Clark ve McCracken (2012)[570] tarafından yapılan çalışmada ortaya konmaktadır.

Bu çalışma tahmin hatalarını karşılaştırmaya yönelik olarak oluşan bu tartışmadan uzak durmayı hedeflemektedir. Bu nedenle ampirik uygulama bölümünde "döviz kurlarının öngörülemediği" görüşüne daha yakın sonuçlar ortaya koyduğu öne sürülen DMW test yöntemi kullanılacaktır.[571*]

[569] Raffaella Giacomini ve Barbara Rossi, "Forecast Comparisons in Unstable Environments", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 25, Issue 4, 2010, s. 595-620.
[570] Todd E. Clark ve Michael W. McCracken, "Reality Checks and Comparisons of Nested Predictive Models", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol.30, Issue 1, 2012, s. 53-66.
[571*] Bu nedenle çalışmanın ampirik uygulama bölümünde hiçbir modelin iyi performans gösteremediği sonucuna ulaşan Cheung vd. (2005) [Yin-Wong Cheung, Menzie D. Chinn ve Antonio C. Pascual, "Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 24, Issue 7, 2005, s. 1150-1175] çalışmasında önerildiği gibi MS(P)E kriteri temel alınarak DMW testi kullanılacaktır.

3. BÖLÜM

DÖVİZ KURLARININ ÖNGÖRÜLEBİLİRLİĞİ VE PERFORMANS ANALİZİ: AMPİRİK UYGULAMA

3.1. VERİLER, VARSAYIMLAR VE METODOLOJİ

Çalışmanın bu kısmındaki amaç, daha önceki bölümlerde geniş bir biçimde açıklanmış olan modelleri ve yaklaşımları kullanarak döviz kuru tahmininde (forecast) bulunmak ve elde edilen tahmin sonuçlarını performans analizine tabi tutmaktır. Buna göre daha önce de belirtildiği üzere, çalışmada test edilen hipotezlerden ilki temel alınan yaklaşımlardan en az birisinin (Basit) Rassal Yürüyüş yaklaşımından (istatistiki olarak anlamlı bir biçimde) daha iyi performans gösterebileceği hipotezidir.

Bu kısımda gelişmekte olan bir piyasa ait olan döviz kuru (USD/TRY) ve bir gelişmiş piyasaya ait bir döviz kuru (EUR/USD) örneğinde ampirik uygulamada bulunulacaktır. Buna göre, çalışmada test edilen bir diğer hipotez ise gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardaki döviz kuru tahminleri için farklı yaklaşımların daha iyi performans gösterebileceği hipotezidir. Her iki döviz kurunda da tahminde bulunulurken günlük frekanstaki veriler temel alınacaktır.

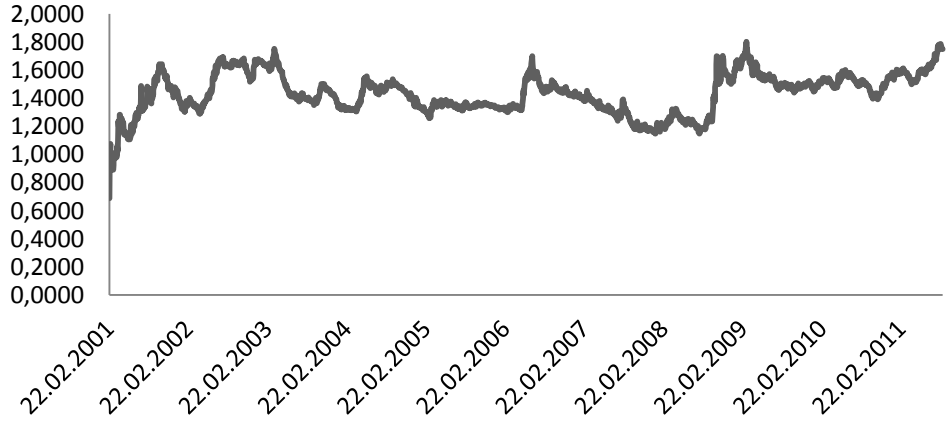
Ayrıca bu çalışmada döviz kuru tahmininde temel alınan dönemler, alt dönemlere ayrılarak da incelenmektedir. Yukarıda belirtilmiş olan hipotezlere ek olarak, son global finansal kriz dönemi içerisindeki ve sonrasındaki dönemin özellikleri dikkate alındığında, yani tahmin dönemi aralığının değiştiği ve uç değerlerin ortaya çıkabileceği durumlarda "daha iyi" performans gösteren yaklaşım veya yaklaşımların da değişebileceği hipotezi de test edilmektedir.

Çalışmada kullanılan USD/TRY parite verileri, TCMB'nin USD/TRY alış ve satış döviz kuru değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Türkiye yaşadığı finansal kriz sonrası 22 Şubat 2001 tarihinde sabit döviz kuru rejimini terk ederek

serbest dalgalı döviz kuru rejimine yönelmiştir. Bu tarihten sonra döviz kurlarının değerinin "serbest piyasaca" belirleniyor olması, gerek döviz piyasalarında işlem yapanlar açısından gerekse iktisat teorisi açısından önemlidir.[572] Bu nedenle USD/TRY için ampirik uygulamanın başlangıç tarihi olarak 22 Şubat 2001 seçilmiştir.

Çalışmada USD/TRY döviz kuru için 22 Şubat 2001-31 Ağustos 2011 tarihi aralığında günlük frekansta 2645 veri kullanılmıştır. Buna göre, 22 Şubat 2001 tarihinden 31 Mayıs 2007 tarihine kadar olan döviz kurları kullanılarak ilk olarak 1 Haziran 2007 tarihi için örneklem dışı (out-of-sample) döviz kuru tahmininde bulunulmuştur. Daha sonra 1 Haziran 2007 tarihinde oluşan döviz kuru değeri de dikkate alınarak 2 Haziran 2007 tarihi için örneklem dışı tahminde bulunulmuştur. Yani çalışmada "recursive scheme" yöntemi izlenerek örneklem dışı tahminde bulunulmaktadır. Elde edilen son tahmin değeri ise 31 Ağustos 2011 tarihi içindir. Aşağıdaki grafikten USD/TRY parite değerleri görülebilmektedir:

Grafik 1: USD/TRY Döviz Kuru

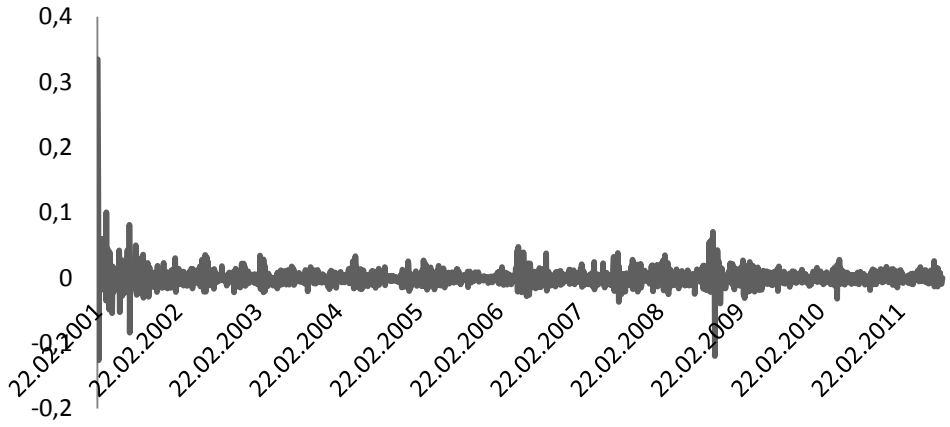


Kaynak: TCMB, USD/TRY Verileri.

[572] Cem Payaslioğlu, "A Tail Index Tour across Foreign Exchange Rate Regimes in Turkey", **Applied Economics**, Vol 41, Issue 3, 2009, s. 381-397**.** Ayrıca Türkiye 2010 Ekim tarihinden itibaren "bağımsız dalgalı (free floating)" kur rejimi yerine "dalgalı kur (floating)" rejimine geçmiştir. Ancak bu "rejim değişimi" çalışmanın uygulama kısmı açısından önem arz etmemektedir. Yine de elde edilecek ampirik bulguların yorumlanması bakımından dikkate değer olabilir. Bu husus için bkz. International Monetary Fund, "Annual Report 2011: Pursuing Equitable and Balanced Growth Appendix II", **International Monetary Fund**, Washington DC., 2011, s. 13.

Ayrıca birleşik getiri formülü kullanılarak hesaplanan USD/TRY döviz kuru getirileri ise aşağıdaki grafikte gösterilmiştir:

Grafik 2: USD/TRY Döviz Kuru Birleşik Getirileri

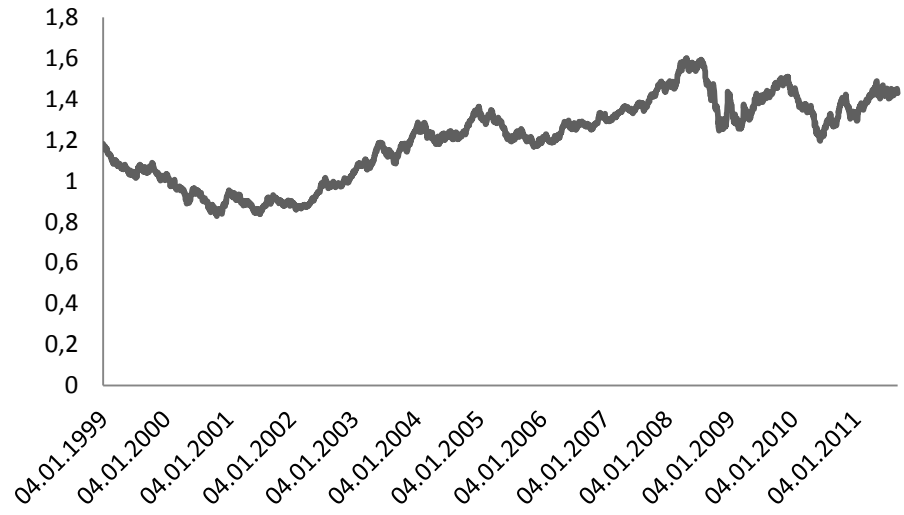


Kaynak: TCMB, USD/TRY Verileri.

Çalışmada kullanılan EUR/USD parite verileri, serbest piyasadaki EUR/USD döviz kuru değerlerini ifade etmektedir ve ilgili veriler Federal Reserve Board'un internet sitesinden elde edilmiştir. Bilindiği üzere, Avrupa Para Birliğine (EMU) üye ülkeler tarafından kullanılan Euro 1 Ocak 1999 tarihinden itibaren tedavüle çıkmıştır. Bu nedenle EUR/USD döviz kurunun uygulama kısmının başlangıç tarihi olarak, ilk işlem günü olan 4 Ocak 1999 seçilmiştir.

Çalışmada EUR/USD döviz kuru için 4 Ocak 1999-31 Ağustos 2011 tarihi aralığında günlük frekansta 3182 veri kullanılmıştır. Buna göre, USD/TRY ile benzer bir metodoloji izlenerek, 4 Ocak 1999 tarihinden 31 Mayıs 2007 tarihine kadar olan döviz kuru değerleri kullanılarak ilk olarak 1 Haziran 2007 tarihi için örneklem dışı (out-of-sample) tahminde bulunulmuştur. Daha sonra 1 Haziran 2007 tarihinde gerçekleşen döviz kuru değeri de dikkate alınarak 2 Haziran 2007 tarihi için örneklem dışı tahminde bulunulmuştur. Yani bu döviz kurunda da "recursive scheme" yöntemi ile örneklem dışı tahminde bulunulmaktadır. Elde edilen son tahmin değeri ise 31 Ağustos 2011 tarihi içindir. Aşağıdaki grafikten ise EUR/USD parite değerleri görülebilmektedir:

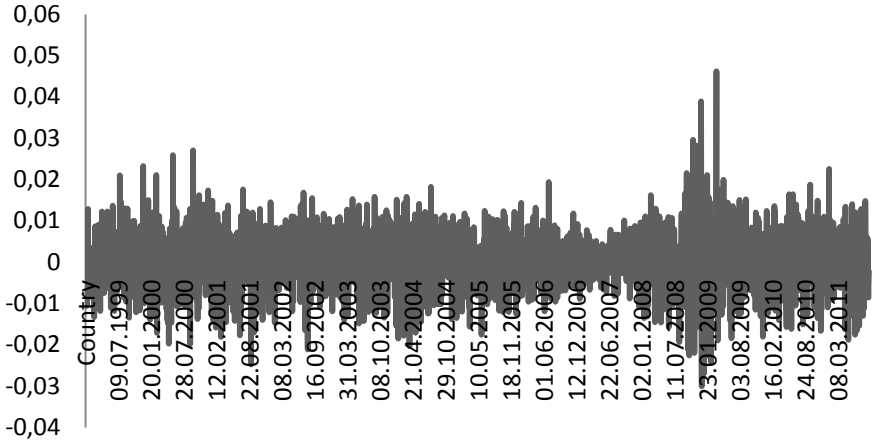
Grafik 3: EUR/USD Döviz Kuru



Kaynak: Federal Reserve Board, EUR/USD Spot Döviz Kuru Verileri.

Ayrıca birleşik getiri formülü kullanılarak hesaplanan EUR/USD döviz kuru getirileri ise aşağıdaki grafik üzerinde gösterilmiştir:

Grafik 4: EUR/USD Döviz Kuru Birleşik Getirileri



Kaynak: Federal Reserve Board, EUR/USD Spot Döviz Kuru Verileri.

Türkiye piyasalarının kapalı, yurtdışı piyasaların açık olduğu durumda ise Türkiye piyasalarında bir gün önce oluşan değerler kullanılmıştır ve *vice versa*.

Aşağıdaki tablo ise USD/TRY ve EUR/USD parite değerleri için tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir:

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

Parite	USD/TRY	EUR/USD
Ortalama	1,4323	1,2014
Medyan	1,4400	1,2311
Maksimum	1,8002	1,6010
Minimum	0,6870	0,8270
Standart Sapma	0,1444	0,1966
Çarpıklık	-0,2910	-0,2099
Basıklık	3,1941	2,0002
Jarque-Bera (JB)	41,49	155,89
JB Olasılık	0,00	0,00

Bu noktada tahminlerin 2007 yılı Haziran ayından itibaren başlaması da elde edilecek sonuçlar bakımından önem arz etmektedir. 2007 yılının ikinci yarısından itibaren finans piyasalarında başlayan kriz 2008 yılında global bir biçimde etki göstermeye başlayarak, kısa sürede neredeyse tüm piyasaları ve açık ekonomileri etki altına almıştır. 1930'lı yıllardan beri yaşanmış olan en büyük finansal ve ekonomik kriz olarak tanımlanan bu global kriz, gelişmiş piyasalar ile birlikte gelişmekte olan piyasaları da etkilemiştir.[573]

Bu çalışma açısından ise yaşanan bu global kriz döneminde, döviz piyasalarının ne zaman ve nasıl etkilendiği önemlidir. Grafik 1 ve Grafik 3'den görülebileceği üzere, finansal kriz 2007 yılı Haziran ayında başlamasına rağmen, bu krizin döviz piyasalarını etkilemesi 2008 yılı Temmuz ayını bulmuştur. Bu tarihten itibaren USD neredeyse tüm para birimlerine karşı güçlenmiş ve USD'ye karşı tanımlanan kur değerleri yükselmiştir. Grafik 1 ve Grafik 3 ile birlikte; Fratzscher

[573] International Monetary Fund, (Independent Evaluation Office)"IMF Performance in the Run-Up to the Financial and Economic Crisis IMF Surveillance in 2004-07", **International Monetary Fund**, Washington DC., 2011, s. 3-4. Ayrıca bu global krizi ayrıntılı bir biçimde inceleyen bir çalışma için örneğin bkz. Barry Eichengreen, Ashoka Mody, Milan Nedeljkovic ve Lucio Sarno, "How the Subprime Crisis Went Global: Evidence from Bank Credit Default Swap Spreads", **National Bureau of Economic Research Working Papers**, No: 14904, 2009.

(2009)[574], Batini ve Dowling (2011)[575] tarafından yapılan çalışmalar da dikkate alınarak 1 Temmuz 2008-1 Şubat 2009 dönemi "global finansal krizin döviz piyasalarını etkilediği dönem" olarak ele alınacaktır. Bu dönem çalışmada "kriz dönemi" olarak adlandırılmaktadır.

Döviz kurlarında tahminde bulunulurken kullanılan birçok yöntemin sağlaması gereken bir varsayım serilerin durağan olmasıdır. Literatürdeki çalışmalarda döviz kurlarının durağanlık analizi yapılırken, genel olarak serilerin doğal logaritmalarının (ln) alınarak Birim Kök testlerinin uygulandığı "standart" bir metodoloji bulunmaktadır. Bu yöntem döviz kuru değerlerinin yorumunu kolaylaştırmaktadır.[576] Buna göre, USD/TRY ve EUR/USD serilerinin durağanlığını test etmek amacıyla standart bir biçimde kullanılan ADF ve PP test sonuçları aşağıdaki tablodan görülebilmektedir:

Tablo 2: USD/TRY ve EUR/USD Birim Kök Sonuçları

Parite	ADF	P-Değeri	PP	P-Değeri
USD/TRY	-3,460	0,0439	-3,533	0,0361
EUR/USD	-2,839	0,1831	-2,873	0,1715
Δ(USD/TRY)	-49,064	0,0000	-49,027	0,0000
Δ(EUR/USD)	-55,693	0,0000	-55,705	0,0000

Not: Yukarıdaki tablo doğal logaritmaları (ln) alınmış kur değerleri için sabit ve trend değişken içeren Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök test sonuçlarını göstermektedir. Testlerin sıfır (null) hipotezine göre seriler birim kök içermektedir. Testlerdeki gecikme uzunluğu Schwarz Kriterine (SC) göre seçilmiştir ve maksimum gecikme sayısı 28'dir. PP testinde Barlett Kernel ve Newey-West Bandwidth kullanılmıştır. Testler için kullanılan kritik değerler % 5 anlamlılık düzeyi için -3,411, % 1 anlamlılık düzeyi için -3,961'dir. P-değerleri MacKinnon (1996)[577] tarafından hesaplanan tek taraflı olasılık değerleridir.

[574] Marcel Fratzscher, "What Explains Global Exchange Rate Movements during the Financial Crisis?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 28, Issue 8, 2009, s. 1390-1407.
[575] Nicoletta Batini ve Thomas Dowling, "Interpreting Currency Movements during the Crisis: What's the Role of Interest Rate Differentials?", **International Monetary Fund Working Paper**, No: 11/14, 2011.
[576] Chongcheul Cheong, Young-Jae Kim ve Seong-Min Yoon, "Can We Predict Exchange Rate Movements at Short Horizons?", **Journal of Forecasting**, 2012, forthcoming.
[577] James G. MacKinnon, "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 11, Issue 6, 1996, s. 601-618,

Serilerin temel özellikleri belirtildiğine göre, ilgili döviz kuru değerleri için tahminde bulunulabilinir. Buna göre, çalışmada kullanılacak olan tahmin yöntemleri şunlardır:

(1) Rassal Yürüyüş
(2) Basit Ortalama
(3) Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi (UCIP-Forward Kur)
(4) ARIMA Modeli
(5) VAR Modeli
(6) Brownian Motion (BM) Süreci
(7) Geometrik Brownian Motion (GBM) Süreci
(8) Mean-reversion (Ornstein-Uhlenbeck) Süreci
(9) Jump Diffusion (JD) Süreci

Bu tahmin yöntemlerinin hangi metodoloji izlenerek kullanıldığını birer birer açıklamak gerekmektedir.

3.1.1. Stokastik Süreçler Dışındaki Tahmin Yöntemleri

Bu kısımda tahminde bulunulacak olan yöntemler; Rassal Yürüyüş, Basit Ortalama, Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi (UCIP-Forward Kur) ARIMA (p,d,q) modeli ve VAR (p) modelidir.

(1) Rassal Yürüyüş (RW)

Bu çalışmada gösterge (benchmark) model olarak, "drift ile tanımlanan RW (RWw)" yaklaşımı yerine, "drift içermeyen (driftless-simple) RW (RWw/o)" yaklaşımı kullanılmıştır. Meese ve Rogoff (1983)[578] tarafından yapılan çalışmada orijinal olarak iki yaklaşım birden kullanılmış ve (RWw/o) yaklaşımından "daha iyi

[578] Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff, "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1–2, 1983, s. 3-24.

performans elde edilemediği" sonucuna ulaşılmıştır. Mark (1995)[579] tarafından yapılan çalışma da ise, gösterge model olarak RWw yaklaşımı kullanılmıştır. Ancak Kilian (1999)[580], Nelson C. Mark'ı "RWw/o kullanmadığı ve bootstrap yöntemi" için eleştirmiş ve elde ettiği sonucun "robust" olmadığını belirtmiştir. Kilian, Mark'ın çalışmasında ulaşmış olduğu "uzun dönemde RW'den daha iyi performans gösteren modelin var olduğu" sonucunun bu nedenden dolayı ortaya çıktığını öne sürmüştür. Bu çalışmada Lutz Kilian'ın "robustness" uyarısı dikkate alınarak (RWw/o) yaklaşımı kullanılmaktadır.[581*] İlgili yaklaşım Denklem (2.1)'de gösterilmiştir.

(2) Basit Ortalama

Birçok çalışmada kullanıldığı üzere, bu çalışmada da basit ortalama tahmin değerlerine yer verilmektedir. Bilindiği üzere, basit ortalama değeri kullanarak tahminde bulunurken güncel değerleri kullanmak daha iyi sonuç vermektedir. Bu noktada her iki parite değeri için de (tahminden önceki) son iki günün değerleri kullanılarak bir sonraki gün için tahminde bulunulmaktadır:

$$S_t^* = \frac{\sum_{1}^{n} S_{t-n}}{n} \tag{3.1}$$

Eşitlikte S_t^* tahmin değerini ifade etmektedir.

(3) Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi

Çalışmada Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesinden elde edilen tahmin değeri iki farklı faiz veya getiri değeri temel alınarak hesaplanmaktadır. Bunlardan birincisi Merkez Bankalarının borç alma-borç verme (veya hedef) oranı olarak tanımladıkları

[579] Nelson C. Mark, "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-horizon Predictability", **American Economic Review**, Vol. 85, Issue 1, 1995, s. 201-218.
[580] Lutz Kilian, "Exchange Rates and Monetary Fundamentals: What Do We Learn from Long-horizon Regressions", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 14, Issue 5, 1999, s. 491-510.
[581*] Bu konuda kullanılan metodoloji ve tartışmalar için örneğin bkz. Yu-Chin Chen, Kenneth S. Rogoff ve Barbara Rossi, "Can Exchange Rates Forecast Commodity Prices?", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 125, Issue 3, 2010, s. 1145-1194. Ayrıca RWw/o yaklaşımını kullanan ve RWw ile performans kıyaslaması yapan güncel bir çalışma için bkz. Carlos Felipe Lopez-Suarez ve Jose Antonio Rodríguez-Lopez, "Nonlinear Exchange Rate Predictability", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 30, Issue 5, 2011, s. 877-895.

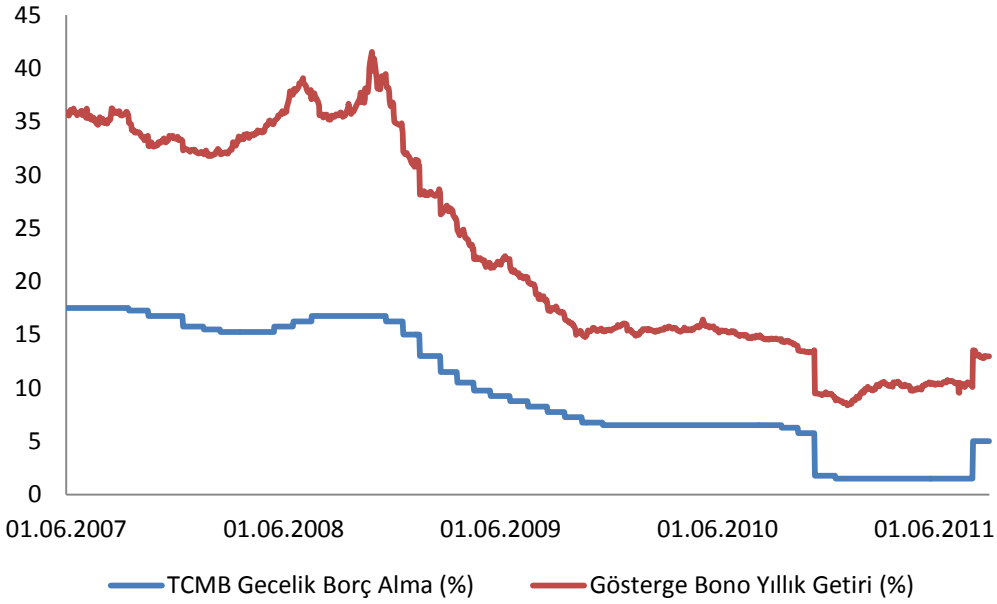
"politika faiz oranlarıdır". İkinci faiz oranı ise Kamu ya da Devlet Tahvillerinin ilgili piyasalardaki getiri oranlarıdır. İlgili veriler grafikler üzerinde aşağıda gösterilmektedir. Buna göre, Denklem (1.16)'da Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi ise aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\frac{F_t}{S_o} = \frac{1+i_t}{1+i_t^*} \tag{1.16}$$

Burada F_t değeri bulunarak, Karşılanmamış Faiz Oranı Paritesi için günlük frekansta tahmin yapılmaktadır:

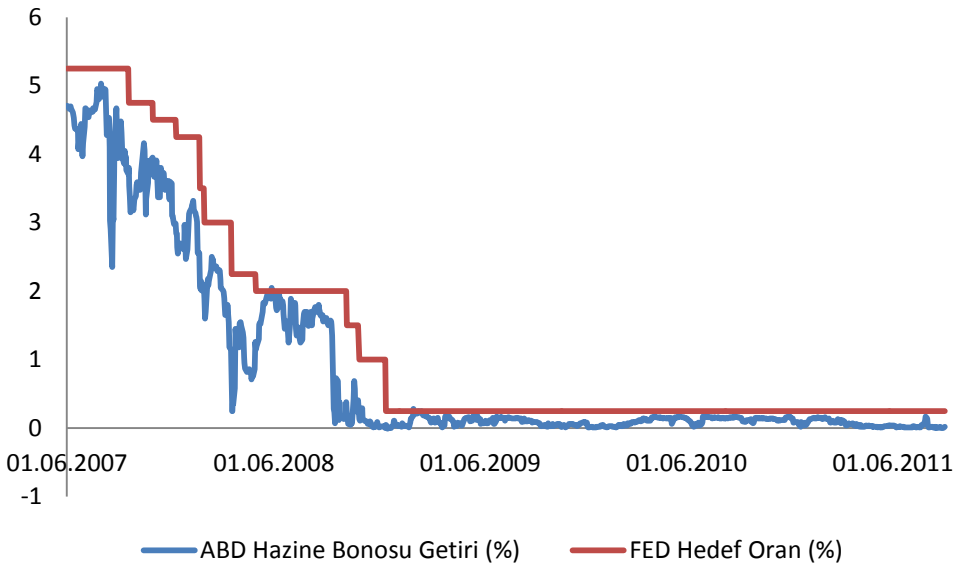
$$F_t = \frac{1+i_t}{1+i_t^*} S_o \tag{3.2}$$

Grafik 5: TRY Faiz Verileri



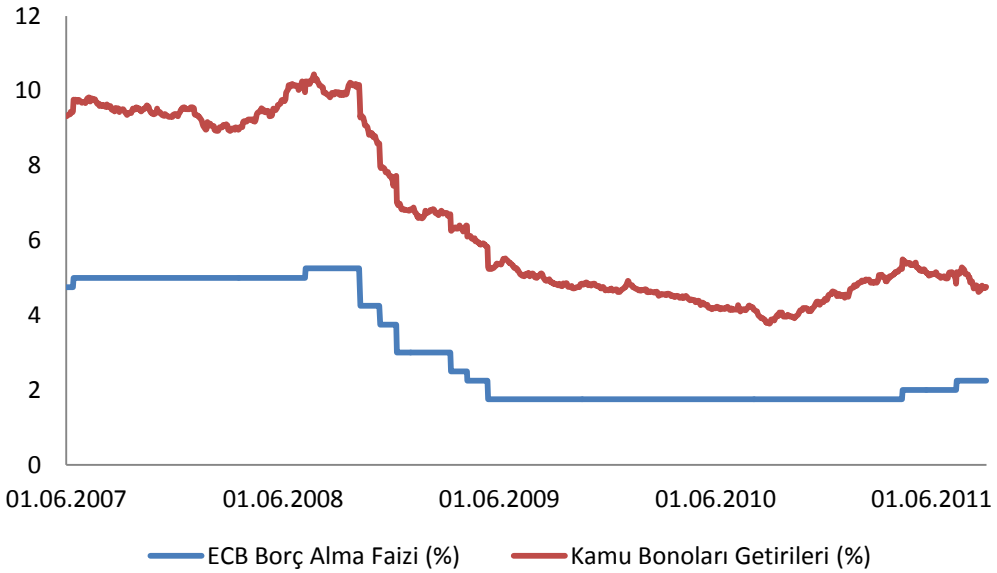
Not: Grafikteki TCMB Gecelik Borç Alma oranlarına ait veriler TCMB'den elde edilmiştir. Gösterge (Benchmark) Bono Yıllık Faizi Gösterge Devlet İç Borçlanma Senetlerinin nominal faizi olup, ilgili veriler İMKB'den elde edilmiştir.

Grafik 6: USD Faiz Verileri



Not: Grafikteki ABD Hazine Bonosu Getirileri Federal Reserve Board İkincil Piyasadaki en küçük vade olan 4 haftalık Hazine Bonosu (Treasury Bills) getirisine ait verileri göstermektedir. Veriler Federal Reserve Board'dan alınmıştır. FED Hedef Oran, Federal Fonların Etkin Hedef Oranını (Funds Effective Target Rate) ifade etmektedir ve ilgili veriler Federal Reserve Bank of New York'dan elde edilmiştir.

Grafik 7: EUR Faiz Verileri



Not: Grafikteki ECB Borç Alma Faizi Avrupa Merkez Bankası (ECB) Marginal Lending Facility oranını ifade etmekte olup, veriler ECB'den elde edilmiştir. Kamu Bonoları Getirileri ise Kamu İç Borçlanma Senetlerini (Public Debt Securities) getiri oranlarını ifade etmekte olup, veriler Deutsche Bundesbank'dan elde edilmiştir.

(4) ARIMA Modeli

Çalışmada USD/TRY ve EUR/USD parite değerleri için ARIMA (p,d,q) modeli kullanılarak örneklem dışı tahminde bulunulmuştur. ARIMA (p,d,q) modeli ile ilk tahmin 1 Haziran 2007 tarihi için gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 1 Haziran 2007 için tahminde bulunurken 22 Şubat 2001 ile 31 Mayıs 2007 arasındaki 1576 gözlem değeri kullanılmıştır. Daha sonra ise 2 Haziran 2007 için tahminde bulunulmuş ve bu tahminde kullanılan gözlemlere 1 Haziran 2007'de dahil edilmiştir. Yani çalışmada daha önce de belirtildiği üzere "recursive scheme" örneklem dışı tahminde bulunulmaktadır ve bu dinamik yaklaşım diğer tüm modeller için de aynı şekildedir. Denklem (2.54)'de ARIMA modelleri aşağıdaki biçimde gösterilmiştir:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + ... + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + ... + \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (2.54)$$

Bu noktada öncelikle uygun ARIMA (p,d,q) yapısının seçilmesi gerekmektedir. Çalışmada her bir gün için tek tek en uygun ARIMA (p,d,q) yapısı belirlenmiş ve belirlenen model ile tahminde bulunulmuştur. Bilindiği üzere, modelin kullanılabilmesi için öncelikle otokorelasyonun mevcut olması yani AR (p) ve MA (q) yapılarının anlamlı olması gerekmektedir. Aşağıdaki Tablo 3, bir örnek olarak 1 Haziran 2007 tarihi için USD/TRY tahminindeki ARIMA (p,d,q) yapısını göstermektedir.

Benzer bir metodoloji EUR/USD kur değerleri için de izlenmiştir. Buna göre, 1 Haziran 2007 için tahminde bulunurken 4 Ocak 1999 ile 31 Mayıs 2007 arasındaki 2110 gözlem değeri kullanılmıştır. Bu noktada aşağıdaki Tablo 4 ise bir örnek olarak 1 Haziran 2007 tarihi için EUR/USD tahminindeki ARIMA (p,d,q) yapısını göstermektedir:

Tablo 3: USD/TRY ARIMA (p,d,q) Modeli Seçim Kriterleri

ARIMA (P,D,Q)	Düz. R^2	AIC	SC	DW	İterasyon	Sıra
P=1, D=0, Q=1	0,990	-5,553	-5,542	1,979	0	1
P=1, D=0, Q=0	0,990	-5,553	-5,537	1,999	5	2
P=2, D=0, Q=0	0,990	-5,557	-5,540	1,996	0	3
P=0, D=0, Q=2	0,885	-3,137	-3,121	0,689	31	4
P=0, D=0, Q=1	0,707	-2,205	-2,194	0,277	50	5
P=1, D=2, Q=2	0,499	-5,561	-5,539	1,934	11	6
P=1, D=2, Q=1	0,496	-5,554	-5,537	2,025	10	7
P=2, D=2, Q=2	0,493	-5,563	-5,536	2,097	10	8
P=0, D=2, Q=2	0,441	-5,453	-5,437	2,619	7	9
P=2, D=2, Q=0	0,336	-5,292	-5,276	2,147	0	10
P=2, D=1, Q=1	0,010	-5,568	-5,546	2,002	14	11
P=2, D=1, Q=0	0,007	-5,563	-5,541	1,996	16	12
P=0, D=1, Q=1	0,000	-4,870	-4,864	3,006	0	13
P=1, D=1, Q=0	0,000	-5,552	-5,546	1,984	0	14
P=0, D=2, Q=0	-0,001	-5,555	-5,544	1,996	0	15
P=0, D=1, Q=0	-0,001	-5,552	-5,541	1,999	5	16
P=1, D=1, Q=1	-0,001	-5,555	-5,539	2,003	6	17
P=1, D=1, Q=2	-0,001	-5,554	-5,538	1,980	0	18
P=2, D=0, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19
P=2, D=0, Q=1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20

Not: Model seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Kriteri (SC) dikkate alınmıştır. Durbin-Watson (DW) İstatistiği ise modelden sonra geriye otokorelasyon kalıp kalmadığının testi için kullanılmaktadır.

Tablo 4: EUR/USD ARIMA (p,d,q) Modeli Seçim Kriterleri

ARIMA (P,D,Q)	Düz. R^2	AIC	SC	DW	İterasyon	Sıra
P=1, D=0, Q=0	0.998	-6,816	-6,811	1,977	0	1
P=2, D=0, Q=0	0,998	-6,818	-6,810	1,999	0	2
P=1, D=0, Q=1	0,998	-6,816	-6,809	1,999	5	3
P=0, D=0, Q=2	0,912	-2,843	-2,836	0,423	91	4
P=0, D=0, Q=1	0,736	-1,746	-1,741	0,108	32	5
P=1, D=2, Q=2	0,494	-6,816	-6,806	1,992	10	6
P=1, D=2, Q=1	0,494	-6,815	-6,808	2,000	6	7
P=2, D=2, Q=2	0,494	-6,818	-6,805	2,001	5	8
P=0, D=2, Q=2	0,466	-6,764	-6,757	2,452	9	9
P=2, D=2, Q=0	0,328	-6,533	-6,526	2,183	0	10
P=1, D=1, Q=2	0,001	-6,820	-6,810	1,999	39	11
P=1, D=1, Q=1	0,001	-6,819	-6,811	1,983	35	12
P=0, D=1, Q=0	0,000	-6,816	-6,813	1,978	0	13

P=0, D=2, Q=0	0,000	-6,135	-6,133	2,974	0	14
P=0, D=1, Q=1	0,000	-6,816	-6,811	1,999	5	15
P=1, D=1, Q=0	0,000	-6,818	-6,813	1,999	0	16
P=2, D=1, Q=0	0,000	-6,816	-6,809	1,998	0	17
P=2, D=1, Q=1	0,000	-6,817	-6,806	1,999	33	18
P=2, D=0, Q=2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19
P=2, D=0, Q=1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	20

Not: Model seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Kriteri (SC) dikkate alınmıştır. Durbin-Watson (DW) İstatistiği ise modelden sonra geriye otokorelasyon kalıp kalmadığının testi için kullanılmaktadır.

(5) VAR Modeli

Çalışmada USD/TRY ve EUR/USD parite değerleri için VAR (p) modeli kullanılarak da örneklem dışı tahminde bulunulmuştur. ARIMA (p,d,q) modeli ile benzer bir metodoloji izlenerek VAR (p) modeli ile ilk tahmin 1 Haziran 2007 tarihi için gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 1 Haziran 2007 için tahminde bulunurken 22 Şubat 2001 ile 31 Mayıs 2007 arasındaki 1576 gözlem değeri kullanılmıştır. Bu noktada dikkate alınan bir diğer içsel değişken faiz oranları farklarıdır. VAR (p) modeline ilgili Merkez Bankalarının Gösterge ya da Hedef Faiz oranları arasındaki farklar da VAR (p) modeline dahil edilmiştir.

Daha sonra VAR (p) modeli ile 2 Haziran 2007 için tahminde bulunulmuş, bu tahminde kullanılan gözlemlere 1 Haziran 2007'de dahil edilmiştir. Yani, VAR (p) modelinde de "recursive scheme" örneklem dışı tahminde bulunulmaktadır ve bu dinamik yaklaşım tüm diğer modeller için de aynı şekildedir. Daha önce ikinci bölümde açıklanmış olan VAR modelleri Denklem (2.55)'de aşağıdaki şekilde basit bir biçimde gösterilmiştir:

$$y_t = \lambda_1 y_{t-1} + \ldots + \lambda_p y_{t-p} + \beta x_t + \varepsilon_t \qquad (2.55)$$

Tablo 5: USD/TRY VAR (p) Modeli Gecikme Mertebesi Seçimi

Gecikme	AIC	SC	HQ	LR
0	7,125	7,132	7,128	N/A
1	-5,346	-5,325*	-5,336*	19500,6
2	-5,345	-5,311	-5,331	7,759
3	-5,353*	-5,305	-5,333	19,948
4	-5,349	-5,287	-5,324	2,029
5	-5,347	-5,272	-5,318	5,142
6	-5,345	-5,256	-5,311	4,560
7	-5,343	-5,240	-5,302	4,540
8	-5,338	-5,222	-5,293	1,117
9	-5,334	-5,204	-5,286	1,023
10	-5,331	-5,188	-5,278	4,006

Not: Model seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC), Hannan-Quinn (HQ) ve Modifiye edilmiş Sıralı Likelihood oranı (LR) dikkate alınmıştır.

Tablo 6: EUR/USD VAR (p) Modeli Gecikme Mertebesi Seçimi

Gecikme	AIC	SC	HQ	LR
0	2,806	2,811	2,808	N/A
1	-9,900*	-9,883*	-9,894*	26374,1
2	-9,897	-9,870	-9,887	2,052
3	-9,894	-9,856	-9,881	2,835
4	-9,891	-9,842	-9,873	0,986
5	-9,891	-9,831	-9,869	7,413
6	-9,887	-9,817	-9,862	0,916
7	-9,884	-9,803	-9,854	1,576
8	-9,882	-9,789	-9,848	2,527
9	-9,881	-9,777	-9,843	5,657
10	-9,878	-9,764	-9,836	2,305

Not: Model seçiminde Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC), Hannan-Quinn (HQ) ve Modifiye edilmiş Sıralı Likelihood oranı (LR) dikkate alınmıştır.

Yukarıdaki seçim kriterleri dikkate alınarak öncelik olarak VAR (p) yapısındaki gecikme sayısı belirlenmiştir.

Buna göre, VAR (p) modeline ait denklemler Merkez Bankalarının temel aldığı faiz oranlarının arasındaki farklar da dikkate alınarak aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

$$USDTRY_{it} = c + \sum_{j=1}^{m} \alpha_{jt} USDTRY_{it-j} + \sum_{j=1}^{m} \lambda_{jt} (Rtry - Rusd)_{it-j} + \Delta u_{it} \qquad (3.3)$$

$$EURUSD_{it} = c + \sum_{j=1}^{m} \delta_{jt} EURUSD_{it-j} + \sum_{j=1}^{m} \gamma_{jt} (\mathrm{R}\,usd - \mathrm{Re}\,ur)_{it-j} + \Delta u_{jt} \qquad (3.4)$$

1 Haziran 2007 tarihi için USD/TRY ve EUR/USD parite değerlerinde yukarıdaki denklemler ile ortaya çıkan tahmin sonuçları ise aşağıdaki şekildedir:

Tablo 7: USD/TRY ve EUR/USD VAR (p) Modeli İstatistiki Özellikleri

Bağımlı Değişken	Düz. R^2	F-İstatistiği	P-değeri	Q(12)	P-değeri
USD/TRY	0,983	46630,1	0,0000	33,964	0,6986
EUR/USD	0,998	594076,8	0,0000	42,633	0,6539

Not: Q(n), *n* gecikme sayısı için Ljungve Box (1978)[582] test istatistiğini göstermektedir.

Tablo 8: USD/TRY ve EUR/USD VAR (p) Tahmin Parametre Değerleri

USD/TRY	**C**	**USD/TRY (-1)**	**(Rtry-Rusd) (-1)**
	0,025 (0,004) [5,62]	0,981 (0,003) [303,1]	0,00005 (0,00002) [2,18]
EUR/USD	**C**	**EUR/USD (-1)**	**(Rusd-Reur) (-1)**
	0,00001(0,001) [0,01]	0,999 (0,0009) [1070,8]	-0,0001 (0,00009)- [2,01]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] değerleri ise t istatistik değerini göstermektedir.

Tablo 9: USD/TRY ve EUR/USD Granger Nedensellik Analizi

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Wald İstatistiği	P-değeri
USD/TRY	Rtry-Rusd	4,790	0,0286
EUR/USD	Rusd-Reur	4,034	0,0446

Not: Wald İstatistiği Sims (1972)[583] Nedensellik Testinden hesaplanan istatistik değerini ifade etmektedir.

VAR (p) modelleri ile tahminde açıklanmış olan ilgili metodoloji diğer tüm günler için de aynı şekilde uygulanmıştır.

[582] Greta M. Ljung ve George E.P. Box, "On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models", **Biometrika**, Vol. 65, Issue 2, 1978, s. 297-303.
[583] Christopher A. Sims,"Money, Income and Causality", **American Economic Review**, Vol. 62, No: 4, 1972, s. 540-552.

Bu noktadan sonra döviz kuru tahmini için kullanılan stokastik süreçlere ait metodoloji açıklanacaktır.

3.1.2. Stokastik Süreçler ile Tahmin

Bu kısımda döviz kurları ile tahminde bulunulacak olan stokastik süreçler; Brownian Motion (BM), Geometrik Brownian Motion (GBM), Mean-reversion (MR) ve Jump Diffusion (JD) stokastik süreçleridir.

Örneğin basit bir biçimdeki bir BM süreci, ikinci bölümde aşağıdaki şekilde tanmlanmıştır:

$$dY = \mu dt + \sigma dX \tag{2.22}$$

Ancak ilgili stokastik süreçler ile tahminde bulunmadan önce, ilk olarak çalışmada kullanılan stokastik süreçler ile ilgili metodolojinin ve standart varsayımların açıklanması gerekmektedir:

Varsayımlar

(1) Çalışmada her bir stokastik süreç ile tahminde bulunabilmek için 1000 simülasyon (iterasyon) yapılmaktadır. Simülasyon sonuçlarında ortaya çıkan parite değerlerinin basit ortalaması, ilgili gün için "tahmin değerini" ifade etmektedir.

(2) Her bir gün için tahminde bulunulan tüm stokastik süreçlerde temel alınan "path (yol) veya adım sayısı (number of steps)" 1000'dir.

(3) Stokastik süreçlerdeki "tahmin uzaklığı" bir gündür. Başlangıç değeri olarak (t). gün temel alındığı taktirde, tahminde bulunulan gün (t+1). gün olmaktadır. Ayrıca stokastik süreçler ile yapılan tahminlerde "random seed" kullanılmamaktadır.

(4) Diğer modeller ile tahminde bulunurken kullanılmış olan "recursive scheme" ve "örneklem dışı tahmin" yaklaşımları stokastik süreçler için de geçerlidir.

Tüm bu varsayımlar ve kullanılan standart metodoloji açıklandığına göre, BM süreci başta olmak üzere diğer stokastik süreçler ile tahminde bulunabilmek için iki parametre değerinin daha elde edilmesi gerektiği açıktır: Bunlar, olasılık dağılımlarının parametre değerlerine bağlı olarak oluşacak rassal sayılar ile yıllık temelde hesaplanmış olan volatilite (annualized volatility) değerleridir.

Olasılık Dağılımlarının Belirlenmesi

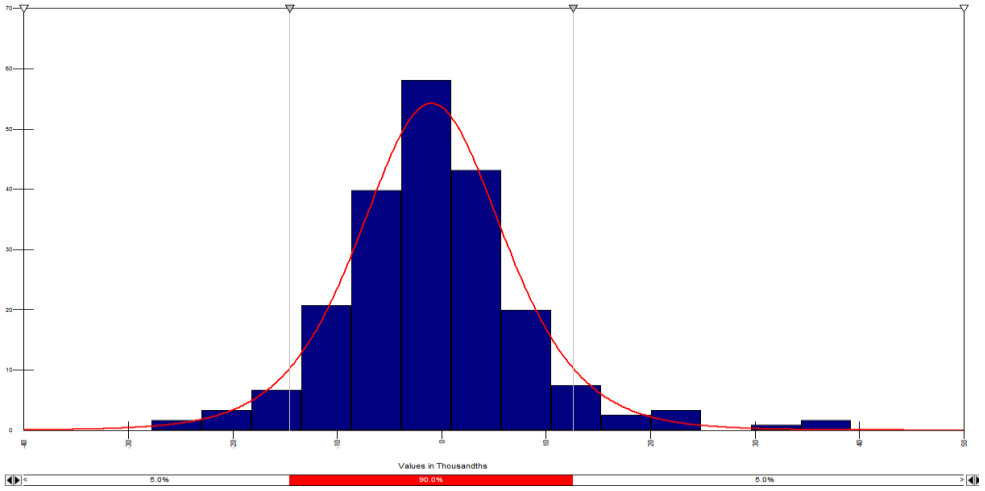
Rassal sayıların oluşturulması için tahminde bulunulacak günden önceki son 252 günde oluşan günlük getirilerin, hangi olasılık dağılımına uygun olduğu ve ilgili olasılık dağılımına ait parametre değerleri saptanmaktadır. Bu noktada ikinci bölümde açıklanmış olan sürekli olasılık dağılımları arasından Kolmogorov-Smirnoff (KS) ve Andersen-Darling (AD) testi sonuçlarına göre, Goodness of Fit (Uyumun İyiliği) kriterleri göz önünde bulundurularak seçim yapılmaktadır. Saptanan olasılık dağılımı ve parametre değerleri kullanılarak rassal sayılar üretilmektedir.[584]

Buna göre, ilk olarak 1 Haziran 2007 tarihi için stokastik süreç ile tahminde bulunabilmek için rassal sayılar üretilmektedir. Üretilen rassal sayıların tahmin edilecek gün için sadece bir kez üretildiğini ve ilgili gün için tahminde bulunurken tüm stokastik süreçlerde aynı rassal sayıların kullanıldığını belirtmek gerekmektedir. "Fixed-randomness" adı verilebilecek bu husus stokastik süreçlerin performans analizinden elde edilen sonuçların "doğru" ve "robust" olması bakımından oldukça önem arz etmektedir.

Bu noktada USD/TRY ve EUR/USD parite değerlerinde 1 Haziran 2007 tarihi için stokastik süreçler ile tahminde bulunabilmek amacıyla üretilmiş olan rassal sayıların özellikleri aşağıdaki grafiklerden görülebilmektedir:

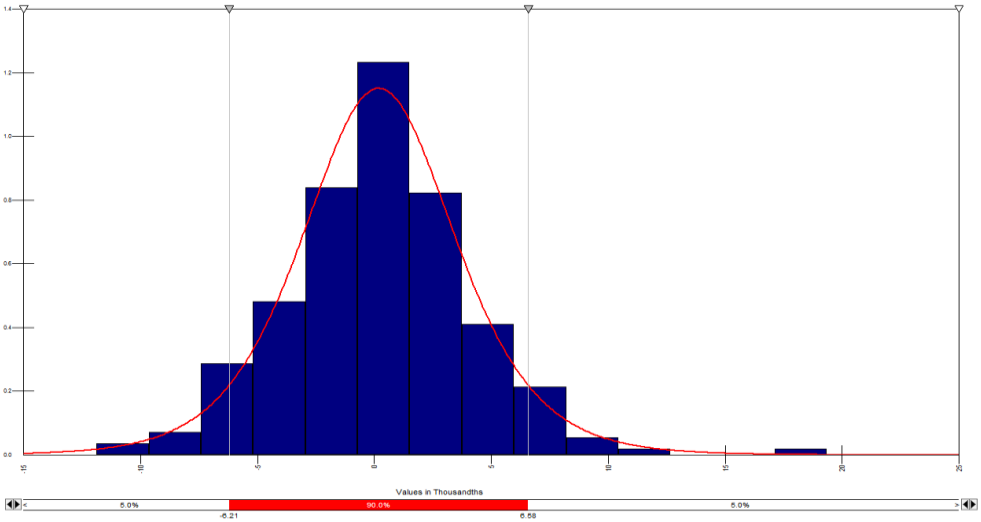
Grafik 8: USD/TRY Getirisinin Olasılık Dağılımı ve Parametreleri

[584] Carol Alexander, **Practical Financial Econometrics,** Vol. 2, John Wiley and Sons, West Sussex, 2009, s. 350-351.



Not: Yukarıdaki grafik 1 Haziran 2006-31 Mayıs 2007 tarihleri arasındaki getirilere ait olasılık dağılımını göstermektedir. KS ve AD kriterlerine göre dağılım Loglojistik olup parametre değerleri (-0,0838; 0,0827;18068) olarak bulunmuştur. Bu dağılım ve parametre değerleri kullanılarak rassal sayılar oluşturulmuştur.

Grafik 9: EUR/USD Getirisinin Olasılık Dağılımı ve Parametreleri



Not: Yukarıdaki grafik 1 Haziran 2006-31 Mayıs 2007 tarihleri arasındaki getirilere ait olasılık dağılımını göstermektedir. KS ve AD kriterlerine göre dağılım Lojistik olup parametre değerleri (0,00018; 0,00217) olarak bulunmuştur. Bu dağılım ve parametre değerleri kullanılarak rassal sayılar oluşturulmuştur.

Daha sonra getiri değerleri kümesine bir sonraki gün gerçekleşen değerlerde eklenmiş (örneğin 1 Haziran 2007) ve eski kümedeki ilk değer (örneğin 1 Haziran 2006) çıkartılarak küme sürekli yenilenmiş; başka bir deyişle güncellenmiştir. Yani olasılık dağılımları açısından uygulanan yöntem "rolling scheme" temellidir.

Volatilitenin Modellenmesi

Stokastik süreçler ile tahminde bulunurken elde edilmesi gereken bir diğer parametre volatilitedir. Bilindiği üzere, bir serinin volatilite değeri serinin standart sapmaları bulunarak dinamik bir şekilde hesaplanabilmektedir.

Ancak ARIMA (p,d,q) modelleri ile tahminde bulunurken görüldüğü üzere, USD/TRY ve EUR/USD parite değerlerinde olduğu gibi bu paritelere ait getiri değerlerinde de otokorelasyonun ve değişen varyansın birlikte var olduğunu ifade eden "ARCH etkisi" bulunmaktadır. Bu nedenle parite getirilerine ait volatilite değerleri hesaplanırken bu etkilerin de modellenmesi gerekmektedir.

İkinci bölümde açıklandığı üzere, ARCH etkisi GARCH (p,q) modelleri yardımıyla modellenebilmektedir. Nominal döviz kurları açısından bakıldığında "standart" model olarak görülen GARCH (1,1) modelinin kullanılmasının, stokastik süreçlerdeki volatilite parametresi açısından yeterli olabileceği söylenebilinir.

Literatürdeki birçok çalışma döviz kurlarının getirilerine ait volatiliteyi hesaplarken GARCH (1,1) modelini "standart bir model" olarak kullanmaktadır. GARCH (1,1) modelinin standart bir model olarak kullanılması konusunda Hansen ve Asger (2005)[585] tarafından yapılan çalışmada ulaşılan sonuçların büyük etkisinin olduğu söylenebilinir. Bu çalışma USD/DM döviz kuru için 330 adet ARCH tipi modeli, örneklem dışı ve örneklem içi tahminler bakımından karşılaştırmış ve en iyi performansın GARCH (1,1) modeli tarafından ortaya konduğunu belirtmiştir. Ayrıca student-t dağılımı kullanılan GARCH modellerinin, Normal veya GED dağılımı kullanılan GARCH modellerine göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna da ulaşılmıştır. Bu çalışmadan sonra farklı nominal döviz kurları üzerine yapılan çalışmalardan elde edilmiş ampirik bulgular da benzer biçimdedir.

[585] Peter R. Hansen ve Asger Lunde, "A Forecast Comparison of Volatility Models: Does Anything Beat A GARCH (1,1)?", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 20, Issue 7, 2005, s. 873-889.

Literatürde genel olarak GARCH (1,1) veya daha genel olarak GARCH (p,q) modellerinin kullanılmasının bir diğer nedeni de, yüksek değerli (en azından pozitif) enflasyonun var olması sebebiyle nominal döviz kurlarında pozitif getirilerin görülme olasılığının daha fazla olmasıdır.

GARCH (1,1) modeli hakkındaki tüm bu "olumlu" görüşlere ve ampirik bulgulara rağmen bu çalışmada standart olarak GARCH (1,1) modeli kullanılmamaktadır. Buna göre, tahminde bulunulacak her bir gün için örneklem dışı tahminde bulunularak en iyi performansı gösteren model saptanacaktır. Böylece çalışmada GARCH (1,1) modellerinin "robustness kontrolü" de yapılmış olacaktır.

(1) USD/TRY GARCH Volatilite Modelleri

USD/TRY açısından volatilite modellemesinde bulunurken belirli tip volatilite modelleri dikkate alınmıştır. USD/TRY paritesi getirilerinde AR (p) ve MA (q) süreçleri anlamlı olduğundan, volatilite parametresi ARCH tipi modeller ile modellenebilmektedir. İncelenen volatilite modelleri ise şunlardır:[586]

[586*] Çalışmada, FIGARCH, FIEGARCH ve FIAPARCH modelleri ile de volatilite tahmin edilmiş ancak bu modellere ait sonuçlar tartışılmamıştır. Pozitif bir biçimde bütünleşmiş (integrated-(d>0)) bir model, volatilite değerlerine drift terimi (ya da zaman trend değişkeni) ilave etmektedir. Bu parametreye uygun bir durum pratikte döviz piyasalarında mevcut olmadığından, teorik açıdan bakıldığında, bu tip volatilite modellerinin döviz piyasalarında kullanımı açısından kavramsal olarak bir "robustness sorunu" bulunmaktadır. Bu husus için bkz. Poon ve Granger, **a.g.e.**, s. 52-53.
Diğer taraftan "zamanla değişen parametrenin (time varying parameter)", "küçük boyutlu bir vektör olduğu (vector of low dimension)" ve ilgili parametrenin "gözlemlenebilir (observable)" olduğu varsayımı bulunduğundan, bu çalışma açısından bakıldığında Stokastik Volatilite (SV) modelleri de inceleme alanı dışında kalmaktadır. Bu husus için bkz. Hansen ve Lunde, **a.g.e.**, s. 875.
Ayrıca bu satırların yazıldığı sırada, USD/TRY parite değerleri için henüz bir Opsiyon Piyasası mevcut olmadığından Örtülü Volatilite (Implied Volatility-IV) modellerini teorik bir biçimde uygulamak mümkün olamamaktadır. Bankalar arasındaki işlemlere ait "Implied Volatilite kotasyonlarını" gösteren zaman serileri mevcut olmasına rağmen, bu volatilite değerleri sadece "ilgili bankaların beklentilerini" ifade ettiği ve sadece o beklentileri "fiyatladığı" için "tüm döviz piyasanın beklentisi" olarak algılanamayacağı düşüncesi öne sürülebilinir. EUR/USD paritesi açısından bakıldığında IV modellerini teorik açından kullanmak mümkün olmak ile birlikte, bu modellerin sapmalı (biased) ve etkin olmayan (inefficient) tahminciler yaratma olasılığı bulunmaktadır. Bu konu için bkz. Christopher J. Neely, "Forecasting Foreign Exchange Volatility: Why is Implied Volatility Biased and Inefficient? And Does It matter?", **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, Vol. 19, Issue 1, 2009, s. 188-205. IV'de meydana gelebilecek sapmalı tahminciler sorunu işlem maliyetlerinin Opsiyon fiyatlarına dahil edilebilmesi ile aşılabilir. Ancak bunun için dinamik bir hedging kuralının (dynamic hedging trading rule) simüle edilmesi gerekmektedir. Bu konu için de bkz. Paolo Agnolucci, "Volatility in Crude Oil Futures: A Comparison of the Predictive Ability of GARCH and Implied Volatility Models", **Energy Economics**, Vol. 31, Issue 2, 2009, s. 316-321.

(1) GARCH (2) IGARCH (3) ARCH-M (4) TARCH (5) EGARCH, (6) PARCH, (7) CGARCH.

Bu noktada yukarıda temel alınan her bir volatilite modeli kısaca incelenecektir:

(1) GARCH: İncelenen tüm modellerde MA (q) terimlerinin backtestingi yapılmıştır. İlk olarak GARCH (p,q) modeli, Normal dağılım varsayımı altında ARCH (3) ve GARCH (3) en büyük ARCH ve GARCH parametreleri olmak üzere tüm kombinasyonlar için incelenmiş[587*] ve en küçük AIC ve SC değerlerine sahip olan model temel alınmıştır. Bu noktadan sonra, aynı yöntem student-t dağılımı ve GED dağılımı varsayımı altında oluşan GARCH (p,q) modelleri temel alınarak da uygulanmıştır. Sonuç olarak toplamda 45 GARCH (p,q) modeli incelenmiştir.

Bu noktada Normal dağılım varsayımında bulunan GARCH modellerinde Bollerslev ve Wooldridge (1992)[588] tarafından ortaya konan robust standart hataların kullanıldığını belirtmek gerekmektedir.

Ele alınan GARCH modelleri arasında student-t dağılımını varsayan GARCH (1,1) modelinin en iyi sonucu verdiği gözlemlenmektedir:

Tablo 10: USD/TRY GARCH(1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

GARCH (1,1) Modeli	AIC	SC
GARCH (1,1) student-t	-6,756	-6,747
GARCH (1,1) Normal	-6,705	-6,699
GARCH (1,1) GED	-6,747	-6,738

Not: Tüm 45 GARCH (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan GARCH (1,1) modeli raporlanmıştır.

[587*] Yani GARCH (0,1), GARCH (0,2), GARCH (0,3), GARCH (1,0), GARCH (1,1), GARCH (1,2), GARCH (1,3), GARCH (2,0), GARCH (2,1), GARCH (2,2), GARCH (2,3), GARCH (3,0), GARCH (3,1), GARCH (3,2), GARCH (3,3) modelleri incelenmiştir.

[588] Tim Bollerslev ve Jeffrey M. Wooldridge, "Quasi-maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-varying Covariances", **Econometric Reviews**, Vol. 11, Issue 2, 1992, s. 143-172.

Buna göre, student-t dağılımına sahip GARCH (1,1) modeline ait sonuçlar aşağıdaki şekildedir:

Tablo 11: USD/TRY GARCH (1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	**GARCH (1,1) student-t**
ω	$3{,}16*10^{-6}$ ($5{,}50*10^{-7}$) [0,00]
α	0,188 (0,020) [0,00]
β	0,786 (0,015) [0,00]
Toplam	0,974
Dağılım Parametresi	6,509 (0,747) [0,00]
ARCH Test	[0,684]
Çarpıklık	0,665
Basıklık	5,375
JB	817,1 [0,00]
AIC	-6,756
SC	-6,747
$Q_{(5)}$	[0,114]
$Q_{(5)}$	[0,136]
$Q_{(15)}$	[0,124]
$Q^2_{(5)}$	[0,585]
$Q^2_{(10)}$	[0,788]
$Q^2_{(15)}$	[0,951]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir. Engel (2001)[589] tarafından yapılan çalışmada önerildiği üzere, artıkların ve karesi alınmış artıkların korelasyon değerleri 15 gecikme mertebesine kadar incelenmiştir.

Yukarıda ele alınan sonuçlar, GARCH (1,1) student-t dağılımının tüm varsayımları yerine getirdiğini göstermektedir. Ancak ele alınan modele ait sonuçların diğer modeller ile de karşılaştırılması gerekmektedir.

(2) IGARCH: Bu model GARCH (1,1) modeli parametrelerinde (α+β)=1 eşitliğinin mevcut olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım basit bir Wald testi ile test edilebilir:

[589] Robert F. Engle, "The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", **Journal of Economic Perspective**, Vol. 15, Issue 4, 2001, s. 157-168.

Tablo 12: USD/TRY IGARCH (1,1) Parametreleri Wald Testi

Sıfır Hipotezi	**Wald t-istatistiği**	**Olasılık**
$(\alpha+\beta)=1$	-1,971	0,0487
Sıfır Hipotezi	**Wald F-istatistiği**	**Olasılık**
$(\alpha+\beta)=1$	3,888	0,0487
Sıfır Hipotezi	**Wald Ki-kare istatistiği**	**Olasılık**
$(\alpha+\beta)=1$	3,888	0,0486

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, $(\alpha+\beta)=1$ sıfır hipotezi % 5 anlamlılık seviyesi altında reddedilememiş durumdadır. % 5 anlamlılık seviyesi genel olarak yeterli olmakla birlikte, bir de modelin seçim kriterlerini karşılaştırmak faydalı olacaktır:

Tablo 13: USD/TRY IGARCH (1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

IGARCH (1,1) Modeli	**AIC**	**SC**
IGARCH (1,1) student-t	-6,728	-6,723
IGARCH (1,1) Normal	-6,663	-6,661
IGARCH (1,1) GED	-6,719	-6,714

Not: Tüm 45 IGARCH (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan IGARCH (1,1) modeli raporlanmıştır.

Yukarıdaki tablodan elde edilen sonuçlara göre, IGARCH (1,1) modeli GARCH (1,1) modelinden daha küçük AIC ve SC değerleri ortaya koyamamıştır.

Bu noktada GARCH (1,1) modelinin, IGARCH (1,1) modeline göre daha robust sonuçlar üreteceği söylenebilinir.

(3) ARCH-M: Çalışmada ARCH-M modeli de incelenecektir. Bu noktada ARCH-M modeli farklı değişkenleri modelleyerek volatilite tahmininde bulunmaktadır. Buna göre, bu modelde Normal, student-t ve GED dağılımı varsayımı altında σ_{t-1}, σ^2_{t-1}, $\log(\sigma^2_{t-1})$, değişkenleri eklenerek ARCH-M modeli oluşturulabilmektedir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 14: USD/TRY ARCH-M (1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

USD/TRY ARCH-M (1,1) Modelleri	AIC	SC
ARCH-M Normal σ_{t-1}	-6,706	-6,697
ARCH-M student-t σ_{t-1}	-6,761	-6,750
ARCH-M GED σ_{t-1}	-6,753	-6,742
ARCH-M Normal σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M student-t σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M GED σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M Normal $\log(\sigma^2_{t-1})$	-6,706	-6,696
ARCH-M student-t $\log(\sigma^2_{t-1})$	-6,763	-6,752
ARCH-M GED $\log(\sigma^2_{t-1})$	-6,755	-6,744

Not: Tüm 45 ARCH-M (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan ARCH-M (1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 15: USD/TRY ARCH-M (1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	ARCH-M (1,1) student-t
ω	$3{,}21*10^{-6}$ ($5{,}61*10^{-7}$) [0,00]
α	0,198 (0,021) [0,00]
β	0,779 (0,016) [0,00]
$\log(\sigma^2_{t-1})$	$5{,}80*10^{-5}$ ($1{,}32*10^{-5}$) [0,00]
Dağılım Parametresi	5,988 (0,661) [0,00]
ARCH Test	[0,799]
Çarpıklık	0,658
Basıklık	5,429
JB	841,6 [0,00]
AIC	-6,763
SC	-6,752
$Q_{(5)}$	[0,009]
$Q_{(5)}$	[0,019]
$Q_{(15)}$	[0,060]
$Q^2_{(5)}$	[0,635]
$Q^2_{(10)}$	[0,824]
$Q^2_{(15)}$	[0,964]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

Bu noktada ARCH-M (1,1) modeli otokorelasyonu ortadan kaldıramamıştır.

(4) TARCH: Çalışmada TARCH modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 16: USD/TRY TARCH (1,1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

TARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
TARCH (1,1,1) student-t	-6,767	-6,756
TARCH (1,1,1) Normal	-6,717	-6,708
TARCH (1,1,1) GED	-6,757	-6,746

Not: Tüm 45 TARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan TARCH (1,1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 17: USD/TRY TARCH (1,1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	TARCH (1,1,1) student-t
ω	$4{,}41*10^{-6}$ ($6{,}27*10^{-7}$) [0,00]
α	0,273 (0,031) [0,00]
β	0,763 (0,016) [0,00]
γ	-0,183 (0,035) [0,00]
Dağılım Parametresi	6,745 (0,762) [0,00]
ARCH Test	[0,696]
Çarpıklık	0,650
Basıklık	5,647
JB	958,8 [0,00]
AIC	-6,756
SC	-6,747
$Q_{(5)}$	[0,004]
$Q_{(5)}$	[0,004]
$Q_{(15)}$	[0,012]
$Q^2_{(5)}$	[0,602]
$Q^2_{(10)}$	[0,809]
$Q^2_{(15)}$	[0,961]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

USD/TRY paritesi açısından TARCH modelinde Normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında yapılan tüm tahminlerde Threshold parametresi (γ) istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Ancak parametrenin işareti beklenen yönde değildir. Yani pozitif olması beklenen işaret negatif olarak ortaya çıkmıştır.

(5) EGARCH: Çalışmada EGARCH modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 18: USD/TRY EGARCH (1,1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

EGARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
EGARCH (1,1,1) student-t	-6,771	-6,760
EGARCH (1,1,1) Normal	-6,710	-6,702
EGARCH (1,1,1) GED	-6,748	-6,746

Not: Tüm 45 EGARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan EGARCH (1,1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 19: USD/TRY EGARCH (1,1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	EGARCH (1,1,1) student-t
ω	-0,855 (0,086) [0,00]
α	0,319 (0,031) [0,00]
β	0,936 (0,008) [0,00]
γ	0,109 (0,016) [0,00]
Dağılım Parametresi	6,275 (0,663) [0,00]
ARCH Test	[0,869]
Çarpıklık	0,611
Basıklık	6,112
JB	1231,9 [0,00]
AIC	-6,771
SC	-6,760
$Q_{(5)}$	[0,006]
$Q_{(5)}$	[0,003]
$Q_{(15)}$	[0,009]
$Q^2_{(5)}$	[0792]
$Q^2_{(10)}$	[0,832]
$Q^2_{(15)}$	[0,911]

Not: () içindeki değerleri standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

USD/TRY paritesi açısından EGARCH modelinde Normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında yapılan tüm tahminlerde Kaldıraç (γ) parametresi istatistiki açından anlamlı bulunmuştur. Ancak parametrenin işareti beklenen yönde değildir. Yani negatif olması beklenen işaret pozitif olarak ortaya çıkmıştır.

(6) PARCH: Çalışmada PARCH modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 20: USD/TRY PARCH (1,1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

PARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
PARCH (1,1,1) student-t	-6,769	-6,756
PARCH (1,1,1) Normal	-6,718	-6,706
PARCH (1,1,1) GED	-6,758	-6,745

Not: Tüm 45 PARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan PARCH (1,1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 21: USD/TRY PARCH (1,1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	PARCH (1,1,1) student-t
ω	$4{,}49*10^{-5}$ ($4{,}05*10^{-5}$) [0,267]
α	0,160 (0,018) [0,000]
β	-0,329 (0,071) [0,000]
γ	0,805 (0,016) [0,000]
δ	1,501 (0,192) [0,016]
Dağılım Parametresi	11,37 (2,227) [0,000]
ARCH Test	[0,762]
Çarpıklık	0,024
Basıklık	3,676
JB	60,91
AIC	-6,769
SC	-6,756
$QQ_{(5)}$	[0,005]
$QQ_{(5)}$	[0,004]
$QQ_{(15)}$	[0,012]
$QQ^2_{(5)}$	[0,751]
$QQ^2_{(10)}$	[0,898]
$QQ^2_{(15)}$	[0,982]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

USD/TRY paritesi açısından PARCH modelinde Normal, student-t ve GED dağılımları varsayımı altında yapılan tahminlerde sabit terim anlamlı bulunmamıştır.

(7) CGARCH: Çalışmada CGARCH modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 22: USD/TRY CGARCH (1,1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

CGARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
CGARCH (1,1,1) student-t	N/A	N/A
CGARCH (1,1,1) Normal	-6,707	-6,696
CGARCH (1,1,1) GED	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) student-t	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) Normal	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) GED	N/A	N/A

Not: Tüm 45 CGARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan CGARCH (1,1,1) modeli raporlanmıştır.

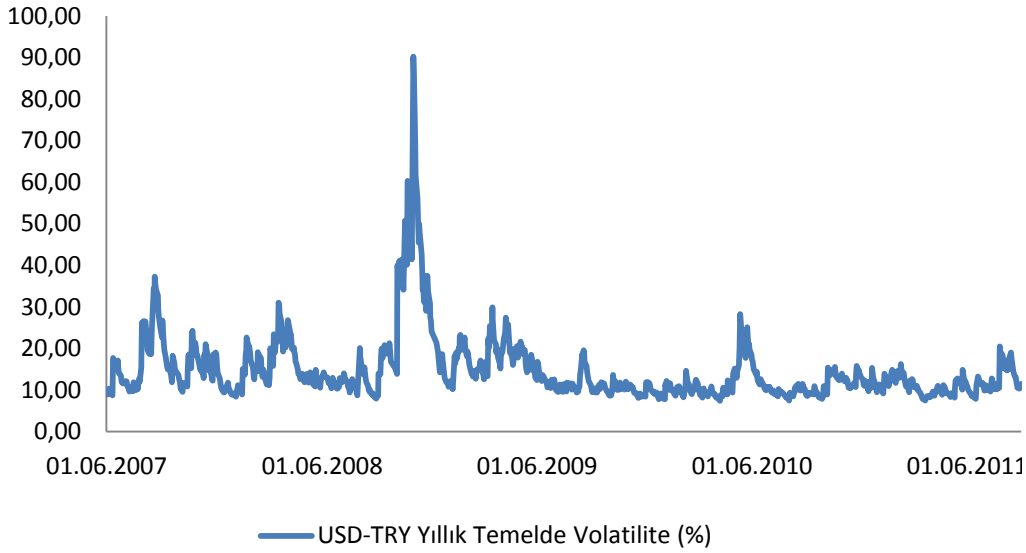
Tablo 23: USD/TRY CGARCH (1,1,1) Modeli Özellikleri

USD/TRY	CGARCH (1,1,1)
κ	$1{,}17*10^{-4}$ $(2{,}90*10^{-5})$ [0,000]
ρ	0,979 (0,006) [0,000]
η	0,154 (0,011) [0,000]
α	0,048 (0,016) [0,003]
β	-0,719 (0,107) [0,000]
ARCH Test	[0,939]
Çarpıklık	0,634
Basıklık	5,161
JB	692,1
AIC	-6,707
SC	-6,696
$QQ_{(5)}$	[0,008]
$QQ_{(5)}$	[0,022]
$QQ_{(15)}$	[0,027]
$QQ^2_{(5)}$	[0,914]
$QQ^2_{(10)}$	[0,961]
$QQ^2_{(15)}$	[0,993]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

CGARCH modeli parametreler açısından uygun bir model olabilir ancak modelde "otokorelasyon sorunu" hala bulunmaktadır. Tüm modeller değerlendirildiğinde ise şu sonuca ulaşılmaktadır: IGARCH, EGARCH ve TARCH parametrelerinin işareti "beklenen işarete" sahip olmaması nedeniyle robust değildir. PARCH modelinin sabit terimi anlamlı değildir; diğer modeller ise "otokorelasyonu ortadan kaldırmada" başarısız olmuştur. Tüm bunlar ele alındığında, GARCH (1,1) student-t dağılımı ile birlikte seçilebilecek en uygun (fit) ve robust modeldir. Bu modelden elde edilen volatilite değerleri aşağıdaki grafikten görülebilmektedir:

Grafik 10: USD/TRY Yıllık Temelde Volatilite Değerleri (%)



Not: USD/TRY birleşik getirileri için GARCH (1,1) student-t dağılımı modelinden elde edilmiş örneklem dışı tahminden elde edilen standart sapmaların, yıllık temelde hesaplanmış volatilite değerlerini göstermektedir.

(2) EUR/USD GARCH Volatilite Modelleri

EUR/USD açısından volatilite modellemesinde bulunurken nedenleri daha önce de belirtildiği üzere, (G)ARCH tipi modeller temel alınmaktadır. EUR/USD paritesi getirilerinde de AR (p) ve MA (q) süreçleri anlamlı olduğundan bu parite getirilerinde de ARCH tipi modeller ile volatilite modellenebilmektedir. EUR/USD parite getirilerinde USD/TRY paritesine benzer bir biçimde; (1) GARCH, (2) IGARCH, (3) ARCH-M, (4) TARCH, (5) EGARCH, (6) PARCH, (7) CGARCH volatilite modelleri incelenmektedir.

(1) GARCH: Çalışmada ilk olarak GARCH (p,q) modeli incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 24: EUR/USD GARCH (1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

GARCH (1,1) Modeli	AIC	SC
GARCH (1,1) student-t	-7,334	-7,327
GARCH (1,1) Normal	-7,323	-7,317
GARCH (1,1) GED	-7,338	-7,331

Not: Tüm 45 GARCH (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan GARCH (1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 25: EUR/USD GARCH (1,1) Modeli Özellikleri

EUR/USD	GARCH (1,1) GED
ω	$1{,}33*10^{-7}$ ($7{,}42*10^{-8}$) [0,074]
α	0,029 (0,005) [0,00]
β	0,967 (0,005) [0,00]
Toplam	0,997
Dağılım Parametresi	1,528 (0,055) [0,00]
ARCH Test	[0,010]
Çarpıklık	0,037
Basıklık	3,666
JB	59,5 [0,00]
AIC	-7,338
SC	-7,331
$Q_{(5)}$	[0,289]
$Q_{(5)}$	[0,562]
$Q_{(15)}$	[0,501]
$Q^2_{(5)}$	[0,064]
$Q^2_{(10)}$	[0,092]
$Q^2_{(15)}$	[0,147]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir. Engel (2001)[590] tarafından yapılan çalışmada önerildiği üzere, artıkların ve karesi alınmış artıkların korelasyon değerleri 15 gecikme mertebesine kadar incelenmiştir.

[590] Robert F. Engle, "The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", **Journal of Economic Perspective**, Vol. 15, Issue 4, 2001, s. 157-168.

(2) IGARCH: Daha önce de belirtildiği üzere, bu model GARCH (1,1) modeli parametrelerinde (α+β)=1 eşitliğinin olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım EUR/USD parite değerleri açısından da basit bir Wald testi ile test edilebilir:

Tablo 26: EUR/USD IGARCH (1,1) Parametreleri Wald Testi

Sıfır Hipotezi	**Wald t-istatistiği**	**Olasılık**
(α+β)=1	-1,255	0,2093
Sıfır Hipotezi	**Wald F-istatistiği**	**Olasılık**
(α+β)=1	1,576	0,2093
Sıfır Hipotezi	**Wald Ki-kare istatistiği**	**Olasılık**
(α+β)=1	1,576	0,2093

Sıfır hipotezi açık bir biçimde reddedilemediğine göre, GARCH modelini kullanmak robust sonuçlar üretmeyecektir. Bu noktada IGARCH modelinin araştırılması gerekmektedir:

Tablo 27: EUR/USD IGARCH (1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

IGARCH (1,1) Modeli	**AIC**	**SC**
IGARCH (1,1) student-t	-7,323	-7,317
IGARCH (1,1) Normal	-7,333	-7,329
IGARCH (1,1) GED	-7,337	-7,334

Not: Tüm 45 IGARCH (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan IGARCH (1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 28: EUR/USD IGARCH (1,1) Modeli Özellikleri

EUR/USD	**IGARCH (1,1) GED**
α	0,028 (0,003) [0,00]
β	0,972 (0,003) [0,00]
Dağılım Parametresi	1,536 (0,053) [0,00]
ARCH Test	[0,016]
Çarpıklık	0,034
Basıklık	3,646
JB	56,01 [0,00]
AIC	-7,337
SC	-7,334

$Q_{(5)}$	[0,285]
$Q_{(5)}$	[0,582]
$Q_{(15)}$	[0,498]
$Q^2_{(5)}$	[0,089]
$Q^2_{(10)}$	[0,121]
$Q^2_{(15)}$	[0,178]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

(3) ARCH-M: Çalışmada ARCH-M modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 29: EUR/USD ARCH-M Model Karşılaştırma Kriterleri

ARCH-M (1,1) Modeli	AIC	SC
ARCH-M (1,1) student-t	-7,323	-7,317
ARCH-M (1,1) Normal	-7,334	-3,327
ARCH-M (1,1) GED	-7,338	-7,331

Not: Tüm 45 ARCH-M (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan ARCH-M (1,1) modeli raporlanmıştır.

Tablo 30: EUR/USD ARCH-M (1,1) Modeli Özellikleri

ARCH-M (1,1) Modeli	AIC	SC
ARCH-M Normal σ_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M student-t σ_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M GED σ_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M Normal σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M student-t σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M GED σ^2_{t-1}	N/A	N/A
ARCH-M Normal $\log(\sigma^2_{t-1})$	N/A	N/A
ARCH-M student-t $\log(\sigma^2_{t-1})$	N/A	N/A
ARCH-M GED $\log(\sigma^2_{t-1})$	N/A	N/A

Not: 45 ARCH-M (p,q) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak tüm parametre değerleri anlamlı olan herhangi bir model bulunamamıştır.

(4) TARCH: Çalışmada TARCH (p,q,r) modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 31: EUR/USD TARCH (p,q,r) Model Karşılaştırma Kriterleri

TARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
TARCH (1,1,1) student-t	N/A	N/A
TARCH (1,1,1) Normal	N/A	N/A
TARCH (1,1,1) GED	N/A	N/A

Not: TARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak tüm parametre değerleri anlamlı olan herhangi bir model bulunamamıştır.

(5) EGARCH: Çalışmada EGARCH (p,q,r) modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 32: EUR/USD EGARCH (p,q,r) Model Karşılaştırma Kriterleri

EGARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
EGARCH (1,1,1) student-t	N/A	N/A
EGARCH (1,1,1) Normal	N/A	N/A
EGARCH (1,1,1) GED	N/A	N/A

Not: EGARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak tüm parametre değerleri anlamlı olan herhangi bir model bulunamamıştır.

(6) PARCH: Çalışmada PARCH (p,q,r) modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 33: EUR/USD PARCH (p,q,r) Model Karşılaştırma Kriterleri

PARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
PARCH (1,1,1) student-t	N/A	N/A
PARCH (1,1,1) Normal	N/A	N/A
PARCH (1,1,1) GED	N/A	N/A

Not: PARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak tüm parametre değerleri anlamlı olan herhangi bir model bulunamamıştır.

(7) CGARCH: Çalışmada CGARCH modeli de incelenecektir. Bu noktada öncelik olarak bu modellerin seçim kriterlerine göre karşılaştırılması gerekmektedir:

Tablo 34: EUR/USD CGARCH (1,1,1) Model Karşılaştırma Kriterleri

CGARCH (1,1,1) Modeli	AIC	SC
CGARCH (1,1,1) student-t	-7,337	-7,325
CGARCH (1,1,1) Normal	-7,326	-7,316
CGARCH (1,1,1) GED	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) student-t	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) Normal	N/A	N/A
CGARCH Threshold (1,1,1) GED	N/A	N/A

Not: Tüm 45 CGARCH (p,q,r) modeli için AIC ve SC değerleri hesaplamış ancak parametre değerleri anlamlı olan modeller içerisinde en küçük değerlere sahip olan CGARCH (1,1,1) modeli raporlanmıştır.

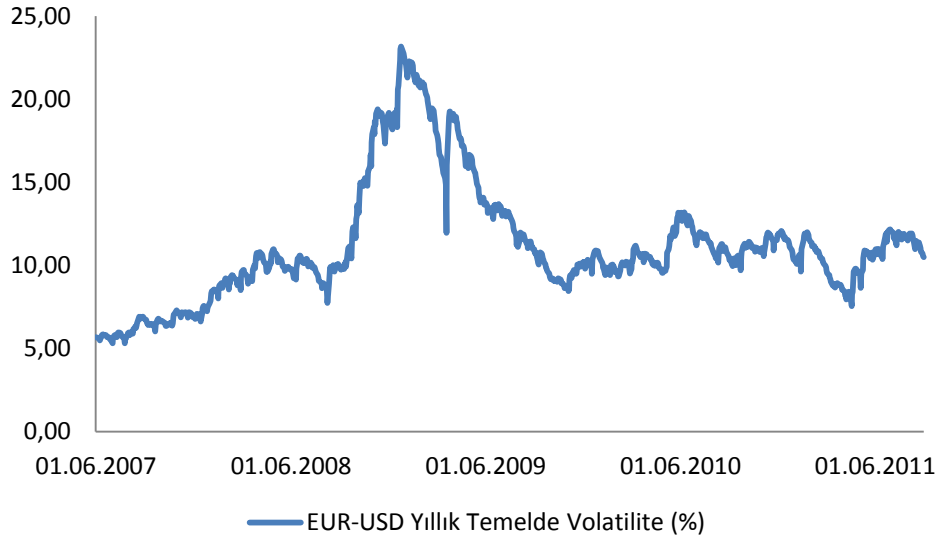
Tablo 35: EUR/USD CGARCH (1,1,1) Modeli Özellikleri

EUR/USD	CGARCH (1,1) student-t
κ	$4{,}81*10^{-5}$ ($1{,}75*10^{-5}$) [0,006]
ρ	0,996 (0,002) [0,00]
η	0,034 (0,005) [0,00]
α	-0,048 (0,012) [0,00]
β	0,571 (0,015) [0,016]
Dağılım Parametresi	11,37 (2,227) [0,00]
ARCH Test	[0,993]
Çarpıklık	0,024
Basıklık	3,676
JB	60,91
AIC	-7,337
SC	-7,325
$QQ_{(5)}$	[0,280]
$QQ_{(5)}$	[0,536]
$QQ_{(15)}$	[0,487]
$QQ^2_{(5)}$	[0,763]
$QQ^2_{(10)}$	[0,561]
$QQ^2_{(15)}$	[0,646]

Not: () içindeki değerler standart hataları, [ ] içindeki değerler ise olasılık değerlerini göstermektedir. JB değeri Jarque-Bera (JB) Normal dağılım test sonucunu ifade etmektedir.

Tüm modeller değerlendirildiğinde şu sonuca ulaşılmaktadır: ARCH-M, EGARCH, TARCH ve PARCH modelleri, en az bir parametrenin istatistiki açıdan anlamlı olmaması nedeniyle robust değillerdir. GARCH modeli gerekli varsayımları yerine getirememektedir. IGARCH modelinin ise ARCH etkisini ortadan kaldırma konusunda başarısız olduğu görülmektedir. Tüm bunlar ele alındığında, CGARCH (1,1,1) student-t dağılımı ile birlikte seçilebilecek en uygun (fit) ve robust modeldir. Bu modelden elde edilen volatilite değerleri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir:

Grafik 11: EUR/USD Yıllık Temelde Volatilite Değerleri (%)



Not: EUR/USD birleşik getirileri için CGARCH (1,1,1) modelinden elde edilmiş örneklem dışı tahminden elde edilen standart sapmaların, yıllık temelde hesaplanmış volatilite değerlerini göstermektedir.

Stokastik süreçler ile tahmin için gerekli olan rassal sayılar ve volatilite parametreleri elde edildiğine göre, kullanılan stokastik süreçlerde tahmin ile ilgili metodoloji açıklanabilir:

(6) Brownian Motion (BM) Süreci

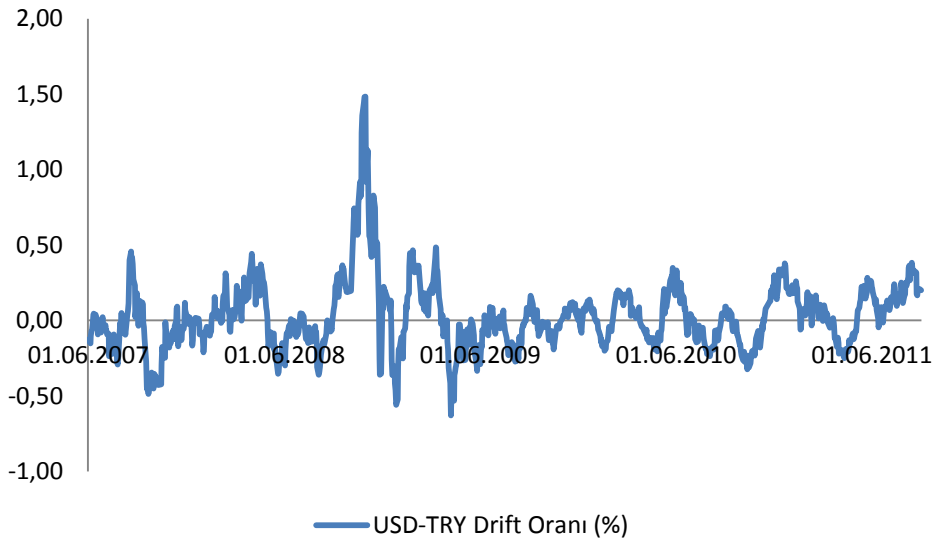
Daha önce de belirtildiği üzere, çalışmada döviz kurları için başlangıç değeri (t). günde mevcut olan parite değeri olup, (t+1). gün için tahminde bulunulmaktadır. Dolayısıyla tahmin uzaklığı 1 gündür. Stokastik süreçler uygulanırken 1000 path

(adım sayısı-number of steps) kullanılmıştır. Ayrıca iterasyon (simülasyon) sayısı da 1000'dir.

Ayrıca tüm stokastik süreçlerde Drift veya Büyüme oranı (μ) parametresinde, tahminde bulunulacak günden önceki son 21 günde oluşan (kısa dönemde) birleşik getirilerin ortalaması temel alınmıştır. Bunun nedeni kısa dönem olarak belirtilen gün sayısının 21 olmasıdır. Yine benzer bir biçimde, literatürde genel olarak çok kısa dönem 4 gün, uzun dönem ise 200 gün olarak tanımlanmaktadır. [591*]

Bu hususlar temelinde son 21 günün ağırlıklı ortalaması olarak ifade edilebilecek Drift oranı USD/TRY getirileri için aşağıdaki grafikte gösterilmektedir:

Grafik 12: USD/TRY Drift Oranı (%)

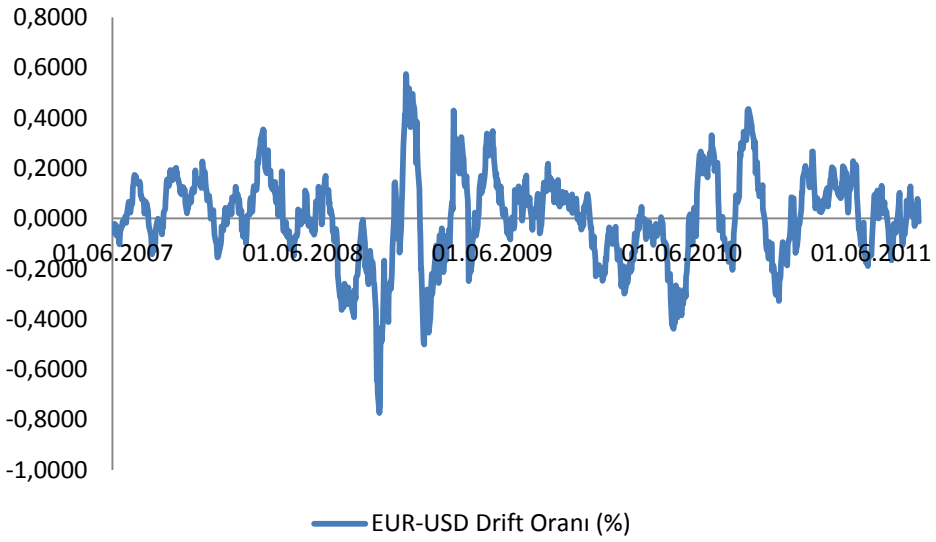


Not: USD/TRY Drift oranı, son 21 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması alınarak dinamik bir biçimde (rolling window) hesaplanmıştır.

Benzer bir biçimde EUR/USD getirileri için hesaplanan Drift oranı ise aşağıdaki grafiktedir:

[591*] Örneğin bkz. Steven B. Achelis, **Technical Analysis form A to Z**, Equis International, Salt Lake City, 2003, s. 194-195. Yine bu noktadan hareketle çalışmada Jump oranı hesaplanırken son 4 gün, Mean-reversion oranı hesaplanırken son 200 gün temel alınacaktır.

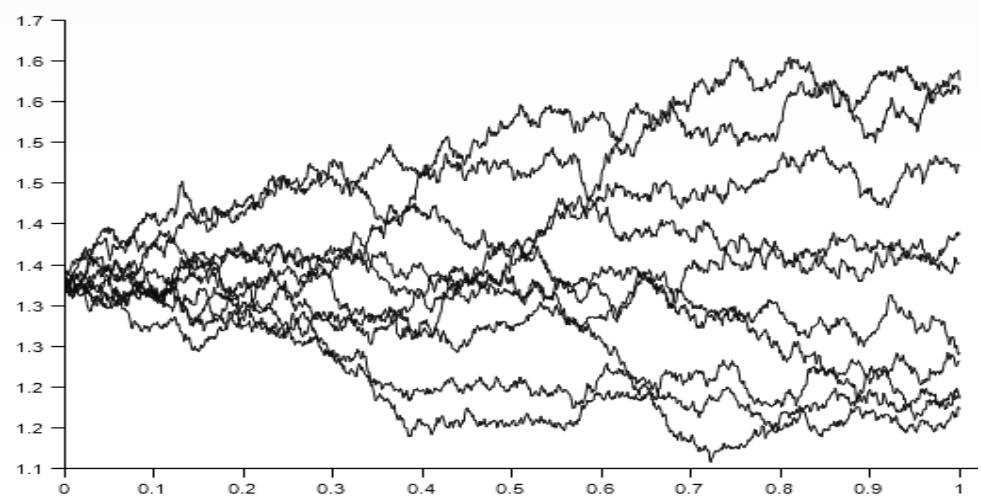
Grafik 13: EUR/USD Drift Oranı (%)



Not: EUR/USD Drift oranı, son 21 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması alınarak dinamik bir biçimde hesaplanmıştır.

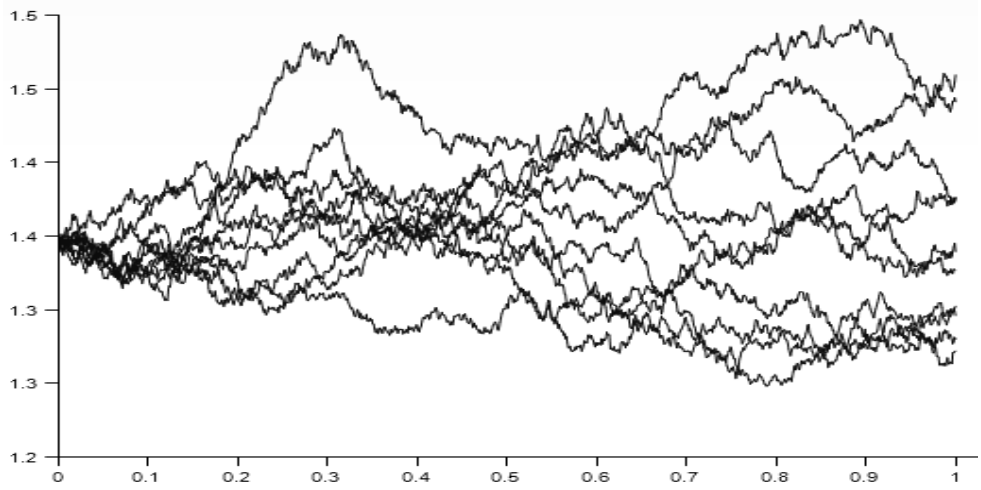
Drift parametresi de belirlendiğine göre, Brownian Motion süreci ile tahminde bulunmak mümkündür. USD/TRY ve EUR/USD paritelerine ait birer tahmin (1 Haziran 2007) aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir:

Grafik 14: Brownian Motion Bir Gün için USD/TRY Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Grafik 15: Brownian Motion Bir Gün için EUR/USD Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara ilişkin ayrıntılar performans analizi kısmında tartışılacaktır. Bu noktadan sonra GBM süreci ile tahmine yönelik olarak kullanılan metodoloji açıklanacaktır:

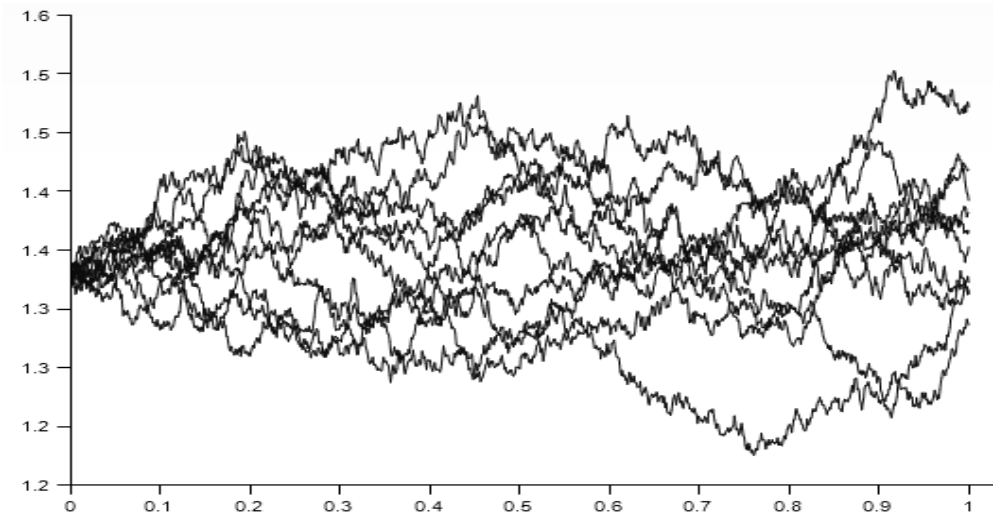
(7) Geometrik Brownian Motion (GBM) Süreci

GBM süreci ile tahminde bulunurken izlenen metodoloji BM ile benzer olup, aradaki farklılık ikinci bölümde belirtilmiş olan GBM süreci formülünden kaynaklanmaktadır:

$$dS = (1 + \mu S + \frac{1}{2}\sigma^2 S)dt + \sigma S dZ \qquad (2.25)$$

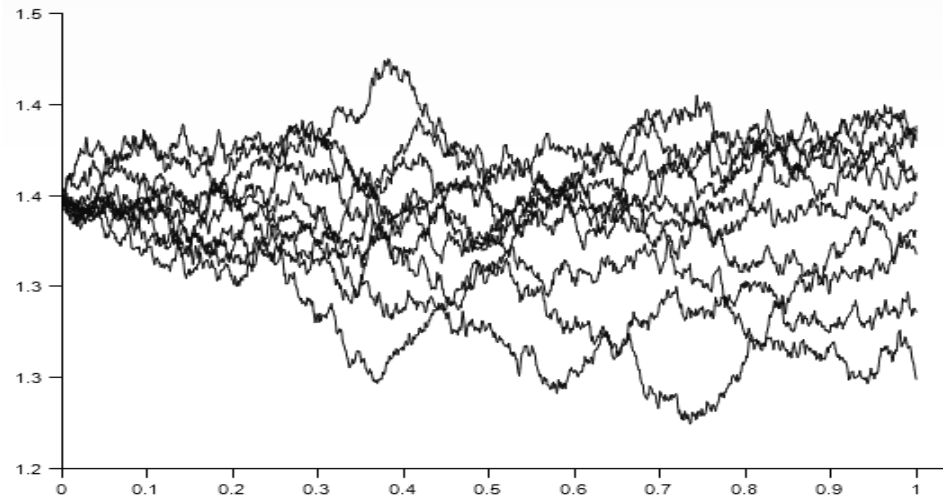
Bu noktada belirtmek gerekir ki, GBM sürecinde BM sürecinden farklı bir parametre değerini daha hesaplamak gerekmemektedir. Ancak burada bir kez daha vurgulanması gereken önemli bir husus, BM sürecinde (örneğin 1 Haziran 2007 için) elde edilmiş olan tahmin değerinde kullanılan rassal sayıların "sabitlendiği" ve GBM sürecinde de aynı rassal sayıların kullanıldığıdır. Buna göre, örnek bir gün için (1 Haziran 2007) GBM süreci ile ortaya çıkan USD/TRY ve EUR/USD paritelerine ait tahminler aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir:

Grafik 16: Geometrik Brownian Motion Bir Gün için USD/TRY Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Grafik 17: Geometrik Brownian Motion Bir Gün için EUR/USD Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

(8) Mean-reversion (Ornstein-Uhlenbeck) Süreci

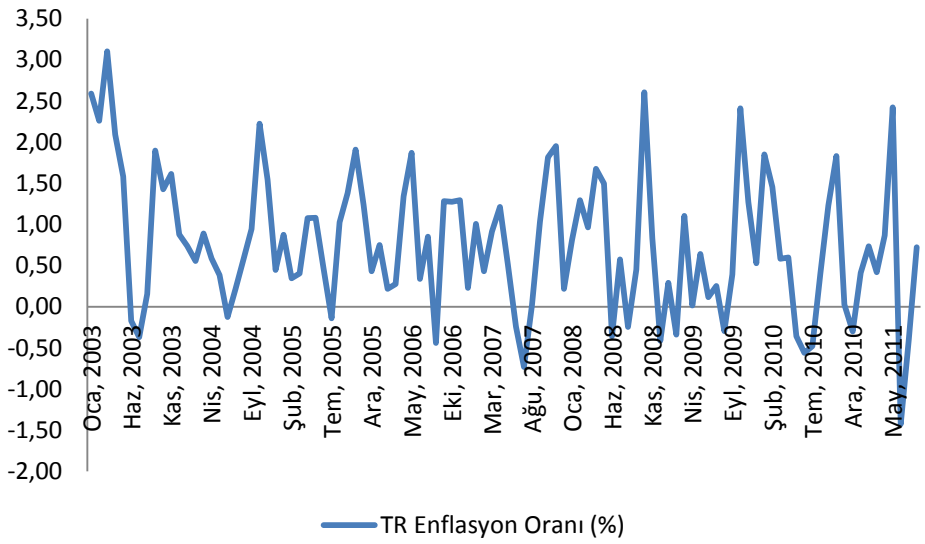
Mean-reversion süreci ikinci bölümde aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$dr_t = \alpha(\gamma - r_t)dt + \rho dZ_t \qquad (2.27)$$

Bu formülde BM ve GBM sürecinden farklı olarak iki parametre değerinin daha bilinmesi gerekmektedir:

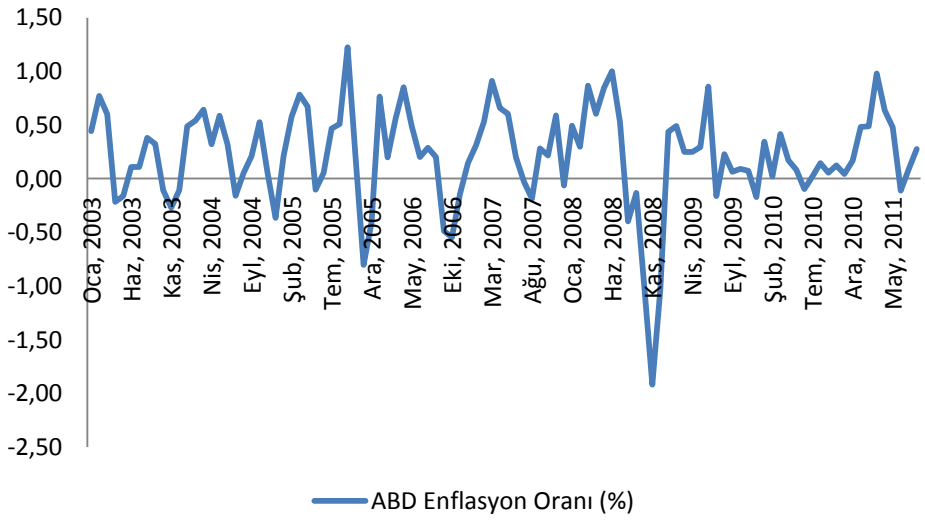
Bu parametreler uzun dönem parite değeri ve Mean-reversion oranıdır. Uzun dönemde geçerli olması beklenen parite değeri, birinci bölümde açıklanmış olan Satın Alma Gücü Paritesi (PPP) ile hesaplanabilinir. Ancak bunun için ilgili ülkelerin enflasyon oranlarının bilinmesi gereklidir. Aşağıdaki grafiklerde ilgili veriler ve uzun dönemde geçerli olacak parite değerleri gösterilmektedir:

Grafik 18: Türkiye Aylık Enflasyon Oranları (%)



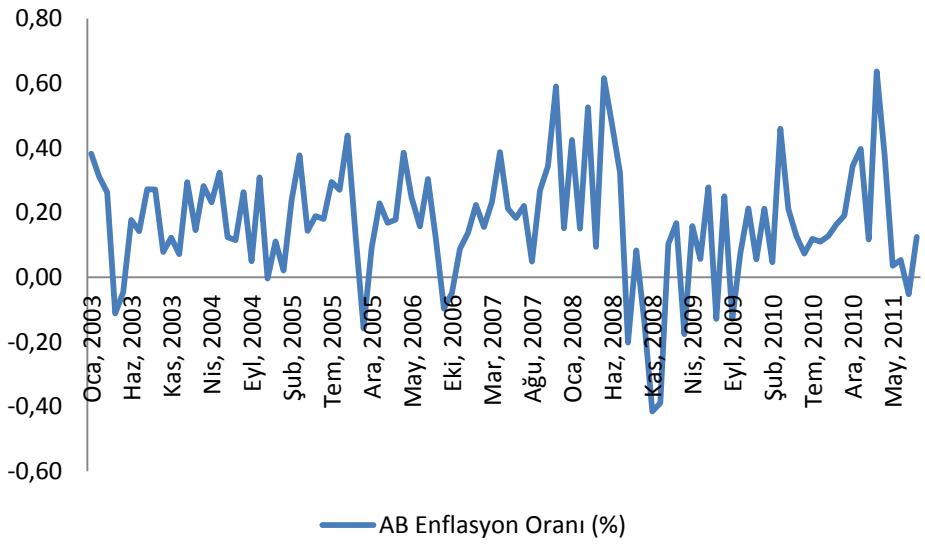
Not: Türkiye Enflasyon Oranı, Türkiye'nin Tüketici Fiyat Endeksine (CPI) göre (2005=100) hesaplanan aylık enflasyon oranlarını göstermektedir. Veriler Uluslararası Para Fonu (IMF)'den elde edilmiştir.

Grafik 19: ABD Aylık Enflasyon Oranları (%)



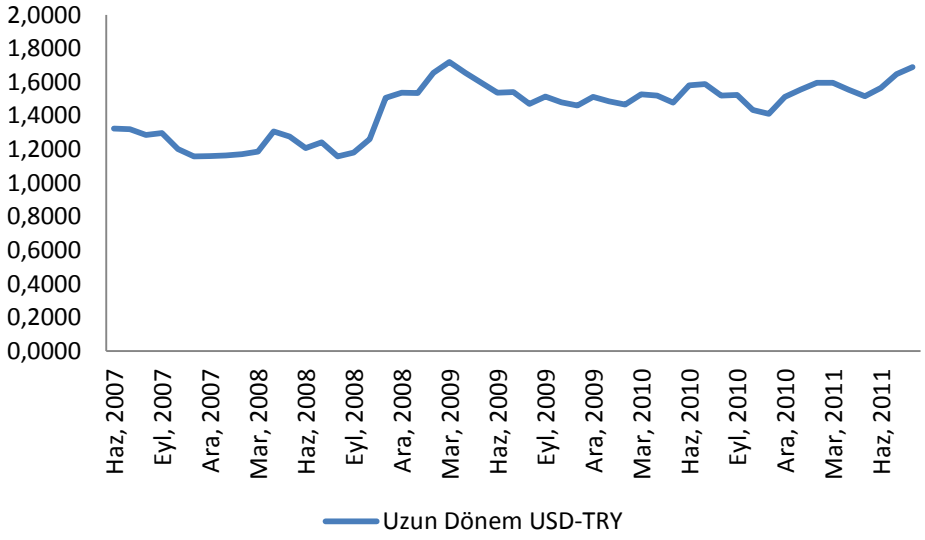
Not: ABD Enflasyon Oranı, ABD'nin Tüketici Fiyat Endeksine (CPI) göre (2005=100) hesaplanan aylık enflasyon oranlarını göstermektedir. Veriler Uluslararası Para Fonu (IMF)'den elde edilmiştir.

Grafik 20: Euro Bölgesi Aylık Enflasyon Oranları (%)



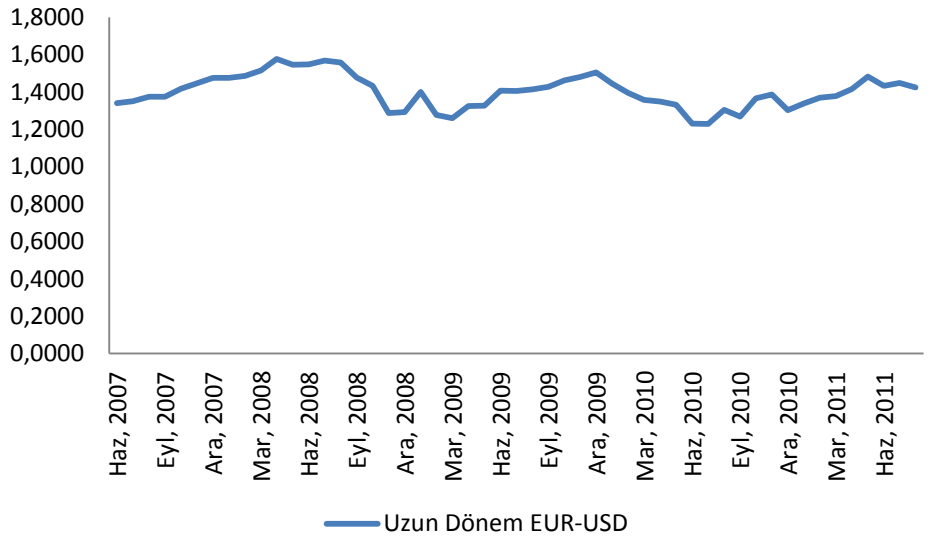
Not: AB Enflasyon Oranı, Euro Bölgesindeki ülkeler için Harmonize Edilmiş Tüketici Fiyat Endeksine (HCPI) göre (2005=100) hesaplanan aylık enflasyon oranlarını göstermektedir. Veriler Avrupa Merkez Bankası (ECB)'den elde edilmiştir.

Grafik 21: Uzun Dönem (PPP) USD/TRY Parite Değerleri



Not: Uzun Dönem USD/TRY değerleri yukarıda belirtilmiş olan enflasyon oranları arasındaki farklar temel alınarak dinamik bir biçimde hesaplanan Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi (PPP) değerlerini ifade etmektedir.

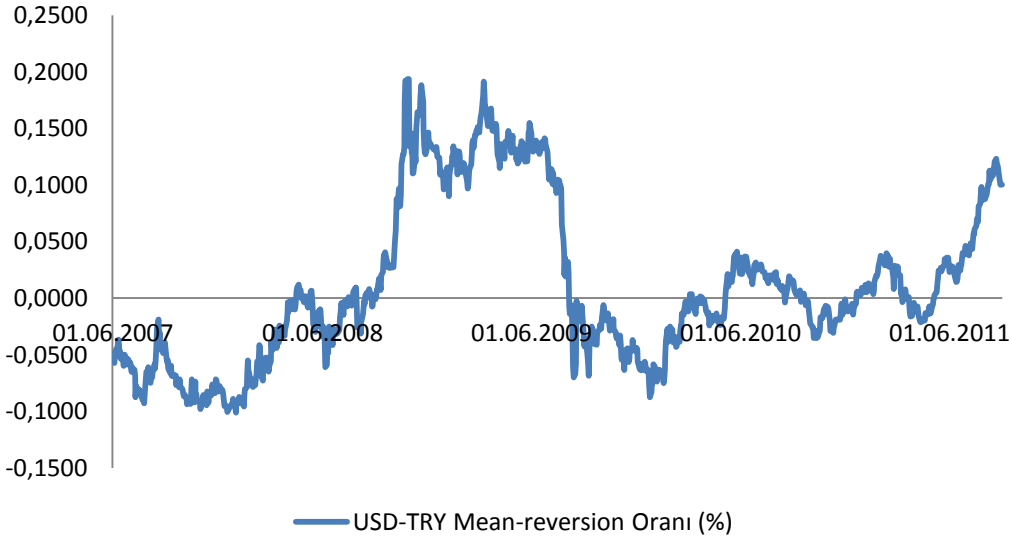
Grafik 22: Uzun Dönem (PPP) EUR/USD Parite Değerleri



Not: Uzun Dönem EUR/USD değerleri yukarıda belirtilmiş olan enflasyon oranları arasındaki farklar temel alınarak dinamik bir biçimde hesaplanan Mutlak Satın Alma Gücü Paritesi (PPP) değerlerini ifade etmektedir.

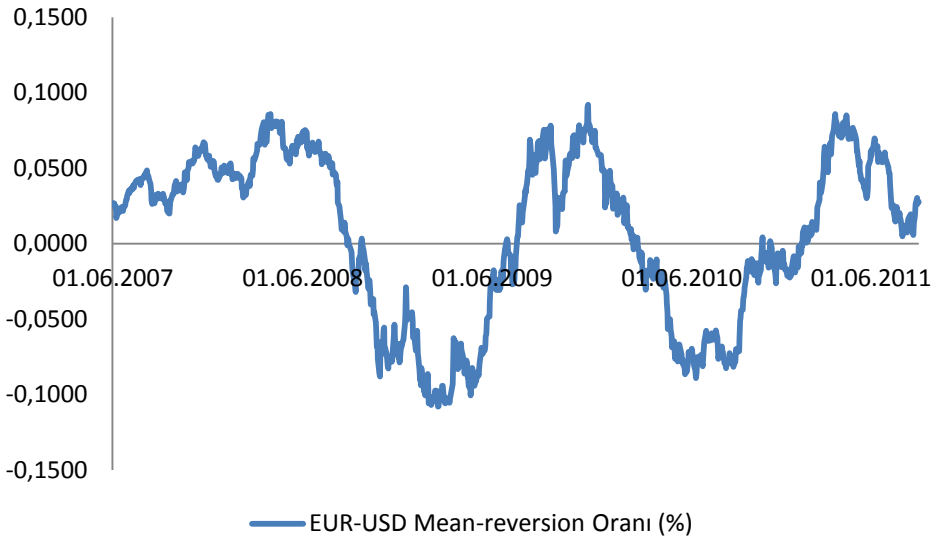
Bilinmesi gereken bir diğer parametre değeri Mean-reversion oranıdır. Son 200 günde gerçekleşen birleşik getiriler dikkate alınarak hesaplanan Mean-reversion oranında her zaman mutlak değerlerin temel alındığını belirtmek gerekmektedir:

Grafik 23: USD/TRY Mean-reversion Oranı



Not: USD/TRY Mean-reversion oranı son 200 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması alınarak dinamik bir biçimde hesaplanmıştır. Süreçte mutlak değerler dikkate alınmalıdır.

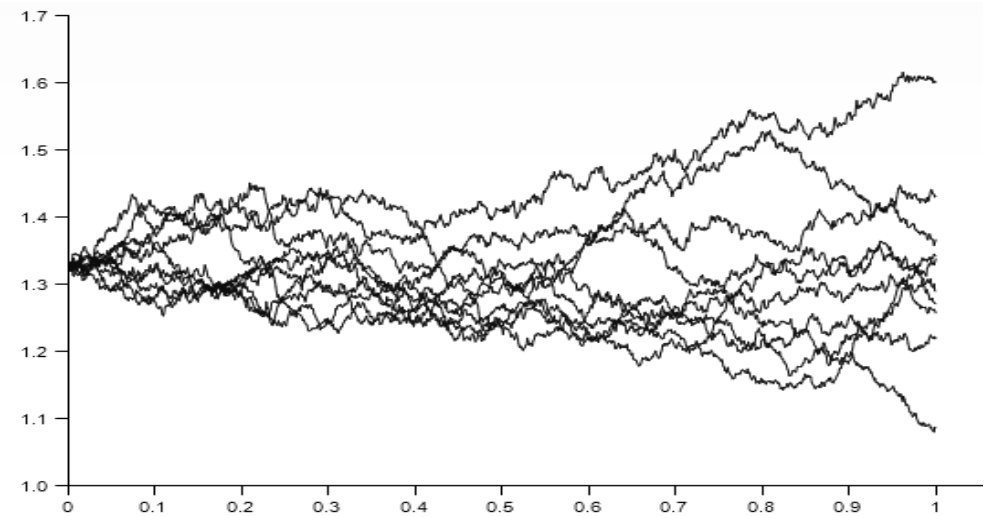
Grafik 24: EUR-TRY Mean-reversion Oranı



Not: EUR/USD Mean-reversion oranı son 200 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması alınarak dinamik bir biçimde hesaplanmıştır. Süreçte mutlak değerler dikkate alınmalıdır.

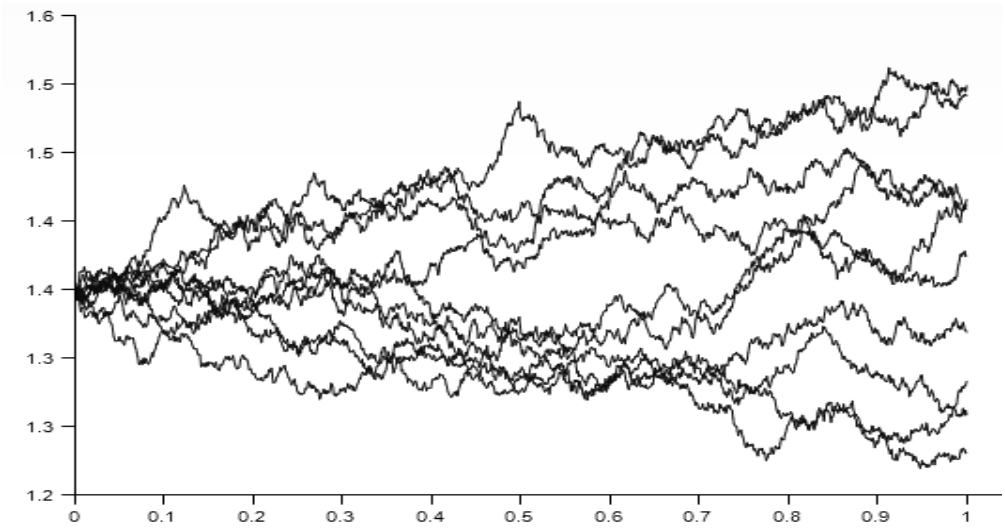
Mean-reversion stokastik süreci ile tahminde bulunabilmek için gerekli olan tüm parametre değerleri hesaplanmıştır ve USD/TRY ile EUR/USD paritelerine ait bir tahmin (1 Haziran 2007) aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir. GBM ve BM süreçlerinde olduğu gibi Mean-reversion süreci ile aynı gün için tahminde bulunulurken rassal sayıların sabitlendiğini vurgulamak gerekmektedir.

Grafik 25: Mean-reversion Süreci Bir Gün için USD/TRY Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Grafik 26: Mean-reversion Süreci Bir Gün için EUR/USD Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

(9) Jump Diffusion Süreci

Jump Diffusion süreci ikinci bölümde aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

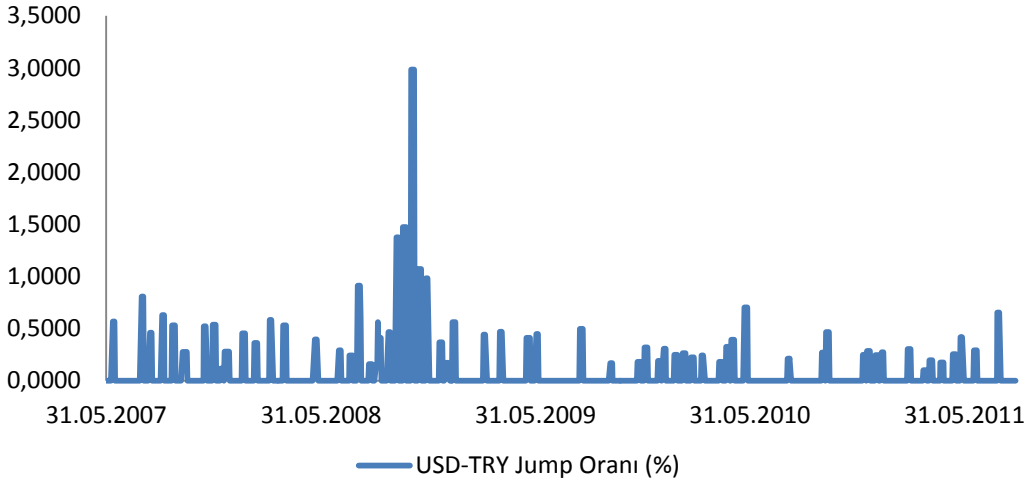
$$dX(t) = a(X,t)dt + b(X,t)dZ(t) + h(J,X,t)dN(\lambda) \qquad (2.28)$$

Bu formülde BM, GBM ve Mean-reversion stokastik süreçlerinden farklı olarak iki parametre değerinin daha bilinmesi gerekmektedir:

Bunlardan birincisi Jump oranıdır. Jump oranı genel olarak "uç değer" olarak ifade edilen getiri değişimlerini ifade etmektedir. Çalışmada Jump oranı "çok kısa dönem" olarak adlandırılan son 4 günde meydana gelen getiri değişimlerinin "bant aralığını" geçen değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir. Bant aralığı ise yine son 4 günde meydana gelen getiri değişimlerinin "mutlak değeri alınmış bir biçimdeki ortalama değerine 3 standart sapma değeri eklenmesi" ile oluşturulmaktadır. Bilindiği üzere, Normal dağılım varsayımı altında bir serinin ortalamasına 3 standart sapma eklenip çıkartılarak oluşturulan bir bant aralığı, ilgili seriye ait değişkenlerin % 99'unu içermektedir. Bu çalışma açısından geriye kalan % 1'lik kısım ise, "uç değerleri"; dolayısıyla Jump oranlarını oluşturmaktadır.

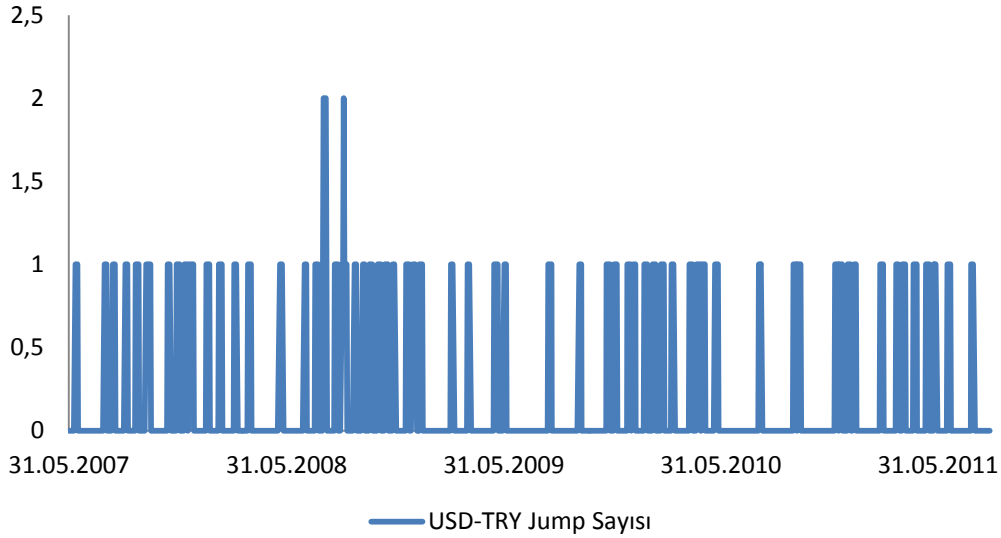
Bilinmesi gereken bir diğer parametre ise "Jump size" parametresidir. Bu parametre ise son 4 gün içerisinde "uç değerlerin" oluştuğu gün sayısı olarak ifade edilmiştir. Tüm bu parametreler aşağıdaki grafikler yardımıyla gösterilmektedir:

Grafik 27: USD/TRY Jump Oranı (%)



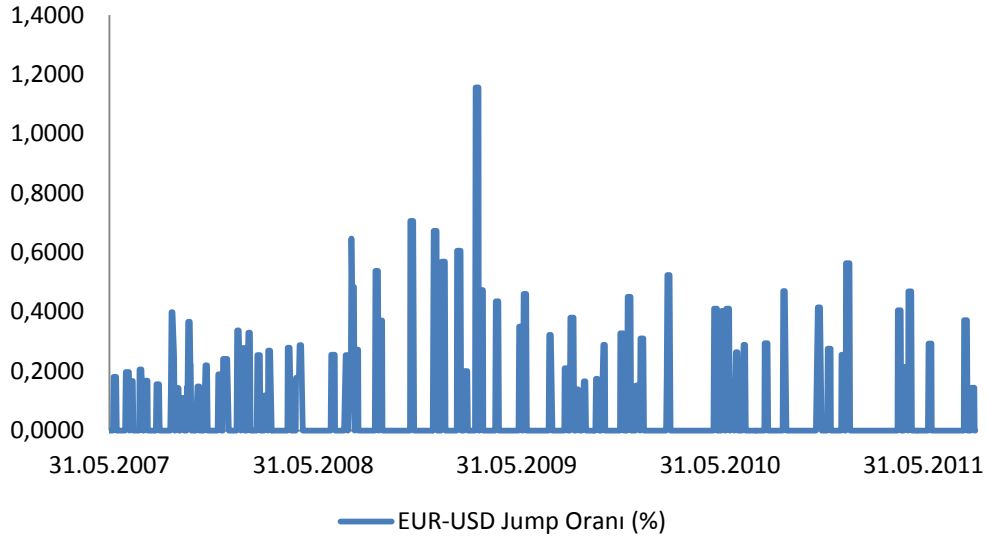
Not: USD/TRY Jump oranı, (son 4 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması + bu getirilerin 3 standart sapması) bant değerini aşan getirilerin ortalamaları alınarak dinamik bir biçimde hesaplanmıştır.

Grafik 28: USD/TRY Jump Sayısı



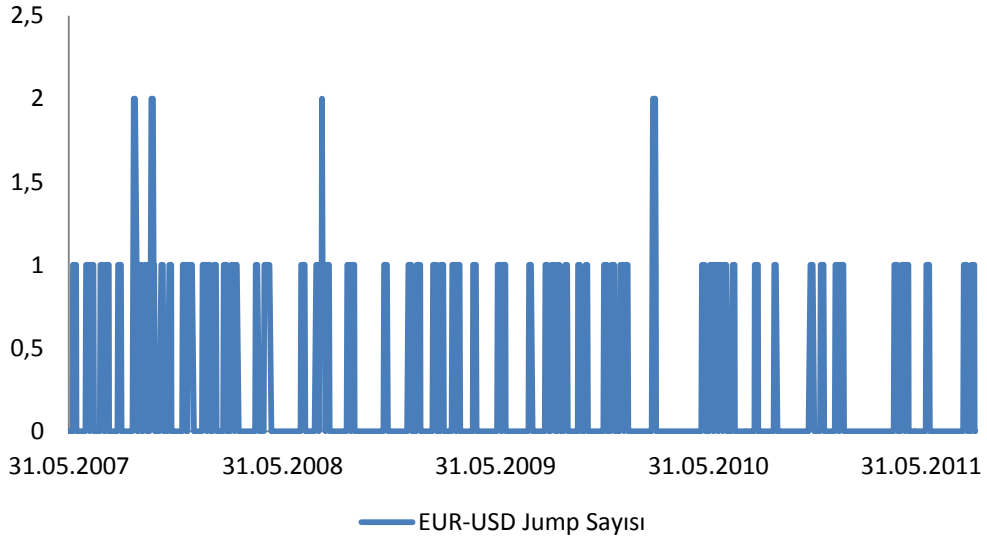
Not: USD/TRY Jump sayısı, son 4 gün için dinamik hesaplama ile (son 4 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması + bu getirilerin 3 standart sapması) bant değerini aşan getiri değerlerinin gözlemlendiği gün sayısıdır.

Grafik 29: EUR/USD Jump Oranı (%)



Not: EUR/USD Jump oranı, (son 4 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması + bu getirilerin 3 standart sapması) bant değerini aşan getirilerin ortalamaları alınarak dinamik bir biçimde hesaplanmıştır.

Grafik 30: EUR/USD Jump Sayısı

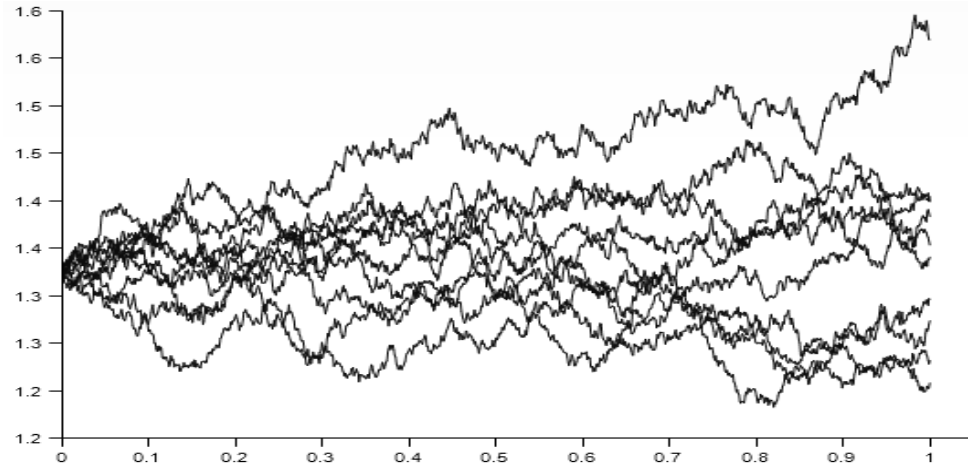


Not: EUR/USD Jump sayısı, son 4 gün için dinamik hesaplama ile (son 4 günde gerçekleşen birleşik getirilerin ortalaması + bu getirilerin 3 standart sapması) bant değerini aşan getiri değerlerinin gözlemlendiği gün sayısıdır.

GBM, BM ve Mean-reversion sürecinde olduğu gibi Jump Diffusion sürecinde de aynı gün için tahminde bulunulurken rassal sayıların sabitlendiğini vurgulamak gerekmektedir. Ayrıca Jump oranının sıfır olduğu günlerde sıfıra çok yakın bir değer olan (10^{-6}) değerinin kullanıldığını da belirtmek gerekmektedir. Bu

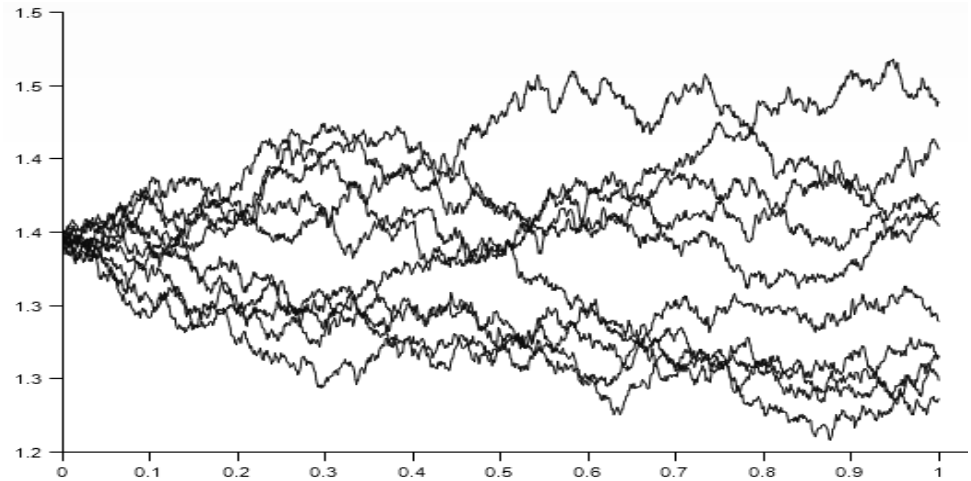
noktadan sonra örnek bir gün için (1 Haziran 2007) Jump Diffusion süreci ile ortaya çıkan USD/TRY ve EUR/USD paritelerine ait tahminler aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir:

Grafik 31: Jump Diffusion Süreci Bir Gün için USD/TRY Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Grafik 32: Jump Diffusion Süreci Bir Gün için EUR/USD Tahmini



Not: 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır.

Bir sonraki kısımda ise yukarıda açıklanmış olan süreçlerin ve yöntemlerin performans analizi yapılarak elde edilen ampirik bulgular değerlendirilecektir.

3.2. PERFORMANS ANALİZİ VE AMPİRİK BULGULAR

Bu kısımda yukarıda ayrıntılı bir biçimde açıklanmış olan süreçler ve yöntemlerle aşağıdaki üç dönem arasında elde edilen tahmin sonuçlarının performans analizi yapılacaktır: (1) 1 Haziran 2007-1 Eylül 2011 (2) 1 Temmuz 2008-1 Şubat 2009 (3) 1 Şubat 2009-1 Eylül 2011. Daha önce de belirtildiği üzere, bu dönemlerin özellikleri kriz öncesi (pre-crisis), kriz (crisis) ve kriz sonrası (post-crisis) dönemleri kapsayan bir örneklem aralığında tanımlanmış olmasıdır.

Bu noktada öncelik olarak RW modeli başta olmak üzere tüm yöntemlerin ve süreçlerin MSPE değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. MSPE değerlerinden hareketle DMW test istatistiği kullanılarak elde edilen tahmin değerleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilebilmektedir.

Aşağıdaki tablolar ilgili dönemlerde USD/TRY ve EUR/USD parite değerleri için yapılan tahminlerin MSPE değerlerini ve DMW test sonuçlarını göstermektedir:

Tablo 36: USD/TRY ve EUR/USD 06:2007–09:2011 Performans Analizi

USD/TRY	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var (p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	237	301	-4,425	237	-1,065	237	0,269	236	0,566
USD/TRY	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	237	237	0,388	236	0,781	236	0,656	237	0,309
EUR/USD	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var (p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	106	136	-8,066	106	-0,635	105	1,179	105	0,761
EUR/USD	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	106	92,3	3,295*	93,1	3,713*	93,1	3,526*	113	-1,275

Not: Tablodaki MSPE değerleri (10^6) ile çarpılarak raporlanmıştır. UCIP modelinde Merkez Bankaları Politika Faizi ve Devlet Tahvilleri Gösterge Faizi için hesaplama yapılmış ve en küçük MSPE değerini veren model temel alınmıştır. Benzer metodoloji Var (p) modelleri için de uygulanmıştır. Stokastik süreçlerde 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır. DMW testi tablo değerleri % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık seviyesi için sırasıyla 1,319, 1,714 ve 2,499'dur. * işareti % 1 anlamlılık seviyesinde daha iyi performans elde edildiğini ifade etmektedir.

Tablo 37: USD/TRY ve EUR/USD 07:2008–02:2009 Performans Analizi

USD/TRY	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var (p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	108	139	-2,324	108	-0,966	108	0,751	108	0,648
USD/TRY	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	108	108	0,525	107	0,893	108	0,741	107	1,283
EUR/USD	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var (p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	33	44	-4,345	33	-1,711	32,1	0,861	32,3	0,611
EUR/USD	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	33	29,8	3,061*	29,6	3,273*	29,7	3,156*	33	0,102

Not: Tablodaki MSPE değerleri (10^6) ile çarpılarak raporlanmıştır. UCIP modelinde Merkez Bankaları Politika Faizi ve Devlet Tahvilleri Gösterge Faizi için hesaplama yapılmış ve en küçük MSPE değerini veren model temel alınmıştır. Benzer metodoloji Var (p) modelleri için de uygulanmıştır. Stokastik süreçlerde 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır. DMW testi tablo değerleri % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık seviyesi için sırasıyla 1,319, 1,714 ve 2,499'dur. * işareti % 1 anlamlılık seviyesinde daha iyi performans elde edildiğini ifade etmektedir.

Tablo 38: USD/TRY ve EUR/USD 02:2009-09:2011 Performans Analizi

USD/TRY	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var(p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	84	107	-5,205	84	0,166	84	-0,202	84	0,263
USD/TRY	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	84	84	0,312	83	0,917	83	0,861	84	0,193
EUR/USD	**RW**	**Ort. (n=2)**		**UCIP**		**Var (p)**		**ARIMA (p,d,q)**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	58,4	73	-6,133	58,3	0,428	58,1	0,825	58,2	0,402
EUR/USD	**RW**	**BM**		**GBM**		**MR**		**JD**	
	MSPE	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW	MSPE	DMW
	58,4	55,4	2,953*	55,2	3,873*	55,3	3,248*	58,9	-1,306

Not: Tablodaki MSPE değerleri (10^6) ile çarpılarak raporlanmıştır. UCIP modelinde Merkez Bankaları Politika Faizi ve Devlet Tahvilleri Gösterge Faizi için hesaplama yapılmış ve en küçük MSPE değerini veren model temel alınmıştır. Benzer metodoloji Var (p) modelleri için de uygulanmıştır. Stokastik süreçlerde 1000 simülasyon ve 1000 path ile tahmin değeri olarak simülasyon değerlerinin ortalaması temel alınmıştır. DMW testi tablo değerleri % 10, % 5 ve % 1 anlamlılık seviyesi için sırasıyla 1,319, 1,714 ve 2,499'dur. * işareti % 1 anlamlılık seviyesinde daha iyi performans elde edildiğini ifade etmektedir.

Yukarıdaki tablolardan elde edilen ampirik bulgulara göre, USD/TRY parite değerlerinde tüm örneklem dönemi, kriz dönemi ve kriz sonrası dönem temel alındığında hiçbir model RW yaklaşımından (anlamlı ve sürekli olarak) daha iyi sonuç elde edememiştir.

Yine de, USD/TRY açısından tüm örneklem dönemi ve kriz sonrası dönem temel alındığında en az MSPE değerinin GBM ve Mean-reversion (MR) stokastik süreçlerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Kriz dönemin de ise RW yaklaşımından "en fazla derecede daha iyi sonuçları" Jump Diffusion (JD) süreci ortaya koymuştur.

USD/TRY paritesinde UCIP sonuçları temel alındığında ise sadece kriz sonrası dönemde anlamlı olmayan bir "daha iyi performans" söz konusudur. Bu bulgular yapısal modelleri UCIP paritesi varsayımından hareket ederek açıklamaya çalışan ve literatürde son yıllarda artmakta olan "para politikası değişkenleri" veya "Taylor Kuralı" yaklaşımları ile de uyumludur. Çünkü mevcut bulgular en basit biçimde tanımlanmış bu yaklaşımın "geliştirilmesi gerektiğini" göstermektedir. Benzer bir geliştirme VAR (p) modelleri için de söz konusu olabilir. Her iki model de USD/TRY açısından "geliştirilmeye açık" sonuçlar üretmişlerdir.

Yukarıdaki tablolardan elde edilen ampirik bulgulara göre, EUR/USD parite değerlerinde tüm örneklem dönemi, kriz dönemi ve kriz sonrası dönem temel alındığında GBM, BM ve MR stokastik süreçleri, RW yaklaşımından (anlamlı ve sürekli olarak) daha iyi sonuç elde edebilmiştir.

Ayrıca EUR/USD açısından, tüm örneklem dönemi, kriz dönemi ve kriz sonrası dönem temel alındığında RW modelinden en yüksek DMW test istatistiği üreterek "daha anlamlı bir biçimde iyi sonuç" üreten stokastik sürecin GBM olduğu görülmektedir.

Elde edilen ampirik bulgulara göre, GBM süreci her iki döviz kuru değerinde de "RW modelinden daha iyi performans gösterme" konusunda "en yüksek DMW

test istatistik değerini" ortaya koymuştur. Bu bulguya tek istisna kriz döneminde USD/TRY paritesindeki Jump Diffusion süreci DMW sonuçlarıdır.

Yukarıda ortaya konan ampirik bulgular ilgili tablolardan hareketle net bir biçimde gözlemlenebilmekte ve yorumlanabilmektedir. Ancak bu ampirik bulgular ile birlikte daha arka planda duran birkaç noktayı da ele almak gerekmektedir:

Bunlardan ilki DMW testidir. İkinci bölümde belirtildiği üzere, DMW testinin McCracken (2007)[592] tarafından yapılan çalışma ile "güncellenmiş" bir versiyonu bulunmaktadır. Yukarıdaki analizde daha yaygın olarak kullanılan ve daha robust olduğu düşünülen DMW testi kullanılmıştır. Ayrıca yine daha önce belirtildiği üzere, DMW testi kullanılarak bu alandaki literatürde meydana gelen güncel tartışmalardan "uzak durmak" amaçlanmıştır. Yine de belirtmek gerekir ki, DMW testini eleştiren çalışmalarda bu testin "döviz kurlarının öngörülemediği hipotezinin kabulüne" yönelik tablo değerleri ürettiği öne sürülmektedir.[593]

Çalışmada elde edilen ampirik bulgular ise USD/TRY parite değerlerinin kriz dönemindeki Jump Diffusion süreci tahminleri DMW test istatistiği sonuçları dışında, herhangi bir tartışma yapılamayacak kadar açıktır. Kriz dönemindeki USD/TRY Jump Diffusion DMW değerleri için ise % 10 anlamlılık seviyesinin geçerli olabileceği öne sürülebilir. Ancak bilindiği üzere, % 10 anlamlılık seviyesinin geçerli olması bile anlamlı bir ilişkinin varlığı açısından, (genellikle) yeterli olamamakta; ya da daha iyimser bir biçimde ifade edilecek olursa "zayıf bir ilişkinin var olabileceğini" göstermektedir.

Della Corte ve Tsiakas (2012)[594] tarafından yapılmış olan ve döviz kurlarının öngörülebilirliğini araştıran güncel çalışmada bootstrap yöntemi, istatistiksel ve ekonometrik seçim kriterleri ve testleri tartışılmıştır. Bu çalışmadan hareketle, DMW

[592] Michael W. McCracken, "Asymptotics for Out of Sample Tests of Granger Causality", **Journal of Econometrics**, Vol. 140, Issue 2, 2007, s. 719-752.
[593] Todd E. Clark ve Michael W. McCracken, "Testing for Unconditional Predictive Ability", **The Oxford Handbook of Economic Forecasting**, Oxford University Press, Oxford, 2011, s. 415-440.
[594] Pasquale Della Corte ve Ilias Tsiakas, "Statistical and Economic Methods for Evaluating Exchange Rate Predictability", **Handbook of Exchange Rates**, John Wiley, Londra, 2012, s. 239-282.

testinde istatistiksel açından göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir "zayıflık" olmadığı ve "döviz kuru kopukluğu bulmacasının" DMW veya benzeri tahmin hataları karşılaştırma testlerinden kaynaklanmadığı öne sürülebilinir.

Ampirik bulgularda dikkat çeken bir diğer nokta, out-of-sample GARCH volatilite (standart sapma) değerlerinin günlük ortalaması alındığında ilgili değerin USD/TRY için yıllık temelde % 15,79 olarak ortaya çıkarken, EUR/USD için yıllık temelde % 10,14 olarak hesaplanmış olmasıdır. Buna göre, USD/TRY paritesinde EUR/USD'ye göre, yıllık temelde ortalama % 55,7 oranında daha fazla volatilite söz konusudur. Şüphesiz bu değer istatistiki açıdan göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir volatilite farkına işaret etmektedir. Sadece 1 Haziran 2007 tarihinden itibaren yapılan tahminlerde kullanılan ilgili GARCH volatilite değerleri ise USD/TRY için yıllık temelde % 14,62, EUR/USD için ise % 11,15 olarak ortaya çıkmaktadır.

Rassal sayılarla ilgili kısımdan görülebileceği üzere, USD/TRY ve EUR/USD parite getirilerinde "aşırı basık dağılım" sorunu bulunmaktadır. Ancak USD/TRY paritesinde daha fazla uç değer söz konusu olduğundan bu hususun "daha büyük bir sorun" oluşturduğu söylenebilinir.

3.3. ROBUSTNESS KONTROLÜ

Bu çalışmada (mümkün olduğunca) piyasalarda var olabilecek her türlü "dürtüden" ya da daha geniş anlamda "Davranışsal İktisadın" ve/veya "Davranışsal Finansın" konusu olabilecek her türlü değişkenden kaçınılarak, "mekanik" bir metodoloji ortaya konmaya çalışılmıştır. Şüphesiz bu noktada gerek araştırmacıların subjektifliği, gerekse piyasa aktörlerinin sezgisel[595*] hareket etmeleri durumu ile birlikte; "Haber Etkisi", "Beklentiler" vb. parametreler de (özellikle stokastik süreçlerle ilgili) tahminlere eklenebilir veya tüm bu değişkenler teorik bir biçimde modellenebilinir.

[595*] John Maynard Keynes'in deyimiyle "hayvansal güdüleri" ile hareket etmeleri durumu olarak da ifade edilebilir.

Bu çalışmada izlenen metodoloji ve felsefe tüm bu "diğer parametreleri" "veri" olarak kabul edip "standart" olarak tanımlanabilecek bir süreci ortaya koymak ve bu metodolojik süreci kullanarak tahminde bulunmaktır. İlgili metodoloji ile yapılan tahminlerin EUR/USD paritesi için "başarılı" olduğu gözlemlenirken, USD/TRY için ise "başarılı olmadığı" gözlemlenmektedir. USD/TRY piyasası için elde edilen bulgular Richard A. Meese ve Kenneth S. Rogoff'un görüşlerinin geçerliliği yönündedir ve elde edilen bu sonuçlar tartışılmaya değerdir. "EUR/USD parite tahminlerindeki "başarı" ve USD/TRY tahminlerindeki "başarısızlık" hangi sebeplerden kaynaklanıyor olabilir?" Bu soruya cevap aranmadan önce elde edilen ampirik bulguların "robust" olup olmadığı ve mevcut bulguların ortaya çıkış nedenleri tartışılmaya çalışılacaktır.

Literatürde genel olarak ulaşılmakta olan "çeşitli tahmin modellerinde RW yaklaşımından[596*] daha iyi performans elde edilemediğine" dair ampirik bulgu döviz kurlarının gelecekteki değerinin, geçmiş verilerden hareketle öngörülemeyeceği düşüncesine yol açmıştır. Martingale (Farkı) Hipotezi[597*] olarak adlandırılabilecek bu görüş, döviz kurlarının Zayıf Biçimdeki Piyasa Etkinliği Hipotezi ile tutarlıdır.[598]

"Geleneksel" olarak tanımlanabilecek yöntemler Martingale (Farkı) Hipotezi'nden daha ziyade, serilerde otokorelasyonun var olmamasını ya da White Noise durumunu incelemektedir. Daha önce ikinci bölümde açıklanmış olan doğrusal olmayan (nonlinear) zaman serileri dinamikleri ve kaos görüşü açısından bakıldığında ise "White Noise" ile "Martingale Farkı" kavramları arasında göz ardı edilemeyecek kadar büyük bir fark bulunmaktadır. Buna göre, bir doğrusal olmayan zaman serisinin sıfır otokorelasyonu olabilir. Ancak geçmiş serilerdeki sıfır olmayan bir şartlı ortalama değerinin, doğrusal olmayan dinamikler ile öngörülebilme ihtimali

---

[596*] Daha önce de belirtildiği üzere, literatürde Rassal Yürüyüş ve Martingale kavramları farklı anlamlarda kullanılabilmektedir. Ancak burada kastedilen Drift içermeyen (Driftless) ya da Basit (Simple) Rassal Yürüyüş yaklaşımıdır.

[597*] Literatürde "Martingale Farkı Hipotezi" yerine, "Martingale Hipotezi" veya "Naive Martingale Hipotezi" kavramları da kullanılmaktadır. Basit Rassal Yürüyüş yaklaşımı ise Martingale (Farkı) Hipotezinin özel bir durumdur.

[598] Jian Yang, Xiaojing Su ve James W. Kolari, "Do Euro Exchange Rates Follow A Martingale? Some Out-of-sample Evidence", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 32, Issue 5, 2008, s. 729.

her zaman vardır.[599] Bu çalışmada ele alınan stokastik süreçlerin bu dinamikleri, olasılık dağılımlarındaki parametre değişimleri ve volatilite modelleri ile modelleyebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı ilgili döviz kurlarındaki olası bir doğrusal olmayan dinamiği veya kaosu incelemek değildir. Ancak USD/TRY döviz kuru tahminlerindeki ampirik bulgular açısından, doğrusal olmayan dinamikler üzerine yapılacak bir tartışmanın robustness açısından faydalı olabileceği düşünülmektedir. Herhangi bir doğrusal olmayan (nonlinear) yapı, "ortalamada doğrusal olmayan" bir yapıdan veya "varyansta doğrusal olmayan" bir yapıdan ortaya çıkmaktadır.[600] Buna göre, bu çalışmada "doğrusal olmayan döviz kurları öngörülebilirliği" açısından şu çıkarımlarda bulunulabilinir:

(1) Mean-reversion stokastik süreci doğası gereği bir doğrusal olmayan yapı üzerine inşa edilmiştir.[601] Dolayısıyla en azından ortalamadaki olası doğrusal olmayan bir yapının, bu stokastik süreç tarafından ortaya konabiliyor olması gerekir.

(2) Ele alınan stokastik süreçlerdeki volatilite modelleri temel olarak doğrusal olmayan modellerdir. Bu çalışmada onlarca ARCH tipi model arasından seçim yapılmıştır. Orijinal ARCH modeli GARCH modellerinin sınıflandırılması bakımından doğrusal bir model olarak görülmesine rağmen, öz olarak doğrusal olmayan bir modeldir.[602] Mevcut bilgilerimize göre, en azından varyans açısından ortaya çıkabilecek bir doğrusal olmayan yapının bu tip volatilite modelleri tarafından modellenebiliyor olması gerekir.

---

[599] David A. Hsieh, "Testing for Nonlinear Dependence in Daily Foreign Exchange Rates", **Journal of Business**, Vol. 62, No: 3, 1989, s. 339-368; David A. Hsieh, "Implications of Nonlinear Dynamics for Financial Risk Management", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol. 28, No: 1, 1993, s. 41-64.

[600] William A. Brock, David A. Hsieh ve Blake LeBaron, **Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability**, The MIT Press, Cambridge, 1991, s. 135.

[601] Copeland, **a.g.e.**, s. 383-384.

[602] Brock vd., **a.g.e**., 1991, s. 21.

(3) Benzer bir biçimde ARCH-LM testi doğrusal olmayan yapının tespiti için kullanılabilmektedir.[603] Geriye herhangi bir ARCH etkisinin kalmaması doğrusal olmayan yapının modellendiğine dair önemli bir işaret olarak görülebilir. [604]

(4) Tüm bunlarla beraber Brock vd. (1996)[605] tarafından ortaya konan BDS testi de olası doğrusal olmayan bir yapının incelenmesi bakımından yardımcı olmaktadır. BDS testi oluşturulan doğrusal bir modelde otokorelasyon içermeyen artık değerlerine uygulanmaktadır. Sıfır hipotezinin reddedilmesi doğrusal modelin doğru spesifikasyona sahip olmadığına dair bir işarettir ve potansiyel bir doğrusal olmayan yapının varlığına dair bir ampirik bulgudur.

Tablo 39: EUR/USD ve USD/TRY BDS Testi Sonuçları

Boyut	EUR/USD BDS Z-stat	Olasılık	USD/TRY BDS Z-stat	Olasılık
2	-1,247	0,2122	1,306	0,1912
3	-0,977	0,3286	0,965	0,3345
4	-1,187	0,2349	1,655	0,0979
5	-1,131	0,2578	1,655	0,0978
6	-0,893	0,3714	1,483	0,1379

Not: Yukarıdaki tablo EUR/USD ve USD/TRY parite değerleri için kullanılan ilgili GARCH modelleri sonucunda ortaya çıkan standartize edilmiş artıklara (residuals) ait BDS test sonuçlarını göstermektedir Testin sıfır (null) hipotezine göre artıklar iid. özelliği göstermektedir. Yukarıda raporlanmayan 6 boyuta kadar tüm ikili kombinasyon sonuçlarının olasılık değerleri de (c) sıfır hipotezin kabul edildiğini ve kaosun söz konusu olmadığını göstermektedir. Ham (raw) ε değeri, çiftlerin friksiyonu (pairs of friction) yöntemi ile seçilmiş olup ilgili değerler; EUR/USD için 1,434 ve USD/TRY için 1,386'dır.

BDS test değerlerinden hareketle kullanılan model spesifikasyonlarının doğru olduğu ve olası doğrusal olmayan yapının modellendiği söylenebilinir.

Robustness açısından vurgulanması gereken bir diğer nokta, döviz kurlarındaki tüm tahmin modellerinin iki grup altında tanımlanabileceğidir:[606]

---

[603] A. Ian McLeod ve Wai Keung Li, "Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared Residual Autocorrelations", **Journal of Time Series Analysis**, Vol. 4, Issue 4, 1983, s. 269-273.
[604] Brock vd., **a.g.e**., 1991, s. 60.
[605] William A. Brock, Davis W. Dechert, Jose A. Scheinkman ve Blake LeBaron, "A Test for Independence Based on The Correlation Dimension", **Econometric Reviews**, Vol. 15, Issue 3, 1996, s. 197-235.
[606] Yang vd., **a.g.e.**, s. 738.

(1) Yapısal (Fundemental) temelli modeller,

(2) Teknik Alım-satım (Techinical Trading) modelleri.

Bu noktada çalışmada ele alınmış olan sürekli stokastik süreçlerin Teknik alım-satım modelleri sınıfında olduğu söylenebilinir. Ayrıca çalışmada UCIP gibi Yapısal temelli modeller de kullanılmıştır ve bu modellerde çeşitli faiz oranları temel değişkendir. Bu değerlendirmeye göre, bu çalışma farklı sınıflandırmaya ait modelleri ve yaklaşımları içermektedir. Bu sınıflandırma konusunda belirtilmesi gereken bir diğer nokta, aylık veri kullanılarak yapılacak bir çalışmada tüm yapısal etkileri içerebilecek değişkenlerin modellere eklenmesi gerektiğidir. Ancak günlük frekanstaki döviz kuru verilerinde görülen değişimler genellikle "spekülatif hareketler" olarak ortaya çıkmaktadır. Spekülatif hareketlerin modellenmesi için günlük serilerde Teknik Alım-satım modellerini kullanmak "öngörülebilirlik" açısından daha faydalı olacaktır. Daha yüksek frekanslı veriler söz konusu olduğunda ise doğrusal olmayan dinamiklere daha da fazla dikkat edilmesi gerekmektedir.

Robustness açısından incelenmesi gereken bir diğer nokta, Martingale (Farkı) Hipotezi'nin geçerliliği için gerekli ancak yeterli olmayan koşulun "serilerin birim kök içermesi" olduğudur. USD/TRY (logaritmik) kur değerleri açısından bakıldığında, serilerin Birim Kök içerdiği hipotezinin reddedilmediği konusunda % 1 anlamlılık düzeyinde bir ampirik bulgu ortaya çıkmamıştır. % 5 anlamlılık seviyesi istatistiki açıdan yeterli olmakla birlikte, sonuçlar USD/TRY kur değerleri için birim kökün varlığı konusunda daha ayrıntılı bir incelemeye de işaret etmektedir.

Bu noktada serilere Zivot ve Andrews (1992)[607] tarafından ortaya konan yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmaktadır. Bu test oldukça robust sonuçlar üretebilen ve kırılma tarihini kendiliğinden tespit eden (endogenous break) bir birim kök testidir. Aşağıdaki tablo bu test istatistiğine ait sonuçları göstermektedir:

[607] Eric Zivot ve Donald W.K. Andrews, "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-root Hypothesis", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 10, Issue 3, 1992, s. 251-270.

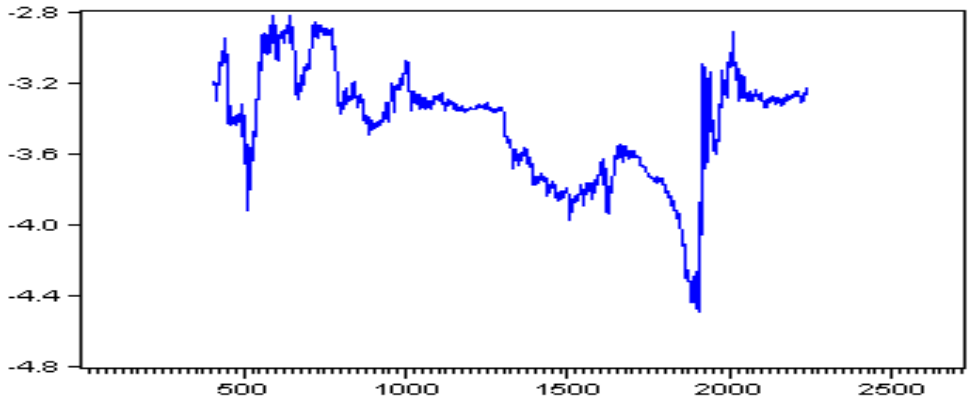
Tablo 40: USD/TRY Yapısal Kırılmalı Birim Kök Sonuçları

Parite	ZA	P-Değeri
USD/TRY	-4,493	0,183

Not: Yukarıdaki tablo doğal logaritmaları (ln) alınmış kur değerleri için sabit ve trend değişken içeren Zivot-Andrews (ZA) Birim Kök test sonucunu göstermektedir. Testin sıfır (null) hipotezine göre, seri Birim Kök içermektedir. Testdeki gecikme uzunluğu olan 14 Schwarz Kriterine (SC) göre seçilmiştir ve maksimum gecikme sayısı 28'dir. Test tarafından belirlenen kırılma tarihi (1903. gözlem) yani 15 Eylül 2008'dir. Test için kullanılan kritik değerler % 5 anlamlılık düzeyi için, -5,08; % 1 anlamlılık düzeyi için -5,57'dir.

Tablodan görüldüğü üzere, olası yapısal kırılmalar dikkate alındığında USD/TRY döviz kurunda birim kökün olduğuna dair daha güçlü ampirik bulgulara ulaşılmaktadır. Ayrıca test tarafından belirlenen 15 Eylül 2008 tarihli yapısal kırılma çoğu araştırmacı açısından "finansal krizin patlak verdiği gün" olarak gösterilmektedir. 15 Eylül 2008'de Lehman Brothers iflas ettiğini açıklamıştır.

Grafik 33: Zivot-Andrews Birim Kök Testi Kırılma Noktaları



Not: Yukarıdaki grafikte dikey eksen USD/TRY için Zivot-Andrews (ZA) test istatistiği değerlerini, yatay eksen ise gözlem sayısnı göstermektedir.

Tüm bu tartışmalardan sonra "EUR/USD parite tahminlerindeki "başarı" ve USD/TRY tahminlerindeki "başarısızlık" hangi sebeplerden kaynaklanıyor olabilir?" sorusunun cevabı ilk bölümde ayrıntılı bir biçimde açıklanmaya çalışılan "Etkin Piyasalar Hipotezi'nde" aranmalıdır. EUR/USD paritesinin işlem gördüğü piyasa organize bir piyasadır. Ancak USD/TRY paritesi aynı derinlikteki bir piyasada işlem görmemektedir. Bu nedenle USD/TRY piyasasının EUR/USD kadar "etkin bir piyasa olmadığı" söylenebilir. İlgili bulguların nedenleri ise sonuç kısımında tartışmaya açılacaktır.

SONUÇ

Bu çalışmada gelişmekte olan bir piyasa (USD/TRY) ve gelişmiş bir piyasa (EUR/USD) döviz kurları için dört adet sürekli stokastik süreç ile birlikte toplam dokuz farklı yaklaşım kullanılarak günlük frekansta döviz kuru tahmininde bulunulmuştur. Tüm bu modeller, yaklaşımlar ve stokastik süreçler açısından gerekli varsayımlar ve veriler ile birlikte kullanılan metodoloji ayrıntılı bir biçimde açıklanmış ve elde edilen tahmin değerleri performans analizine tabi tutulmuştur. Ayrıca performans analizinden elde edilen sonuçların "robustness kontrolü" de yapılarak ampirik bulgular tartışmaya açılmıştır.

USD/TRY döviz kuru açısından elde edilen ampirik bulgular, bu döviz kurlarındaki değişimin "Martingale (Farkı) Hipotezi" özelliği gösterdiği yönündedir. Bu döviz kurunda oluşan geçmiş değerler, mevcut ulaşılabilir bilgiler ve değişkenler kullanılarak yapılan tahminler sonucunda "USD/TRY döviz kurunun öngörülemeyeceği" görüşünün geçerliliğine yönelik ampirik bulgular elde edilmiştir. Bu görüş literatürde "döviz kuru kopukluğu bulmacası (exchange rate disconnect puzzle)" ya da "Meese-Rogoff bulmacası" olarak bilinmektedir. USD/TRY döviz kuru tahminlerinden elde edilen ampirik bulgular, bu görüşe ait hipotezin reddi konusunda yetersizdir.

EUR/USD döviz kuru açısından elde edilen ampirik bulgular ise bu döviz kurlarındaki değişimin "Martingale (Farkı) Hipotezi" özelliği göstermediği yönündedir. Bu döviz kurunun geçmiş değerleri, mevcut ulaşılabilir bilgiler ve değişkenler kullanılarak yapılan tahminler sonucunda, "EUR/USD döviz kurunun öngörülebileceği" görüşüne destek olabilecek ampirik bulgular elde edilmiştir. EUR/USD döviz kuru tahminleri ile "döviz kuru kopukluğu bulmacası (exchange rate disconnect puzzle)" ya da "Meese-Rogoff bulmacası görüşünün reddine yönelik ampirik bulgulara ulaşılmıştır.

Çalışmada test edilen hipotezlerden ilki, "temel alınan yaklaşımlardan en az birisinin (Basit) Rassal Yürüyüş yaklaşımından (istatistiki olarak anlamlı bir biçimde) daha iyi performans gösterebileceği" hipotezidir. Buna göre, bu hipotez USD/TRY döviz kuru açısından reddedilirken, EUR/USD döviz kuru dikkate alındığında reddedilmemiştir.

Çalışmada test edilen hipotezlerden ikincisi, "gelişmiş ve gelişmekte olan piyasalardaki döviz kuru tahminleri için farklı yaklaşımların "daha iyi" performans gösterebileceği" hipotezidir. Buna göre, bu hipotez USD/TRY açısından hiçbir döviz kurunun (Basit) Rassal Yürüyüş yaklaşımından daha iyi sonuç elde edememesi; EUR/USD açısından ise Brownian Motion, Geometrik Brownian Motion ve Mean-reversion stokastik süreçlerinin (Basit) Rassal Yürüyüş yaklaşımından daha iyi sonuç elde edebilmesi nedeni ile reddedilmemiştir.

Çalışmada test edilen hipotezlerden üçüncüsü, "son global finansal kriz dönemi içersindeki (Temmuz 2008-Şubat 2009) ve sonrasındaki döneminin (Şubat 2009-Eylül 2011) özellikleri dikkate alındığında ve tahmin dönemi aralığı değişerek uç değerlerin ortaya çıkabileceği durumlarda, "daha iyi" performans gösteren yaklaşım veya yaklaşımların da değişebileceği" hipotezidir. Bu hipotez USD/TRY ve EUR/USD döviz kurlarının her ikisi açısından da reddedilmiştir.

Elde edilen ampirik bulgular USD/TRY döviz kurunun öngörülebilmesi bakımından bir "başarısızlığın" ve EUR/USD döviz kuru açısından ise bir "başarının" mevcut olduğunu göstermektedir. Çalışmada test edilen hipotezlerin reddedilme ve reddedilmeme durumları da dikkate alınarak, "USD/TRY tahminlerinde ortaya çıkan "başarısızlık" ve EUR/USD tahminlerindeki "başarı" hangi sebeplerden kaynaklanıyor olabilir?" sorusuna cevap verilmesi gerekmektedir.

Bu sorunun cevabı elde edilen ampirik bulguların "robustness kontrolü" de göz önünde bulundurulduğunda, "Etkin Piyasalar Hipotezi'nde" aranmalıdır. Etkin Piyasalar Hipotezi'ne göre, "Zayıf Biçimde Etkin olan Piyasalar" Martingale Farkı

özelliği göstermektedir ve bu nedenle bu tür piyasalarda işlem gören "varlıkların (assets)" fiyatları öngörülememektedir.

EUR/USD paritesinin işlem gördüğü piyasa en azından "Yarı Güçlü Biçimde Etkin" ve organize bir piyasadır. Sadece ilgili piyasaların yapıları ve işlem hacimleri göz önüne alındığında bile, USD/TRY paritesinin aynı derecede etkin ve organize bir piyasada işlem görmediği öne sürülebilinir. Sonuç olarak, USD/TRY döviz piyasası EUR/USD kadar etkin bir döviz piyasası olmadığı için "öngörülebilirlik konusunda başarısız olunduğu" şeklinde bir çıkarımda bulunulabilinir. Tüm bu belirtilen hususlar dikkate alındığında bu genel çıkarımın aşağıdaki nedenlerden hareketle ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir:

— USD/TRY döviz piyasasının EUR/USD döviz piyasasına göre, uluslararası şoklardan daha çok etkilenebilecek bir piyasa yapısına sahip olduğu söylenebilinir. Aynı zamanda USD/TRY döviz piyasasında EUR/USD döviz piyasasına göre daha yüksek bir volatilite söz konusudur.

— USD/TRY döviz piyasası "Yarı organize-gevşek bir oligopol piyasası" olarak tanımlanabilinir. Çünkü bu döviz piyasasında iktisadi karar birimleri olarak bankalar önemli bir büyüklüktür. Her bir bankanın en azından bir "döviz pozisyonu" ve bir "kur beklentisi" olduğu dikkate alındığında, USD/TRY döviz piyasanın etkinliği açısından yapılacak bir değerlendirmede bu nedenle "derin olmayan" bir döviz piyasanın mevcut olduğu da öne sürülebilinir.

— Neredeyse tüm finansal piyasalarda olduğu gibi USD/TRY döviz piyasası gibi göreceli olarak "küçük" piyasalarda da belirsizlik esastır. Bu "belirsizlik odaklı" yaklaşımın, bankaların döviz pozisyonları açısından da önemli bir belirleyici olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

— EUR/USD paritesi "global" ve "organize bir piyasada" işlem görmektedir ve bu döviz kurunun değeri "piyasalarca" belirlenmektedir. USD/TRY paritesinin işlem gördüğü piyasa ise göreceli olarak "yerel" ve "yarı organize" bir piyasadır.

Ayrıca USD/TRY paritesi için Vadeli İşlemler Borsası'nın (VOB) göreceli olarak daha yeni tarihte kurulmuş olması ve bazı Türev Araçların henüz mevcut olmaması da USD/TRY piyasasındaki belirsizliğin ve yüksek volatilitenin bir nedeni olarak düşünülebilinir.[608*]

— Açık ekonomilerde hangi döviz kuru rejimi uygulanıyorsa uygulansın, döviz kurlarının değeri birer politika aracıdır. Döviz kurunun değerinin para politikası üzerinde ve/veya para politikasının sonuçları üzerinde direkt veya dolaylı etkileri olduğu söylenebilinir. Bu nedenle (özellikle gelişmekte olan ülkelerin) döviz piyasalarında oluşan fiyatın, "denge fiyatı" olup olmadığı konusu her zaman "şüpheli" ve "tartışmalı" bir konudur. Bu husus USD/TRY döviz piyasası açısından düşünüldüğünde, TCMB'nin rassal olmayan ve kimi zamanlar da "koordineli" veya "sistematik" olarak tanımlanabilecek müdahaleleri söz konusudur.[609*] Bu noktada Merkez Bankaları'nın döviz piyasalarına müdahalelerinde bir "rezerv para sıkıntısı" veya "rezerv para kısıtı" olduğunu da göz ardı etmemek gerekmektedir.

Şüphesiz bu çalışmada kullanılan stokastik süreçlerin EUR/USD paritesinin öngörülebilmesinde elde ettiği başarı hem genel olarak Yapısal temelli yaklaşımlara yönelmiş olan araştırmacılar açısından, hem de genel olarak Teknik Alım-satım modellerini kullanan piyasa aktörleri açısından önem arz edecektir. Elde edilen ampirik bulgular stokastik süreçlerin döviz kuru tahminlerinde daha yaygın bir biçimde kullanılması gerektiğine de işaret etmektedir.

Yine de bu çalışmada tanımlanan metodoloji çerçevesinde kullanılacak olan stokastik süreçler ile ortaya çıkacak tahminler, birer "*yenilmez armada (armada invencible)*" değildir. Kullanılan stokastik süreçler ve metodoloji, özellikle "Davranışsal İktisat" ve "Davranışsal Finans" alanları tarafından geliştirilmeye ve modellenmeye açıktır. Ayrıca stokastik süreçler ile döviz kuru tahmininde bulunurken, bu çalışmada kullanılan metodolojiden farklı bir metodoloji izlenerek de

[608*] Bu durum daha genel olarak "en azından Futures ve Opsiyon piyasalarını içeren Türev Piyasaların göreceli olarak daha yeni kurulmuş olması" şeklinde de ifade edilebilir.

[609*] Örneğin bkz. Kamil Yılmaz, "Martingale Property of Exchange Rates and Central Bank Intervention", **Journal of Business and Economic Statistics,** Vol. 21, No: 3, 2003, s. 383-395.

Rassal Yürüyüş yaklaşımlarından daha iyi sonuçlar elde edilebilme olasılığı her zaman mevcuttur.

Stokastik süreçler ile döviz kuru öngörülebilirliği üzerine yapılacak bundan sonraki çalışmalar, yukarıda ulaşılmış olan sonuçların ve çıkarımların "daha genel" bir hal alabilmesi için daha fazla sayıda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin döviz kurlarına yönelik olarak uygulanabilinir. Benzer bir biçimde, stokastik süreçler kullanılarak haftalık veya aylık frekanstaki veriler yardımıyla, kısa dönem ile birlikte orta ve uzun dönemler için de performans analizinde bulunulabilinir.

KAYNAKÇA

Abuaf, Nisso, Jorion, Philippe: "Purchasing Power Parity in the Long Run", **Journal of Finance**, Vol. 45, Issue 1, 1990, s. 157-174.

Achelis, Steven B.: **Technical Analysis form A to Z**, Equis International, Salt Lake City, 2003.

Adler, Michael, Lehmann, Bruce: "Deviations from Purchasing Power Parity in the Long Run", **Journal of Finance**, Vol. 38, Issue 5, 1983, s. 1471-1487.

Adolfso, Malin, Laseen, Stefan, Linde, Jesper, Svensson, Lars E.O.: "Optimal Monetary Policy in An Operational Medium-sized DSGE Model", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 43, Issue 7, 2011, s. 1287-1331.

Adolfso, Malin, Laseen, Stefan, Linde, Jesper, Villani, Mattias: "Bayesian Estimation of An Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-through", **Journal of International Economics**, Vol. 72, Issue 2, 2007, s. 481-511.

Agnolucci, Paolo: "Volatility in Crude Oil Futures: A Comparison of the Predictive Ability of GARCH and Implied Volatility Models", **Energy Economics**, Vol. 31, Issue 2, 2009, s. 316-321.

Ahking, Francis W., Miller, Stephen M.: "Comparison of The Stochastic Processes of Structural and Time-series Exchange-rate Models", **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 69, No: 3, 1987, s. 496-502.

Akaike, Hirotugu: "A New Look at The Statistical Model Identification", **IEEE Transactions on Automatic Control**, Vol. 19, Issue 6, 1974, s. 716-723.

Akaike, Hirotugu: "Factor Analysis and AIC", **Psychometrika**, Vol. 52, Issue 3, 1987, s. 317-332.

Akgiray, Vedat, Booth, G. Geoffrey: "Modeling Stochastic Behavior of Canadian Foreign Exchange Rates", **Journal of Multinational Finance Management**, Vol. 1, Issue 1, 1990, s. 43-72.

Akram, Qasair Farooq, Rime, Dagfinn, Sarno, Lucio: "Arbitrage in the Foreign Exchange Market: Turning on The Microscope", **Journal of International Economics**, Vol. 76, Issue 2, 2008, s. 237-253.

Akram, Qasair Farooq, Rime, Dagfinn, Sarno, Lucio: "Does the Law of One Price Hold in International Financial Markets? Evidence from Tick Data", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 33, Issue 10, 2009, s. 1741-1754.

Alba, Joseph D., Papell, David H.: "Purchasing Power Parity and Country Characteristics: Evidence from Panel Data Tests", **Journal of Development Economics**, Vol. 83, Issue 1, 2007, s. 240-251.

Albanese, Claudio, Campolieti, Giuseppe: **Advanced Derivatives Pricing and Risk Management: Theory, Tools and Hands-On Programming Application**, Elsevier, Burlington, 2006.

Alexander, Carol: **Market Risk Analysis: Pricing, Hedging and Trading Financial Instrument,** Vol. 3, John Wiley and Sons, West Sussex, 2009.

Alexander, Carol: **Practical Financial Econometrics,** Vol. 2, John Wiley and Sons, West Sussex, 2009.

Alquist, Ron,
Chinn, Menzie D.: "Conventional and Unconventional Approaches to Exchange Rate Modelling and Assessment", **International Journal of Finance and Economics**, Vol. 13, Issue 1, 2008, s. 2-13.

Altavilla Carlo,
De Grauwe, Paul: "Forecasting and Combining Competing Models of Exchange Rate Determination", **Applied Economics**, Vol. 42, Issue 27, 2010, s. 3455-3480.

Anderson, Heather M.,
Nam, Kiseok,
Vahid, Fashid: "Asymmetric Nonlinear Smooth Transition GARCH Models", **Nonlinear Time Series Analysis of Economic and Financial Data**, Kluwer, Boston, 1999, s. 191-207.

Andrews, Donald W.K.: "Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix Estimation", **Econometrica**, Vol. 59, No: 3, 1991, s. 817-858.

Ardıç, Oya Pınar,
Ergin, Onur,
Şenol, Bahar G.: "Exchange Rate Forecasting: Evidence from the Emerging Central and Eastern European Economies", **Munich Personal RePEc Archive Working Paper**, No: 7505, 2008, s. 1-13.

Asea, Patrick K.,
Corden, Warner M.: "The Balassa-Samuelson Model: An Overview", **Review of International Economics**, Vol. 2, Issue 3, 1994, s. 191-200.

Astatkie, Tess,
Watts, Duncan,
Watt, Ed: "Nested Threshold Autoregressive (NeTAR) Models, **International Journal of Forecasting**, Vol. 13, Issue 1, 1997, s. 105-116.

Atkeson, Andrew,
Burstein, Ariel: "Pricing-to-Market, Trade Costs, and International Relative Prices", **American Economic Review**, Vol. 98, No: 5, 2008, s. 1998-2031.

Backus, David: "Empirical Models of the Exchange Rate: Separating the Wheat from the Chaff", **Canadian Journal of Economics**, Vol. 17, No: 4, 1984, s. 824-846.

Baillie, Richard T., Bollerslev, Tim, Mikkelsen, Hans Ole: "Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, Vol. 74, Issue 1, 1996, s. 3-30.

Baillie, Richard T., Lippens, Robert E., McMahon, Patrick C.: "Testing Rational Expectations and Efficiency in the Foreign Exchange Market", **Econometrica**, Vol. 51, No: 3, 1983, s. 553-563.

Balassa, Bela: "The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal", **Journal of Political Economy**, Vol. 72, 1964, s. 584-596.

Balke, Nathan S., Wohar, Mark E.: "Nonlinear Dynamics and Covered Interest Parity", **Empirical Economics**, Vol. 23, No: 4, 1998, s. 535-559.

Banerjee, Anindya, Marcellino, Massimiliano, Osbat, Chiara: "Some Cautions on the Use of Panel Methods for Integrated Series of Macroeconomic Data", **The Econometrics Journal,** Vol. 7, Issue 2, 2004, s. 322-340.

Batini, Nicoletta, Dowling, Thomas: "Interpreting Currency Movements during the Crisis: What's the Role of Interest Rate Differentials?", **International Monetary Fund Working Paper**, No: 11/14, 2011.

Beaudry, Paul, Devereux, Michael B.: "Money and the Real Exchange Rate with Sticky Prices and Increasing Returns", **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 43, 1995, s. 55-101.

Bekaert, Geert: "The Time Variation of Risk and Return in Foreign Exchange Markets: A General Equilibrium Perspective", **Review of Financial Studies**, Vol. 9, Issue 2, 1996, s. 427-470.

Bekaert, Geert, Hodrick, Robert J.: "Expectations Hypotheses Tests", **Journal of Finance**, Vol. 56, Issue 4, 2001, s. 1357-1394.

Bekaert, Geert, Hodrick, Robert J.: "On Biases in the Measurement of Foreign Exchange Risk Premiums", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 115-138.

Bekaert, Geert, Engstrom, Eric, Xing, Yuhang: "Risk, Uncertainty and Asset Prices", **Journal of Financial Economics**, Vol. 91, Issue 1, 2009, s. 59-82.

Belviso, Francesco**,** Milani, Fabio: "Structural Factor-Augmented VARs (SFAVARs) and The Effects of Monetary Policy", **The B.E. Journal of Macroeconomics**, Vol. 6, Issue 3, 2006, s. 1-44.

Bergin, Paul R.: "How Well Can the New Open Economy Macroeconomics Explain the Exchange Rate and Current Account?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 25, Issue 5, 2006, s. 675-701.

Bernanke, Ben S., Boivin, Jean, Eliasz, Piotr: "Measuring The Effects of Monetary Policy: A Factor-Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) Approach", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 1, 2005, s. 387-422.

Bhagwati, Jagdish N.: "Why Are Services Cheaper in the Poor Countries?", **Economic Journal**, Vol. 94, Issue 374, 1984, s. 279-286.

Billmeier, Andreas: "Ghostbusting: Which Output Gap Really Matters?", **International Economics and Economic Policy**, Vol. 6, Issue 4, 2009, s. 391-419.

Bjornland, Hilde C.: "Monetary Policy and Exchange Rate Overshooting: Dornbusch was Right After All", **Journal of International Economics**, Vol. 79, Issue 1, 2009, s. 64-77.

Blanchard, Olivier J.: "Output, the Stock Market and Interest Rates", **American Economic Review**, Vol. 71, No: 1, 1981, s. 132-143.

Blanchard, Olivier J., Dornbusch, Rudiger: "US Deficits, the Dollar and Europe", **Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review**, Vol. 25, No: 148, 1984, s. 89-113.

Blanchard, Olivier J., Quah, Danny: "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Aggregate Supply Disturbances", **American Economic Review**, Vol. 79, Issue 4, 1989, s. 655-673.

Boldin, Michael D.: "A Check on The Robustness of Hamilton's Markov Switching Model Approach to The Economic Analysis of The Business Cycle", **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**, Vol. 1, Issue 1, 1996, s. 35-46.

Bollerslev, Tim: "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, Vol. 31, Issue 3, 1986, s. 307-328.

Bollerslev, Tim, Ghysels, Eric: "Periodic Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 14, Issue 2, 1996, s. 139-151.

Bollerslev, Tim, Hodrick, Robert J.: "Financial Market Efficiency Test", **Handbook of Applied Econometrics**: **Macroeconomics**, Vol. 1, Blackwell Publishers, Oxford, 1999, s. 415-458.

Bollerslev, Tim, Mikkelsen, Hans Ole: "Long-term Equity Anticipation Securities and Stock Market Volatility Dynamics", **Journal of Econometrics**, Vol. 92, Issue 1, 1999, s. 75-99.

Bollerslev, Tim, Wooldridge, Jeffrey M.: "Quasi-maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-varying Covariances", **Econometric Reviews**, Vol. 11, Issue 2, 1992, s. 143-172.

Bollerslev, Tim, Chou, Ray Y., Kroner, Kenneth F.: "ARCH Modeling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence", **Journal of Econometrics**, Vol. 52, Issue 1-2, 1992, s. 5-59.

Boughton, James M.: "Exchange Rate Movements and Adjustment in Financial Markets: Quarterly Estimates for Major Currencies", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 31, No: 3, 1984, s. 445-468.

Box, George E.P., Jenkins, Gwilym M.: **Time Series Analysis: Forecasting and Control**, Revised Edition, Holden-Day, Oakland, 1976.

Branson, William H.: "A Model of Exchange Rate Determination with Policy Reaction**:** Evidence from Monthly Data, **Contemporary Macroeconomic Modelling**, Blackwell, Oxford, 1984, s. 128-150.

Breitung, Jörg: "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data", **Advances In Econometrics: Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels**, Vol. 15, JAI Press, Amsterdam, 2000, s. 161-178.

Brigo, Damiano, Dalessandro, Antonio, Neugebauer, Matthias, Triki, Fares: "A Stochastic Process Toolkit for Risk Management: Geometric Brownian Motion, Jumps, GARCH and Variance Gamma Models", **Journal of Risk Managment in Financial Institutions**, Vol. 2, No: 4, 2009, s. 365-393.

Brigo, Damiano, Dalessandro, Antonio, Neugebauer, Matthias, Triki, Fares: "A Stochastic Process Toolkit for Risk Management: Mean Reverting Processes and Jumps", **Journal of Risk Managment in Financial Institutions**, Vol. 3, No: 1, 2009, s. 65-83.

Brock, William A., Hsieh, David A., LeBaron, Blake: **Nonlinear Dynamics, Chaos and Instability**, The MIT Press, Cambridge, 1991.

Brock, William A., Dechert, Davis W., Scheinkman, Jose A., LeBaron, Blake: "A Test for Independence Based on The Correlation Dimension", **Econometric Reviews**, Vol. 15, Issue 3, 1996, s. 197-235.

Brzezniak, Zdzislaw, Zastawniak**,** Tomasz: **Basic Stochastic Processes: A Course through Exercises**, Fourth Edition, Springer-Verlag, Londra, 2002.

Campbell, John Y., Shiller, Robert J.: "Cointegration and Tests of Present Value Models", **Journal of Political Economy**, Vol. 95, No: 5, 1987, s. 1062-1088.

Canova, Fabio: **Methods for Applied Macroeconomic Research**, Princeton University Press, New Jersey, 2007.

Carriero, Andrea, Kapetanios, George, Marcellino, Massimiliano: "Forecasting Exchange Rates with A Large Bayesian VAR", **International Journal of Forecasting**, Vol. 25, Issue 2, 2009, s. 400-417.

Cassel, Gustav: "Abnormal Deviations in International Exchanges", **Economic Journal**, Vol. 28, No: 112, 1918, s. 413-415.

Cassel, Gustav: **Foreign Investments**, University of Chicago Press, Chicago, 1928.

Cassel, Gustav: "The Present Situation of Foreign Exchanges", **Economic Journal**, Vol. 26, No: 101, 1916, s. 62-65.

Cerra, Valerie, Saxena, Sweta Chaman: "The Monetary Model Strikes Back: Evidence from The World", **Journal of International Economics**, Vol. 81, Issue 2, 2010, s. 184-196.

Cerrato, Mario, Sarantis, Nicholas: "Does Purchasing Power Parity Hold in Emerging Markets? Evidence from A Panel of Black Market Exchange Rates", **International Journal of Finance and Economics**, Vol. 12, Issue 4, 2007, s. 427-444.

Chaboud, Alain, Wright, Jonathan H.: "Uncovered Interest Parity: It Works, but Not for Long", **Journal of International Economics**, Vol. 66, Issue 2, 2005, s. 349-362.

Chan, Wai-Sum, Tong, Howell: "On Tests for Non-linearity in Time Series Analysis", **Journal of Forecasting**, Vol. 5, Issue 4, 1986, s. 217-228.

Chen, Yu Chin, Rogoff, Kenneth S., Rossi, Barbara: "Can Exchange Rates Forecast Commodity Prices?", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 125, Issue 3, 2010, s. 1145-1194.

Cheong, Chongcheul, Kim, Young-Jae, Yoon, Seong-Min: "Can We Predict Exchange Rate Movements at Short Horizons?", **Journal of Forecasting**, 2012, forthcoming.

Cheung, Yin-Wong, Lai, Kon S.: "A Fractional Cointegration Analysis of Purchasing Power Parity", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 11, Issue 1, 1993, s. 103-112.

Cheung, Yin-Wong, Chinn, Menzie D., Pascual, Antonio C.: "Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 24, Issue 7, 2005, s. 1150-1175.

Chinn, Menzie D.: "Non-linearities, Business Cycles and Exchange Rates", **Banca Monte dei Paschi di Sieana SpA Economic Notes**, Vol. 37, No: 3, 2008, s. 219-239.

Chinn, Menzie D., Meese, Richard A.: "Banking on Currency Forecast: How Predictable is Change in Money?" **Journal of International Economics**, Vol. 38, Issue 1-2, 1995, s.161-178.

Choi, In: "Unit Root Tests for Panel Data", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 20, Issue 2, 2001, s. 249-272.

Chong, Yanping, Jorda, Oscar, Taylor, Alan M.: "The Harrod-Balassa-Samuelson Hypothesis: Real Exchange Rates and Their Long-run Equilibrium", **International Economic Review**, 2012, forthcoming.

Christiano, Lawrence J., Eichenbaum, Martin, Evans, Charles L.: "Nominal Rigidities and The Dynamic Effects of A Shock to Monetary Policy", **Journal of Political Economy**, Vol. 113, Issue 1, 2005, s. 1-45.

Chudik, Alexander, Pesaran, M. Hashem: "Infinite Dimensional VARs and Factor Models", **Journal of Econometrics**, Vol. 163, Issue 1, 2011, s. 4-22.

Clarida, Richard H., Gali, Jordi: "Sources of Real Exchange Rate Fluctuations: How Important Are Nominal Shocks?"**Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No: 41, 1994, s. 1-56.

Clarida, Richard H., Taylor, Mark P.: "The Term Structure of Forward Exchange Premiums and the Forecastability of Spot Exchange Rates: Correcting the Errors", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 79, Issue 3, 1997, s. 353-361.

Clarida, Richard H., Waldman, Daniel: "Is Bad News about Inflation Good News for the Exchange Rate? And, If So, Can That Tell Us Anything about Monetary Policy?", **Asset Price and Monetary Policy** National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2008, s. 371-396.

Clarida, Richard H., Sarno, Lucio, Taylor, Mark P., Valente, Giorgio: "The Out-of-sample Success of Term Structure Models as Exchange Rate Predictors: A Step Beyond", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 61-83.

Clark, Todd E., McCracken, Michael W.: "Reality Checks and Comparisons of Nested Predictive Models", **Journal of Business and Economic Statistics,** Vol.30, Issue 1, 2012, s. 53-66.

Clark, Todd E., McCracken, Michael W.: "Testing for Unconditional Predictive Ability", **The Oxford Handbook of Economic Forecasting**, Oxford University Press, Oxford, 2011, s. 415-440.

Clark, Todd E., McCracken, Michael W.: "Tests of Equal Forecast Accuracy and Encompassing for Nested Models," **Journal of Econometrics**, Vol. 105, Issue 1, 2001, s. 85-110

Clark, Todd E., West, Kenneth D.: "Approximately Normal Tests for Equal Predictive Accuracy in Nested Models", **Journal of Econometrics**, Vol. 138, Issue 1, 2007, s. 291-311.

Clark, Todd E., West, Kenneth D.: "Using Out-of-sample Mean Squared Prediction Errors to Test The Martingale Difference Hypothesis", **Journal of Econometrics**, Vol. 135, Issue 1-2, 2006, s. 155-186.

Clinton, Kevin: "Transactions Costs and Covered Interest Arbitrage: Theory and Evidence", **Journal of Political Economy**, Vol. 96, Issue 2, 1988, s. 358-370.

Cochrane, John H.: "How Big Is the Random Walk in GNP?", **Journal of Political Economy**, Vol. 96, Issue 5, 1988, s. 893-920.

Copeland, Laurence S.: **Exchange Rates and International Finance**, Fourth Edition, Prentice Hall, Essex, 2005.

Corsetti, Giancarlo, Pesenti, Paolo: "Welfare and Macroeconomic Independence", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 116, No: 2, 2001, s. 421-445.

Cuaresma, Jesus Crespo, Hlouskova, Jaroslava: "Beating the Random Walk in Central and Eastern Europe", **Journal of Forecasting**, Vol. 24, Issue 3, 2005, s. 189-201.

Cumby, Robert E., Obstfeld, Maurice: "A Note on Exchange-rate Expectations and Nominal Interest Differentials: A Test of the Fisher Hypothesis", **Journal of Finance**, Vol. 36, No: 3, 1981, s. 697-703.

Cuthbertson, Keith: "Microfoundations and the Demand for Money", **Economic Journal**, Vol. 107, Issue 443, 1997, s. 1186-1201.

Cuthbertson, Keith, Nitzsche, Dirk: **Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange**, Second Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, 2004.

Çebi, Cem: "The Interaction Between Monetary and Fiscal Policies in Turkey: An Estimated New Keynesian DSGE Model", **Central Bank Of The Republic of Turkey Working Paper**, No: 11/04, 2011.

Della Corte, Pasquale, Tsiakas, Ilias: "Statistical and Economic Methods for Evaluating Exchange Rate Predictability", **Handbook of Exchange Rates**, John Wiley, Londra, 2012, s. 239-282.

Dickey David, Fuller, Wayne A.: "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with A Unit Root", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 74, Issue 366, 1979, s. 427-431.

Dickey David, Fuller, Wayne A.: "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with A Unit Root", **Econometrica**, Vol. 49, Issue 4, 1981, s. 1057-1072.

Diebold, Francis X., Mariano, Roberto S.: "Comparing Predictive Accuracy", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 13, Issue 3, 1995, s. 253-263.

Diewert, Erwin, Cuthbertson, Keith: "The New Methodological Developments for The International Comparison Problem", **Review of Income and Wealth**, Vol. 56, No: 1, 2010, s. 12-31.

Ding, Zhuanxin, Granger, Clive W.J.: "Modeling Volatility Persistence of Speculative Returns: A New Approach", **Journal of Econometrics**, Vol. 73, Issue 1, 1996, s. 185-215.

Ding, Zhuanxin, Granger, Clive W.J., Engle, Robert F.: "Along Memory Property of Stock Market Returns and A New Model", **Journal of Empirical Finance**, Vol. 1, Issue 1, 1993, s. 83-106.

Dixit, Avinash K.: "Hysteresis, Import Penetration and Exchange Rate Pass-Through", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 104, Issue 2, 1989, s. 205-228.

Doan, Thomas, Litterman, Robert B., Sims, Christopher A.: "Forecasting and Conditional Projection Using Realistic Prior Distributions", **Econometric Reviews**, Vol. 3, Issue 1, 1984, s. 1-100.

Dominguez, Kathryn M., Frankel, Jeffrey A.: "Does Foreign-exchange Intervention Matter? The Portfolio Effect", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 5, 1993, s. 1356-1369.

Dooley, Michael P., Isard, Peter: "A Portfolio-balance Rational-expectations Model of the Dollar-mark Exchange Rate", **Journal of International Economics**, Vol. 12, Issue 3-4, 1982, s. 257-276.

Dooley, Michael P., Isard, Peter: "Capital Controls, Political Risk and Deviations from Interest-rate Parity", **The Journal of Political Economy**, Vol. 88, No: 2, 1980, s. 370-384.

Doornik, Jurgen A.: "Testing General Restrictions on the Cointegrating Space", **Nuffiled College Oxford University Working Paper**, 1995.

Dornbusch, Rudiger: "Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 11, Issue 1, 1980, s. 143-206.

Dornbusch, Rudiger: "Expectations and Exchange Rate Dynamics", **Journal of Political Economy**, Vol. 84, No: 6, 1976, s. 1161-1176.

Dornbusch, Rudiger: "Purchasing Power Parity", **The New Palgrave: A Dictionary of Economics**, Macmillan, Londra, 1987, s. 1075-1085.

Dornbusch, Rudiger, Fischer, Stanley: "Exchange Rates and the Current Account", **American Economic Review**, Vol. 70, No: 5, 1980, s. 960-971.

Drunat, Jerome, Dufrenot, Gilles, Dunis, Christian, Mathieu, Laurent: "Stochastic or Chaotic Dynamics in High Frequency Exchange Rates?", **Forecasting Financial Markets: Exchange Rates, Interest Rates and Asset Management**, John Wiley and Sons, West Sussex, 1997, s. 33-49.

Dueker, Michael, Neely, Christopher J.: "Can Markov Switching Models Predict Excess Foreign Exchange Returns?", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 31, Issue 2, 2007, s. 279-296.

Dumas, Bernard: "Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rate in A Spatially Separated World", **Review of Financial Studies**, Vol. 5, Issue 2, 1992, s. 153-180.

Dumas, Bernard: "Partial Equilibrium versus General Equilibrium Models of the International Capital Market", **The Handbook of International Macroeconomics**, Blackwell Publishing, Cambridge, 1994, s. 506-534.

Edge, Rochelle M., Gürkaynak, Refet S.: "How Useful are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Bankers", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 41, Issue 2, 2010, s. 209-259.

Edge, Rochelle M., Kiley, Michael T., Laforte, Jean-Philippe: "Natural Rate Measures in An Estimated DSGE Model of The U.S. Economy", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 32, Issue 8, 2008, s. 2512-2535.

Egert, Balazs Halpern, Laszio, MacDonald, Ronald: "Equilibrium Exchange Rates in Transition Economies: Taking Stock of the Issues", **Journal of Economic Surveys**, Vol. 20, Issue 2, 2006, s. 257-324.

Eichenbaum, Martin, Evans, Charles L.: "Some Empirical Evidence on the Effects of Shocks to Monetary Policy on Exchange Rates", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 110, No: 4, 1995, s. 975-1010.

Eichengreen, Barry, Mody, Ashoka, Nedeljkovic, Milan, Sarno, Lucio: "How the Subprime Crisis Went Global: Evidence from Bank Credit Default Swap Spreads", **National Bureau of Economic Research Working Papers**, No: 14904, 2009.

Einzig, Paul: **The Theory of Forward Exchange**, Macmillan, Londra, 1937.

Elliott, Graham, Rothenberg, Thomas J., Stock, James H.: "Efficient Tests for An Autoregressive Unit Root", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 4, 1996, s. 813-836.

Engel, Charles: "The Real Exchange Rate, Real Interest Rates, and the Risk Premium", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 17116, 2011.

Engel, Charles, Hamilton, James D.: "Long Swings in The Dollar: Are They in The Data and Do Markets Know It", **American Economic Review**, Vol. 80, Issue 4, 1990, s. 689-713.

Engel, Charles, Rogers, John H.: "Deviations from Purchasing Power Parity: Causes and Welfare Costs", **Journal of International Economics**, Vol. 55, Issue 1, 2001, s. 29-57.

Engel, Charles, Rogers, John H.: "How Wide Is the Border?", **American Economic Review**, Vol. 86, Issue 5, 1996, s. 1112-1125.

Engel, Charles, West, Kenneth D.: "Exchange Rate and Fundamentals", **Journal of Political Economy**, Vol. 113, No: 3, 2005, s. 485-517.

Engel, Charles, West, Kenneth D.: "Taylor Rules and the Deutschemark-Dollar Real Exchange Rate", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 38, Issue 5, 2006, s. 1175-1194.

Engel, Charles, Mark, Nelson C. West, Kenneth D.: "Exchange Rate Models Are Not As Bad As You Think", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 22, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 381-441.

Engle, Robert F.: "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", **Econometrica**, Vol. 50, Issue 4, 1982, s. 987-1007.

Engle, Robert F.: "The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics", **Journal of Economic Perspective**, Vol. 15, Issue 4, 2001, s. 157-168.

Engle, Robert F., Bollerslev, Tim: "Modelling the Persistence of Conditional Variances", **Econometric Reviews**, Vol. 5, Issue 1, 1986, s. 1-50.

Engle, Robert F., Granger, Clive W.J.: "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", **Econometrica**, Vol. 55, Issue 2, 1987, s. 251-276.

Engle Robert F., Lee, Gary J.: "A Long-run and Short-run Component Model of Stock Return Volatility", **Cointegration, Causality and Forecasting**, Oxford University Press, Oxford, 1999, s. 475-497.

Engle, Robert F., Lilien, David M., Robins, Rusell P.: "Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model", **Econometrica**, Vol. 55, Issue 2, 1987, s. 391-407.

Evans, George W.: "A Test for Speculative Bubbles in the Sterling Dollar Exchange Rate: 1981-84", **American Economic Review**, Vol. 76, Issue 4, 1986, s. 621-636.

Fama, Eugene F.: "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", **Journal of Finance**, Vol. 25, No: 2, 1970, s. 383-423.

Fama, Eugene F.: "Efficient Capital Markets II", **Journal of Finance**, Vol. 46, No: 5, 1991, s. 1575-1617.

Fama, Eugene F.: "Forward and Spot Exchange Rates", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 14, Issue 3, 1984, s. 319-338.

Faust, Jon, Rogers, John H., Wright, Jonathan H.: "Exchange Rate Forecasting: The Errors We've Really Made", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 35-59.

Feenstra, Robert C., Kendall, Jon D.: "Pass-through of Exchange Rates and Purchasing Power Parity", **Journal of International Economics**, Vol. 43, Issue 1-2, 1997, s. 237-261.

Fleming, Marcus J.: "Domestic Financial Policies under Fixed and Under Floating Exchange Rates", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 9, No: 3, 1962, s. 369-380.

Flood, Robert P., Rose, Andrew K.: "Fixing Exchange Rates: A Virtual Quest for Fundamentals", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 36, Issue 1, 1995, s. 3-37.

Flood, Robert P.: Taylor, Mark P.: "Exchange Rate Economics: What's Wrong with the Conventional Macro Approach?" T**he Microstructure of Foreign Exchange Markets**, University of Chicago Press, Chicago, 1996, s. 261-294.

Focardi, Sergio M., Fabozzi, Frank J.: **Financial Modeling and Investment Management**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2004.

Fong, Wai-Ming, Valente, Giorgio, Fung, Joseph K.W.: "Covered Interest Arbitrage Profits: The Role of Liquidity and Credit Risk", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 34, Issue 5, 2010, s. 1098-1107.

Frankel, Jeffrey A.: "International Capital Mobility and Crowding Out in the US Economy: Imperfect Integration of Financial Markets or Goods Markets?", **How Open is the US Economy?**, Lexington Books, Lexington, 1986, s. 33-67.

Frankel, Jeffrey A.: "On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials", **American Economic Review**, Vol. 69, No: 4, 1979, s. 610-622.

Frankel, Jeffrey A.: "Recent Estimates of Time-Variation in the Conditional Variance and in the Exchange Risk Premium", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 7, Issue 1, 1988, s. 115-125.

Frankel, Jeffrey A.: "Zen and the Art of Modern Macroeconomics: A Commentary", **Monetary Policy for a Volatile Global Economy**, American Enterprise Institute, Washington, 1990, s. 117-123.

Frankel, Jeffrey A., Froot, Kenneth A.: "Using Survey Data to Test Standard Propositions Regarding Exchange Rate Expectations", **American Economic Review**, Vol. 77, Issue 1, 1987, s. 133-153.

Franses, Philip Hans, Van Dijk, Dick: "Modeling Multiple Regimes in the Business Cycle", **Macroeconomic Dynamics**, Vol. 3, Issue 3, 1999, s. 311-340.

Franses, Philip Hans, Van Dijk, Dick: **Nonlinear Time Series Model in Empircal Finance**, Second Edition, Cambridge University Press, New York, 2003.

Fratzscher, Marcel: "What Explains Global Exchange Rate Movements during the Financial Crisis?", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 28, Issue 8, 2009, s. 1390-1407.

Frenkel, Jacob A.: "Flexible Exchange Rates, Prices, and the Role of "News"": Lessons from the 1970s", **Journal of Political Economy**, Vol. 89, Issue 4, 1981, s. 665-705.

Frenkel, Jacob A.: "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", **Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 78, No: 2, 1976, s. 200-224.

Frenkel, Jacob A.: "Purchasing Power Parity: Doctrinal Perspective and Evidence from the 1920s", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 2, 1978, s. 169-191.

Frenkel, Jacob A. Johnson, Harry A.: **The Economics of Exchange Rates**, Addison-Wesley, Reading, 1978.

Frenkel, Jacob A., Levich, Richard M.: "Covered Interest Arbitrage: Unexploited Profits?", **Journal of Political Economy**, Vol. 83, Issue 2, 1975, s. 325-338.

Frenkel, Jacob A., Levich, Richard M.: "Transaction Costs and Interest Arbitrage: Tranquil versus Turbulent Periods", **Journal of Political Economy**, Vol. 85, Issue 6, 1977, s. 1209-1226.

Frensch, Richard, Schmillen, Achim: "Can We Identify Balassa-Samuelson Effects with Measures of Product Variety?", **Economic Systems**, Vol. 35, Issue 1, 2011, s. 98-108.

Froot, Kenneth A., Frankel, Jeffrey A.: "Forward Discount Bias: Is It An Exchange Risk Premium?", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 104, Issue 1, 1989, s. 139-161.

Froot, Kenneth A., Rogoff, Kenneth S.: "Perspectives on PPP and Long-run Real Exchange Rates", **Handbook of International Economics**, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, s. 1647-1688.

Fuller, Wayne A.: **Introduction to Statistical Time Series**, John Wiley and Sons, New York, 1976.

Gali, Jordi: **Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introdcution to New Keynesian Framework,** Princeton University Press, New Jersey, 2008.

Gandolfo, Giancarlo: **International Finance and Open-economy Macroeconomics**, Springer-Verlag, Berlin, 2002.

Geweke, John F., Feige, Edgar L.: "Some Joint Tests of the Efficiency of Markets for Forward Foreign Exchange", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 61, No: 3, 1979, s. 334-341.

Ghironi, Fabio, Melitz, Marc: "International Trade and Macroeconomics Dynamics with Heterogeneous Firms", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 3, 2005, s. 865-915.

Ghosh, Atish R., Wolf, Holger C.: "Pricing in International Markets: Lessons from The Economist", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 4806, 1994.

Giacomini, Raffaella, Rossi, Barbara: "Forecast Comparisons in Unstable Environments", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 25, Issue 4, 2010, s. 595-620.

Glosten, Lawrence R., Jagannathan, Ravi, Runkle, David E.: "On the Relation between The Expected Value and The Volatility of The Nominal Excess Return on Stocks", **Journal of Finance**, Vol. 48, No: 5, 1993, s. 1779-1801.

Gonzalez-Rivera, Gloria: "Smooth Transition GARCH Models", **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**, Vol. 3, No: 2, 1998, s. 61-78.

Gourinchas, Pierre-Olivier, Rey, Helene: "International Financial Adjustment", **Journal of Political Economy**, Vol. 115, Issue 4, 2007, s. 665-703

Granger, Clieve W.J.: "Strategies for Modelling Nonlinear Time-series Relationships", **The Economic Record**, Vol. 69, Issue 206, 1993, s. 233-238.

Granger, Clieve W.J., Joyeux, Roselyne: "An Introduction to Long Memory Time Series Models and Fractional Differencing", **Journal of Time Series Analysis**, Vol. 1, Issue 1, 1980, s. 15-29.

Granger Clieve W.J., Terasvirta, Timo: **Modelling Nonlinear Economic Relationships**, Oxford University Press, Oxford, 1993.

Gregorio, Jose De, Giovannini, Alberto, Wolf, Holger C.: "International Evidence on Tradables and Nontradables Inflation", **European Economic Review**, Vol. 38, Issue 6, 1994, s. 1225-1244.

Grice-Hutchinson, Marjorie: **The School of Salamanca: Readings in Spanish Monetary Theory 1544-1605**, Clarendon Press, Oxford, 1952.

Grilli, Vittorio, Roubini, Nouriel: "Liquidity and Exchange Rates", **Journal of International Economics,** Vol. 32, Issue 3-4, 1992, s. 339-352.

Grilli, Vittorio, Roubini, Nouriel: "Liquidity, Capital Controls and Exchange Rates", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 139-153.

Hadri, Kaddour: "Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data", **Econometric Journal**, Vol. 3, Issue 2, 2000, s. 148-161.

Hakkio, Craig S.: "A Re-examination of Purchasing Power Parity: A Multi-country and Multi-period Study", **Journal of International Economics**, Vol. 17, Issue 3-4, 1984, s. 265-277.

Hakkio, Craig S.: "Expectations and the Forward Exchange Rate", **International Economic Review**, Vol. 22, No: 3, 1981, s. 663-678.

Hamilton, James D.: "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle", **Econometrica**, Vol. 57, Issue 2, 1989, s. 357-384.

Hamilton, James D.: "Rational-expectations Econometric Analysis of Changes In Regime: An Investigation of the Term Structure of Interest Rates", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 12, Issue 2-3, 1988, s. 385-423.

Hamilton, James D.: **Time Series Analysis**, Princeton University Press, New Jersey, 1994.

Hannan, Edward J., Quinn, Barry G.: "The Determination of The Order of An Autoregression", **Journal of The Royal Statistical Society B**, Vol. 41, No: 2, 1979, s. 190-195.

Hansen, Bruce E.: "Inference When A Nuisance Parameter is not Identified under Null Hypothesis", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 2, 1996, s. 413-430.

Hansen, Bruce E.: "Tests for Parameter Instability in Regressions with I(1) Processes", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 10, No: 3, 1992, s. 321-335.

Hansen, Bruce E.: "The Likelihood Ratio Test Under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 7, Supplement, 1992, s. 561-582; "Erratum: The Likelihood Ratio Test Under Nonstandard Conditions: Testing the Markov Switching Model of GNP" **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 11, No: 2, 1996, s. 195-198.

Hansen, Lars Peter: "Large Sample Properties of Generalised Method of Moments Estimators", **Econometrica**, Vol. 50, No: 4, 1982, s. 1029-1054.

Hansen, Lars Peter, Hodrick, Robert J.: "Forward Exchange Rates as Optimal Predictors of Future Spot Rates: An Econometric Analysis", **Journal of Political Economy**, Vol. 88, Issue 5, 1980, s. 829-853.

Hansen, Peter R., Lunde, Asger: "A Forecast Comparison of Volatility Models: Does Anything Beat A GARCH (1,1)?", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 20, Issue 7, 2005, s. 873-889.

Harberger, Arnold C. "Currency Depreciation, Income and The Balance of Trade", **Journal of Political Economy**, Vol. 58, No: 1, 1950, s. 47-60.

Harrod, Roy: **International Economics**, James Nisbet, Londra, 1933.

Hausman, Jerry A.: "Specification Tests in Econometrics", **Econometrica**, Vol. 46, Issue 6, 1978, s. 1251-1271.

Hayashi, Fumio: **Econometrics**, Princeton University Press, New Jersey, 2000.

Hellerstein, Rebecca: "Who Bears the Cost of A Change in the Exchange Rate? Pass-through Accounting for the Case of Beer", **Journal of International Economics**, Vol. 76, Issue 1, 2008, s. 14-32.

Henderson, Callum: **Currency Strategy: The Practitioner's Guide to Currency Investing, Hedging and Forecasting**, Second Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, 2006.

Hendry David F., Mizon, Grayham E.: "Evaluating Dynamic Econometric Models by Encompassing the VAR", **Models, Methods and Applications of Econometrics**, Blackwell, Oxford, 1993, s. 272-300.

Hodrick, Robert J.: "An Empirical Analysis of the Monetary Approach to the Determination of the Exchange Rate", **Studies in the Economics of Exchange Rates**, Addison Wesley, Reading, 1978, s. 97-116.

Homaifar, Ghassem A.: **Managing Global Financial and Foreign Exchange Rate Risk**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2004.

Hooper, Peter, Morton, John: "Fluctuations in the Dollar: A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 1, Issue 1, 1982, s. 39-56.

Hosking, Jonathan R.M.: "Fractional Differencing", **Biometrika**, Vol. 68, No: 1, 1981, s. 165-176.

Hsieh, David A.: "Implications of Nonlinear Dynamics for Financial Risk Management", **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Vol. 28, No: 1, 1993, s. 41-64.

Hsieh, David A.: "Testing for Nonlinear Dependence in Daily Foreign Exchange Rates", **Journal of Business**, Vol. 62, No: 3, 1989, s. 339-368.

Huang, Roger D.: "The Monetary Approach to Exchange Rate in An Efficient Foreign Exchange Market: Tests Based on Volatility", **Journal of Finance**, Vol. 36, No: 1, 1981, s. 31-41.

Hull, John C.: **Options, Futures, & Other Derivatives**, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2002.

Hunt, Phil J., Kennedy, Joanne E.: **Financial Derivatives in Theory and Practice**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2000.

Im, Kyung So: "Least Square Approach to Non-Normal Disturbances", **University of Cambridge Department of Applied Economics Working Paper**, No: 9603, 1996.

Im, Kyung So, Pesaran, M. Hashem, Shin, Yongcheol: "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", **Journal of Econometrics**, Vol. 115, Issue 1, 2003, s. 53-74.

Imbs, Jean, Mumtaz, Haroon, Ravn, Morten, Rey, Helene: "PPP Strikes Back: Aggregation and the Real Exchange Rate", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 120, Issue 1, 2005, s. 1-43.

International Monetary Fund: (Independent Evaluation Office), "IMF Performance in the Run-Up to the Financial and Economic Crisis IMF Surveillance in 2004-07", **International Monetary Fund**, Washington DC., 2011,

International Monetary Fund: "Annual Report 2011: Pursuing Equitable and Balanced Growth Appendix II", **International Monetary Fund**, Washington DC., 2011.

Isard, Peter: "How Far Can We Push the "Law of One Price"?", **American Economic Review**, Vol. 67, Issue 5, 1977, s. 942-948.

Johansen, Soren: "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", **Econometrica**, Vol. 59, Issue 6, 1991, s. 1551-1580.

Johansen, Soren: **Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models**, Oxford University Press, Oxford, 1995.

Johansen, Soren: "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 12, Issue 2-3, 1988, s. 231-254.

Johansen, Soren, Juselius, Katarina: "Identification of the Long-run and the Short-run Structure: An Application to the ISLM Model", **Journal of Econometrics**, Vol. 63, Issue 1, 1994, s. 7-36.

Johansen, Soren, Juselius, Katarina: "Maximum Likelihood Estimation and Inferences on Cointegration with Applications to The Demand for Money", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 52, Issue 2, 1990, s. 169-210.

Jones, Charles, Lamont, M. Owen, Lumsdaine, Robin L.: "Macroeconomic News and Bond Market Volatility", **Journal of Financial Economics**, Vol. 47, Issue 3, 1998, s. 315-337.

Jongen, Ron, Verschoor, Willem F.C., Wolf, Christian C.F.: "Foreign Exchange Rates Expectations: Survey and Synthesis", **Journal of Economic Surveys**, Vol. 22, Issue 1, 2008, s. 140-165.

Jorion, Philippe: **Financial Risk Manager Handbook**, Fourth Edition, John Wiley and Sons, New Jersey, 2007.

Kaminsky,Graciela L.: "Is There A Peso Problem? Evidence from the Dollar/Pound Exchange Rate, 1976-1987", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 3, 1993, s. 450-472.

Kapetanios, George, Shin, Yongcheol, Snell, Andy: "Testing for A Unit Root in The Nonlinear STAR Framework", **Journal of Econometrics**, Vol. 112, Issue 2, 2003, s. 359-379.

Kasa, Kenneth: "Adjustment Costs and Pricing-to-Market: Theory and Evidence", **Journal of International Economics,** Vol. 32, Issue 1-2, 1992, s. 1-30.

Keynes, John Maynard: **A Tract on Monetary Reform**, Macmillan, Londra, 1923.

Keynes, John Maynard: **A Treatise on Money**, Volume 1, Macmillan, Londra, 1930.

Keynes, John Maynard: **Essays in Persuasion**, Harcourt Brace, New York, 1932.

Kilian, Lutz: "Exchange Rates and Monetary Fundamentals: What Do We Learn from Long-horizon Regressions", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 14, Issue 5, 1999, s. 491-510.

Kilian, Lutz, Taylor, Mark P.: "Why is It So Difficult to Beat The Random Walk Forecast of Exchange Rates?", **Journal of International Economics**, Vol. 60, Issue 1, 2003, s. 85-107.

Kim, Hyeongwoo, Moh, Young-Kyu: "A Century of Purchasing Power Parity Confirmed: The Role of Nonlinearity", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 29, Issue 7, 2010, s. 1398-1405.

Kleiber, Christian, Kotz, Samuel: **Statistical Size Distributions in Economics and Actuarial Sciences**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2003.

Knetter, Michael M.: "Did the Strong Dollar Increase Competition in U.S. Product Markets?", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 76, Issue 1, 1994, s. 192-195.

Knetter, Michael M.: "International Comparisons of Price-to-Market Behavior", **American Economic Review**, Vol. 83, Issue 3, 1993, s. 473-486.

Knetter, Michael M.: "Price Discrimination by U.S. and German Exporters", **American Economic Review**, Vol. 79, Issue 1, 1989, s. 198-210.

Kohlhagen, Steven W.: "A Model of Optimal Foreign Exchange Hedging without Exchange Rate Projections", **Journal of International Business Studies**, Vol. 9, No: 2, 1978, s. 9-19.

Kolmogorov, Andrey N.: "Uber die Analytischen Methoden in der Wahrscheinlichkeitrechnung," **Mathematische Annuale**, Vol. 104, Issue 1, 1931, s. 415-458. (Çev.) Albert N. Shiryayev "On Analytical Methods in Probability Theory", **Selected Works of A.N. Kolmogorov Vol. II: Probability Theory and Mathematical Statistics**, Kluwer, Dordrecht, 1992, s. 62-108.

Krager, Horst,
Kugler, Peter: "Nonlinearities in Foreign Exchange Markets: A Different Perspective", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 12, Issue 2, 1993, s. 195-208.

Krasker, William S.: "The "Peso Problem" in Testing the Efficiency of Forward Exchange Markets", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 6, Issue 2, 1980, s. 269-276.

Kravis, Irwing B., Lipsey, Robert E.: "National Price Levels and Price of Tradeables and Nontradables", **American Economic Review**, Vol. 78, No: 2, 1988, s. 474-478.

Krugman, Paul R.: "Crises: The Next Generation", **Economy Policy in the International Economy: Essays in Honor of Assaf Razin**, Cambrigde University Press, Cambirdge, 2002, s. 15-32.

Krugman, Paul R.: **Exchange Rate Instability**, The MIT Press, Cambridge, 1989.

Krugman, Paul R.: "Pricing to Market When the Exchange Rate Changes", **Real–financial Linkages Among Open Economies**, The MIT Press, Cambirdge, 1987, s. 49-70.

Krugman, Paul R.: "Purchasing Power Parity and Exchange Rates: Another Look at the Evidence", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 3, 1978, s. 397-407.

Kwiatkowski, Denis, Phillips, Peter C.B., Schmidt, Peter, Shin, Yongcheol: "Testing the Null Hypothesis of Stationarity against the Alternative of A Unit Root", **Journal of Econometrics**, Vol. 54, Issue 1-3, 1992, s. 159-178.

Kwon, Yue-Kuek: **Mathematical Models of Financial Derivatives,** Second Edition, Springer-Verlag, Berlin, 2008,

Lane, Philip R.: "The New Open Economy Macroeconomics: A Survey", **Journal of International Economics**, Vol. 54, Issue 2, 2001, s. 235-266.

Lee, Cheng,
Lee, Jack C.,
Lee, Alice C.: "Normal, Lognormal Distribution and Option Pricing Model", **Handbook of Quantitative Finance and Risk Management**, Springer-Verlag, New York, 2010, s. 421-428.

Lerner, Abba P.: "The Symmetry Between Export and Import Taxes", **Economica**, Vol. 3, No: 11, 1936, s. 306-313.

Levi, Maurice D.: **International Finance,** Fifth Edition, Routledge, New York, 2009.

Levich, Richard M.: "Empirical Studies of Exchange Rates: Price Behavior, Rate Determination, and Market Efficiency", **Handbook of International Economics**, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1985, s. 979-1040.

Levin, Andrew
Lin, Chien-Fu,
Chu, Chia-Shang J.: "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-sample Properties", **Journal of Econometrics**, Vol. 108, Issue 1, 2002, s. 1-24.

Lewis, Karen K.: "Can Learning Affect Exchange-rate Behavior? The Case of the Dollar in the Early 1980's", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 23, Issue 1, 1989, s. 79-100.

Lewis, Karen K.: "Changing Beliefs and Systematic Rational Forecast Errors with Evidence from Foreign Exchange", **American Economic Review**, Vol. 79, No: 4, 1989, s. 621-636.

Lewis, Karen K.: "Puzzles in International Financial Markets", **Handbook of International Economics**, Vol. 3, Elsevier, Amsterdam, 1995, s. 1913-1971.

Lewis, Karen K.: "Testing the Portfolio Balance Model: A Multi-lateral Approach", **Journal of International Economics**, Vol. 24, Issue 1-2, 1988, s. 109-127.

Li, Xiao-Ming: "How Do Exchange Rates Co-move? A study on The Currencies of Five Inflation-targeting Countries", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 35, Issue 2, 2011, s. 418-429.

Lipton, Alexander: **Mathematical Methods for Foreign Exchange: A Financial Engineer's Approach**, World Scientific Publishing, Toh Tuck Link, 2001.

Litterman, Robert B.: "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions-Five Years of Experience", **Journal of Business and Economic Statistics** Vol. 4, Issue 1, 1986, s. 25-38.

Liu, Jian,
Wu, Shiying,
Zidek, James V.:, "On Segmented Multivariate Regression", **Statistica Sinica**, Vol. 7, 1997, s. 497-525.

Lizondo, Jose Saul: "Foreign Exchange Futures Prices under Fixed Exchange Rates", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1-2, 1983, s. 69-84.

Ljung, Greta M.,
Box, George E.P.: "On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models", **Biometrika**, Vol. 65, Issue 2, 1978, s. 297-303.

London, Justin: **Modeling Derivatives in C++**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2005.

Lopez-Suarez, Carlos Felipe, Rodríguez-Lopez, Jose Antonio: "Nonlinear Exchange Rate Predictability", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 30, Issue 5, 2011, s. 877-895.

Lothian, James R., Taylor, Mark P.: "Purchasing Power Parity over Two Centuries: Strengthening the Case for Real Exchange Rate Stability", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 19, Issue 5, 2000, s. 759-764.

Lothian, James R., Taylor, Mark P.: "Real Exchange Rate Behavior: The Problem of Power and Sample Size", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 16, Issue 6, 1997, s. 945-954.

Lothian, James R., Taylor, Mark P.: "Real Exchange Rates over The Past Two Centuries: How Important is The Harrod-Balassa-Samuelson Effect?", **Economic Journal**, Vol. 118, Issue 532, 2008, s. 1742-1763.

Lothian, James R., Wu, Liuren: "Uncovered Interest Rate Parity over the Past Two Centuries", **Journal of International Money and Finance,** Vol. 30, Issue 3, 2011, s. 448-473.

Lubik, Thomas A., Schorfheide, Frank: "A Bayesian Look at New Open Economy Macroeconomics", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 20, The MIT Press, Cambridge, 2006, s. 313-382.

Lubik, Thomas A., Schorfheide, Frank: "Do Central Banks Respond to Exchange Rate Movements? A Structural Investigation", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 54, Issue 4, 2007, s. 1069-1087.

Lucas, Robert E.Jr: "Interest Rates and Currency Prices in A Two-Country World", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 10, Issue 3, 1982, s. 335-359.

Lucas, Robert E.Jr.: "Liquidity and Interest Rates", **Journal of Economic Theory**, Vol. 50, Issue 2, 1990, s. 237-264.

Lütkepohl, Helmut: **New Introduction to Multiple Time Series Analysis**, Springer-Verlag, New York, 2005.

Lyons, Richard K.: **The Microstructure Approach to Exchange Rates**, The MIT Press, Cambridge, 2001.

Lyuu, Yuh-Dauh: **Financial Engineering and Computation: Principles, Mathematics, Algorithms**, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

MacDonald, Ronald: **Exchange Rate Economics: Theories and Evidence**, Routledge, New York, 2007.

MacDonald, Ronald, Marsh, Ian W.: **Exchange Rate Modelling**, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999.

MacDonald, Ronald, Marsh, Ian W.: "On Fundamentals and Exchange Rates: A Cassellian Perspective", **The Review of Economics and Statistics**, Vol. 79, No: 4, 1997, s. 655-664.

MacDonald, Ronald, Taylor, Mark P.: "Risk, Efficiency and Speculation in the 1920s Foreign Exchange Market: An Overlapping Data Analysis", **Review of World Economics**, Vol. 127, Issue 3, 1991, s. 500-523.

MacDonald, Ronald, Taylor, Mark P.: "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-run Equilibrium and Forecasting", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 40, No: 1, 1993, s. 89-107.

MacDonald, Ronald, Taylor, Mark P.: "The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-run Relationships, Short-run Dynamics and How to Beat A Random Walk", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 13, Issue 3, 1994, s. 276-290.

MacKinnon, James G.: "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 11, Issue 6, 1996, s. 601-618

MacKinnon, James G., Haug, Alfred A., Michelis, Leo: "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 14, Issue 5, 1999, s. 563-577.

Maddala, Gangadharrao S., Wu, Shaowen: "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, Vol. 61, Special Issue, 1999, s. 631-652.

Mankiw, Gregory N., Reis, Ricardo: "Sticky Information in General Equilibrium", **Journal of the European Economic Association**, Vol. 5, No: 2-3, 2007, s. 603-613.

Mark, Nelson C.: "Changing Monetary Policy Rules, Learning, and Real Exchange Rate Dynamics", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 41, Issue 6, 2009, s. 1047-1070.

Mark, Nelson C.: "Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-horizon Predictability", **American Economic Review**, Vol. 85, Issue 1, 1995, s. 201-218.

Mark, Nelson C.: **International Macroeconomics and Finance: Theory and Econometric Methods**, Blackwell, Oxford, 2001.

Mark, Nelson C.: "On Time Varying Risk Premia in the Foreign Exchange Market: An Econometric Analysis", **Journal of Monetary Economics**, Vol. 16, Issue 1, 1985, s. 3-18.

Mark, Nelson C., Choi, Doo-Yull: "Real Exchange-rate Prediction over Long Horizons", **Journal of International Economics**, Vol. 43, Issue 1-2, 1997, s. 29-60.

Mark, Nelson C., Sul, Donggyu: "Nominal Exchange Rates and Monetary Fundamentals: Evidence from A Small Post Bretton-Woods Panel", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1, 2001, s. 3-24.

Markov, Andrei: **A.A. Markov's Selected Works**, Academy of Sciences, Moskova, 1951.

Marshall, Alfred: **Money, Credit and Commerce**, Macmillan, Londra, 1923.

McCallum, Bennett T.: "Rational Expectations and the Estimation of Econometric Models: An Alternative Procedure", **International Economic Review**, Vol. 17, No: 2, 1976, s. 484-490.

McCracken, Michael W.: "Asymptotics for Out of Sample Tests of Granger Causality", **Journal of Econometrics**, Vol. 140, Issue 2, 2007, s. 719-752.

McKinnon, Ronald I.: **Monetary Theory and Controlled Flexibility in the Foreign Exchanges**, International Finance Section of Princeton University, New Jersey, 1971.

McLaughlin, Michael P.: **Regress + Appendix A: A Compendium of Common Probability Distributions,** Third Edition, Regress+ Version 2.3, Virginia, 1999.

McLeod, A. Ian, Li, Wai Keung: "Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared Residual Autocorrelations", **Journal of Time Series Analysis**, Vol. 4, Issue 4, 1983, s. 269-273.

Meese, Richard A.: "Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates?", **Journal of Political Economy**, Vol. 94, Issue 2, 1986, s. 345-373.

Meese, Richard A., Rogoff, Kenneth S.: "Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?", **Journal of International Economics**, Vol. 14, Issue 1-2, 1983, s. 3-24.

Meese, Richard A., Rogoff, Kenneth S.: "The Out of Sample Failure of Empirical Exchange Models: Sampling Error or Misspesification", **Exchange Rates and International Macroeconomics**, University of Chicago Press, Chicago, 1983, s. 67-112.

Meese, Richard A., Rogoff, Kenneth S.: "Was It Real? The Exchange Rate-Interest Differential Relation over the Modern Floating-rate Period", **Journal of Finance**, Vol. 43, Issue 4, 1988, s. 933-948.

Meese, Richard A., Rose, Andrew K.: "An Empirical Assessment of Nonlinearities in Models of Exchange Rate Determination", **Review of Economic Studies**, Vol. 58, Issue 3, 1991, s. 603-619.

Merton, Robert C.: **Continuous Time Finance**, Revised Edition, Blackwell, Cambridge, 1992.

Merton, Robert C.: "Option Pricing When the Underlying Stock Returns Are Discontinuous", **Journal of Financial Economics**, Vol. 3, Issue 1-2, 1976, s. 125-144.

Michael, Panos, Nobay, Robert A., Peel, David A.: "Transaction Cost and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates: An Empirical Investigation", **Journal of Political Economy**, Vol. 105, Issue 4, 1997, s. 862-879.

Mills, Terence C.: **The Econometric Modelling of Financial Time Series**, Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1999.

Molodtsova, Tanya, Papell, David H.: "Out-of-sample Exchange Rate Predictability with Taylor Rule Fundamentals", **Journal of International Economics**, Vol. 77, Issue 2, 2009, s. 167-180.

Molodtsova, Tanya, Nikolsko-Rzhevskyy, Alex, Papell, David H.: "Taylor Rules and The Euro", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 43, No. 2–3, 2011, s. 535-552.

Montiel, Peter J.: **Macroeconomics in Emerging Markets**, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

Montiel, Peter J., Hinkle, Lawrence E.: "Exchange Rate Misalignment: An Overview", **Exchange Rate Misalignment: Concepts and Measurement for Developing Countries**, Oxford University Press, New York, 1999, s. 1-41.

Mundell, Robert A.: "A Theory of Optimum Currency Areas", **American Economic Review**, Vol. 51, No: 4, 1961, s. 657-665.

Mundell, Robert A.: "Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exhange Rates", **Canadian Journal of Economics and Political Science**, Vol. 29, No: 4, 1963, s. 475-485.

Mundell, Robert A.: "The Appropriate Use of Monetary and Fiscal Policy for Internal and External Stability", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 9, No: 1, 1962, s. 70-79.

Mussa, Michael: "Empirical Regularities in the Behavior of Exchange Rates and Theories of the Foreign Exchange Market", **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, Elsevier, Amsterdam, No:11, 1979, s. 9-57.

Mussa, Michael: "The Exchange Rate, the Balance of Payments and Monetary and Fiscal Policy under A Regime of Controlled Floating", **Scandinavian Journal of Economics**, Vol. 78, No: 2, 1976, s. 229-248.

Mussa, Michael: "The Theory of Exchange Rate Determination", **Exchange Rate Theory and Practice**, National Bureau of Economic Research Conference Report, University of Chicago Press, Chicago, 1984, s. 13-58.

Nawalkha, Sanjay K., Beliaeva, Natalia A., Soto, Gloria M.: **Dynamic Term Structure Modeling: The Fixed Income Valuation Course**, John Wiley and Sons, New Jersey, 2007.

Neely, Christopher J.: "Forecasting Foreign Exchange Volatility: Why is Implied Volatility Biased and Inefficient? And Does It matter?", **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, Vol. 19, Issue 1, 2009, s. 188-205.

Nelson, Daniel B.: "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach", **Econometrica**, Vol. 59, Issue 2, 1991, s. 347-370.

Nelson, Edward: **Dynamic Theories of Brownian Motion**, Second Edition, Princeton University Press, New Jersey, 2001.

Newey, Whitney K., West, Kenneth D.: "Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation", **Review of Economic Studies**, Vol. 61, No: 4, 1994, s. 631-653.

Ng, Serena, Perron, Pierre: "Lag Length Selection and The Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power", **Econometrica**, Vol. 69, Issue 6, 2001, s. 1519-1554.

Norman, Stephen: "How Well Does Nonlinear Mean Reversion Solve The PPP Puzzle?" **Journal of International Money and Finance**, Vol. 29, Issue 5, 2010, s. 919-937.

O'Connell, Paul G.: "The Overvaluation of Purchasing Power Parity", **Journal of International Economics**, Vol. 44, Issue 1, 1998, s. 1-19.

O'Connell, Paul G., Wei, Shan-Jin: "The Bigger They Are, The Harder They Fall: Retail Prices Differences across US Cities", **Journal of International Economics**, Vol. 56, Issue 1, 2002, s. 21-53.

Obstfeld, Maurice: "Floating Exchange Rates: Experience and Prospects", **Brookings Papers on Economic Activity**, Vol. 16, Issue *2*, 1985, s. 369-450.

Obstfeld, Maurice, Rogoff, Kenneth S.: "Exchange Rate Dynamics Redux", **Journal of Political Economy**, Vol. 103, No: 3, 1995, s. 624-660.

Obstfeld, Maurice, Rogoff, Kenneth S.: **Foundations of International Macroeconomics**, MIT Press, Cambridge, 1996.

Obstfeld, Maurice, Rogoff, Kenneth S.: "The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There A Common Cause?", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 15, The MIT Press, Cambridge, 2001, s. 339-412.

Obstfeld, Maurice, Stockman, Alan C.: "Exchange-Rate Dynamics", **Handbook of International Economics**, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 1985, s. 917-977.

Obstfeld, Maurice, Taylor, Alan M.: "Nonlinear Aspects of Goods-Market Arbitrage and Adjustment: Heckscher's Commodity Points Revisited", **Journal of the Japanese and International Economies**, Vol. 11, Issue 4, 1997, s. 441-479.

Officer, Lawrence H.: **Purchasing Power Parity and Exchange Rates: Theory, Evidence and Relevance**, JAI Press, Greenwich, 1982.

Ong, Li Lian: **The Big Mac Index: Applications of Purchasing Power Parity**, Macmillan, Londra, 2003.

Pagan, Adrian, Schwert, G.William: "Alternative Models for Conditional Models for Conditional Stock Volatility", **Journal of Econometrics**, Vol. 45, Issue 1–2, 1990, s. 267-290.

Palisade Corporation: **A Concise Summary of @RISK Probability Distribution Functions**, Palisade Corporation Directory, New York, 2002.

Park, Joon Y.: "Canonical Cointegrating Regressions", **Econometrica**, Vol. 60, Issue 1, 1992, s. 119-143.

Parsley David C., Wei, Shang-Jin: "Convergence to The Law of One Price Without Trade Barriers or Currency Fluctuations", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 111, Issue 4, 1996, s. 1211-1236.

Paya, Ivan: Peel, David A.: "Temporal Aggregation of An ESTAR Process: Some Implications for Purchasing Power Parity Adjustment", **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 21, Issue 5, 2006, s. 655-668.

Payaslioğlu, Cem: "A Tail Index Tour across Foreign Exchange Rate Regimes in Turkey", **Applied Economics**, Vol 41, Issue 3, 2009, s. 381-397**.**

Peel, David A., Taylor, Mark P.: "Covered Interest Rate Arbitrage in The Interwar Period and The Keynes-Einzig Conjecture", **Journal of Money, Credit and Banking**, Vol. 34, Issue 1, 2002, s. 51-75.

Pennacchi, George: **Theory of Asset Pricing**, Pearson Addison Wesley, Boston, 2008.

Pesaran, M. Hashem, Schuermann, Til, Smith, L. Vanessa: "Forecasting Economic and Financial Variables with Global VARs", **International Journal of Forecasting**, Vol. 25, Issue 4, 2009, s. 642-675.

Pesaran, M. Hashem, Schuermann, Til, Weiner, Scott: "Modelling Regional Interdependencies Using A Global Error-Correcting Macroeconometric Model", **Journal of Business and Economics Statistics**, Vol. 22, No: 2, 2004, s 129-162.

Phillips, Peter C.B.: "Understanding Spurious Regressions in Econometrics", **Journal of Econometrics**, Vol. 33, Issue 3, 1986, s. 311-340.

Phillips, Peter C.B., Hansen, Bruce E.: "Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes", **Review of Economics Studies**, Vol. 57, No: 1, 1990, s. 99-125.

Phillips, Peter C.B., Ouliaris, Sam: "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration", **Econometrica**, Vol. 58, Issue 1, 1990, s. 165-193.

Phillips, Peter C.B., Perron, Philips: "Testing for A Unit Root in Time Series Regressions", **Biometrika**, Vol. 75, Issue 2, 1988, s. 335-346.

Plato, Jan Von: **Creating Modern Probability: Its Mathematics, Physics and Philosophy in Historical Perspective**, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

Poon, Ser-Huang: **A Practical Guide for Forecasting Financial Market Volatility**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2005.

Qui, Mei,
Pinfold, John F.,
Rose, Lawrence C.:
"Predicting Foreign Exchange Movements Using Historic Deviations from PPP", **International Review of Economics and Finance,** Vol. 20, Issue 4, 2011, s. 485-497.

Radaelli, Giorgio:
Exchange Rate Determination and Control, Routledge, Londra, 1995.

Rapach, David E.,
Wohar, Mark E.:
"The Out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Real Exchange Rate Behavior", **International Journal of Forecasting**, Vol. 22, Issue 2, 2006, s. 341-361.

Reinhart Carmen M.
Reinhart, Vincent R.:
"Capital Flow Bonanzas: An Encompassing View of the Past and Present", **National Bureau of Economic Research International Seminar on Macroeconomics 2008**, The MIT Press, Cambridge, 2009, s. 9-62.

Richardson, David J.:
"Some Empirical Evidence on Commodity Arbitrage and the Law of One Price", **Journal of International Economics**, Vol. 8, Issue 2, 1978, s. 341-351.

Rogoff, Kenneth S.:
"Comment on Exchange Rate Models Are Not As Bad As You Think", **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annual**, Vol. 22, University of Chicago Press, Chicago, 2008, s. 443-452.

Rogoff, Kenneth S.:
"Essays on Expectations and Exchange Rate Volatility", **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Massachusetts Institute of Technology, mimeo, 1979.

Rogoff, Kenneth S.: "Exchange Rates in the Modern Floating Era: What Do We Really Know?", **Review of World Economics**, Vol. 145, Issue 1, 2009, s. 1-12.

Rogoff, Kenneth S.: "The Purchasing Power Parity Puzzle", **Journal of Economic Literature**, Vol. 34, Issue 2, 1996, s. 647-668.

Rogoff, Kenneth S.: "Traded Goods Consumption Smoothing and the Random Walk Behavior of The Real Exchange Rate", **Monetary and Economic Studies**, Vol. 10, No: 2, 1992, s. 1-29.

Rogoff, Kenneth S., Stavrakeva, Vania: "The Continuing Puzzle of Short Horizon Exchange Rate Forecasting", **National Bureau of Economic Research Working Paper**, No: 14071, 2008.

Rogoff, Kenneth S., Froot, Kenneth A., Kim, Michael: "The Law of One Price Over 700 Years", **International Monetary Fund Working Paper**, No: 174, 2001.

Roll, Richard: "Violations of Purchasing Power Parity and their Implications for Efficient International Commodity Markets", **International Finance and Trade**, Vol. 1, Ballinger, Cambridge, 1979, s. 133-176.

Sabate, Marcela, Gadea, Maria Dolores, Serrano, Jose Maria: "PPP and Structural Breaks: The Peseta Sterling Rate, 50 Years of Floating Regime", **Journal of International Money and Finance,** Vol. 22, Issue 5, 2003, s. 613-627.

Saikkonen, Pentti: "Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation", **Econometric Theory**, Vol. 8, No: 1, 1992, s. 1-27.

Samuelson, Paul A.: "Facets of Balassa-Samuelson Thirty Years Later", **Review of International Economics**, Vol. 2, Issue 3, 1994, s. 201-226.

Samuelson, Paul A.: "Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly", **Industrial Management Review**, Vol. 6, Issue 2, 1965, s. 41-49.

Samuelson, Paul A.: "Rational Theory of Warrant Pricing", **Industrial Managment Review**, Vol. 6, Issue 2, 1965, s. 13-39.

Samuelson, Paul A.: "Theoretical Notes on Trade Problems", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 46, No: 2, 1964, s. 145-154.

Sarno, Lucio: "Viewpoint: Towards A Solution to The Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", **Canadian Journal of Economics,** Vol. 38, Issue 3, 2005, s. 673-708.

Sarno, Lucio,
Passari, Evgenia: "Purchasing Power Parity in Tradable Goods", **Handbook of Exchange Rates**, John Wiley, Londra, 2012, s. 203-238.

Sarno, Lucio,
Taylor, Mark P.: "Moral Hazard, Asset Price Bubbles, Capital Flows, and the East Asian Crisis: The First Tests", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 18, Issue 4, 1999, s. 637-657.

Sarno, Lucio,
Taylor, Mark P.: "Purchasing Power Parity and Real Exchange Rates", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 49, No: 1, 2002, s. 65-105.

Sarno, Lucio, Taylor, Mark P.: "Real Exchange Rates under the Recent Float: Unequivocal Evidence of Mean Reversion", **Economics Letters**, Vol. 60, Issue 2, 1998, s. 131-137.

Sarno, Lucio, Taylor, Mark P.: **The Economics of Exchange Rates**, Cambridge University Press, New York, 2002.

Sarno, Lucio, Valente, Giorgio: "Deviations from Purchasing Power Parity under Different Exchange Rate Regimes: Do They Revert and, If So, How?", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 30, Issue 11, 2006, s. 3147-3169.

Sarno, Lucio, Taylor, Mark P., Chowdhury, Ibrahim: "Nonlinear Dynamics in Deviations from The Law of One Price: A Broad-based Empirical Study", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 23, Issue 1, 2004, s. 1-25.

Schwartz, Eduardo S.: "The Stochastic Behavior of Commodity Price: Implications for Valuation and Hedging", **Journal of Finance**, Vol. 52, No: 3, 1997, s. 923-973.

Schwarz, Gideon E.: "Estimating The Dimension of A Model", **Annals of Statistics**, Vol. 6, Issue 2, 1978, s. 461-464.

Seneta, Eugene: "Markov and The Birth of Chain Dependence Theory**", International Statistical Review**, Vol. 64, Issue 3, 1996, s. 255-263.

Sentana, Enrique: "Quadratic ARCH Models", **Review of Economic Studies**, Vol. 62, Issue 4, 1995, s. 639-661.

Sims, Christopher A.: "An Autoregressive Index Model for the U.S. 1948-1975", **Large-scale Macro-econometric Models**, Elsevier, Amsterdam, 1981, s. 283-327.

Sims, Christopher A.: "Macroeconomics and Reality", **Econometrica**, Vol. 48, Issue 1, 1980, s. 1-48.

Sims, Christopher A.: "Money, Income and Causality", **American Economic Review**, Vol. 62, No: 4, 1972, s. 540-552.

Smets, Frank, Wouters, Rafael: "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach", **American Economic Review**, Vol. 97, No: 3, s. 586-606.

Spanos, Aris: **Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modeling with Observational Data**, Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

Stock, James H., Watson, Mark W.: "Testing for Common Trends", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 83, No: 404, 1988, s. 1097-1107.

Stock, James H., Watson, Mark W.: "A Simple Estimator Of Cointegrating Vectors In Higher Order Integrated Systems", **Econometrica**, Vol. 61, Issue 4, 1993, s. 783-820.

Stockman, Alan C.: "A Theory of Exchange Rate Determination", **Journal of Political Economy**, Vol. 88, No: 4, 1980, s. 673-698.

Stockman, Alan C.: "The Equilibrium Approach to Exchange Rates", **Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review**, Vol. 73, Issue 2, 1987, s. 12-30.

Summers, Robert:
Heston, Alan: "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons 1950-1988", **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 106, Issue 2, 1991, s. 327-368.

Takagi, Shinji: "Exchange Rate Expectations: A Survey of Survey Studies", **International Monetary Fund Staff Papers**, Vol. 38, No: 1, 1991, s. 156-183.

Taylor, Alan M.,
Taylor, Mark P.: "The Purchasing Power Parity Debate", **Journal of Economic Perspectives**, Vol. 18, No: 4, 2004, s. 135-158.

Taylor, Mark P.: "Covered Interest Arbitrage and Market Turbulence", **Economic Journal**, Vol. 99, Issue 396, 1989, s. 376-391.

Taylor, Mark P.: "Covered Interest Parity: A High-Frequency, High-quality Data Study", **Economica**, Vol. 54, Issue 216, 1987, s. 429-438.

Taylor, Mark P.: "Real Exchange Rates and Nonlinearities", **Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?**, The MIT Press, Cambridge, 2005, s. 87-124.

Taylor, Mark P.,
Peel, David A.: "Nonlinear Adjustment, Long-run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals", **Journal of International Money and Finance**, Vol. 19, Issue 1, 2000, s. 33-53.

Taylor, Mark P., Peel, David A.: "Periodically Collapsing Stock Price Bubbles: A Robust Test", **Economics Letters**, Vol. 61, Issue 2, 1998, s. 221-228.

Taylor, Mark P., Sarno, Lucio: "The Behavior of Real Exchange Rates during the Post-Bretton Woods Period", **Journal of International Economics**, Vol. 46, Issue 2, 1998, s. 281-312.

Taylor, Mark P., Peel, David A., Sarno, Lucio: "Nonlinear Mean Reversion in Real Exchange Rates: Towards A Solution to The Purchasing Power Parity Puzzles", **International Economic Review**, Vol. 42, Issue 4, 2001, s. 1015-1042.

Taylor, Steven J.: **Modelling Financial Time Series**, John Wiley and Sons, Chicheste, 1986.

Terasvirta, Timo: "Modelling Economic Relationships with Smooth Tansition Regressions", **Handbook of Applied Economic Statistics**, Marcel Dekker, New York, 1998, s. 507-522.

Terasvirta, Timo: "Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models", **Journal of The American Statistical Association** Vol. 89, No: 425, 1994, s. 208-218.

Throop, Adrian: "A Generalized Uncovered Interest Parity Model of Exchange Rates", **Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Review**, Vol. 93, Issue 2, 1993, s. 3-16.

Tica, Josip, Druzic, Ivo: "The Harrod Balassa Samuelson Effect: A Survey of Empirical Evidence", **University of Zagreb Faculty of Economics and Business Working Paper Series**, No: 686, 2006

Tirole, Jean: "On the Possibility of Speculation under Rational Expectations", **Econometrica**, Vol. 50, No: 5, 1982, s. 1163-1181.

Tong, Howell: "A Personal Overview of Non-linear Time Series Analysis from A Chaos Perspective", **Scandinavian Journal of Statistics**, Vol. 22, No: 4, 1995, s. 399-445.

Tong, Howell: **Nonlinear Time Series: A Dynamical System Approach**, Oxford University Press, Oxford, 1990.

Tong, Howell: "On A Threshold Model", **Pattern Recognition and Signal Processing**, Sijthoff and Noordhoff, Amsterdam, 1978, s. 101-141.

Tong, Howell: **Threshold Models in Non-Linear Time Series Analysis**, Springer-Verlag, New York, 1983.

Tong, Howell, Lim, Keng S.: "Threshold Autoregressions, Limit Cycles and Data", **Journal of the Royal Statistical Society B**, Vol. 42, No: 3, 1980, s. 245-292.

Topper, Jürgen: **Financial Engineering with Finite Elements**, John Wiley and Sons, West Sussex, 2005.

Tovar, Camilo E.: "DSGE Models and Central Banks", **Economics**, Vol. 3, Issue 16, 2009, s. 1-31.

Uz, İdil, Ketenci, Natalya: "Exchange Rate Determination: Monetary Approach in The New EU Members and Turkey", **Applied Economics Letters**, Vol. 17, No: 10, 2010, s. 963-967.

Vasicek, Oldridch: "An Equilibrium Characterization of The Term Structure", **Journal of Financial Economics**, Vol. 5, Issue 2, 1977, s. 177-188.

Visser, Hans: **A Guide to International Monetary Economics: Exchange Rate Theories, Systems and Policies**, Third Edition, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2004.

Walck, Christian: **Handbook on Statistical Distributions**, Third Edition, Particle Physics Group University of Stockholm Internal Report, Stockholm, 2001, s. 124-131.

Wang, Zhu-fang, Zhong, Sheng-jun: "Application Continuous Time Markov Process to Forecast Exchange Rate", **Proceeding of International Joint Conference on Artificial Intelligence 2009**, Hainan Adası, Çin Halk Cumhuriyeti, 25-26 Nisan 2009, s. 63-66.

Wang, Peijie: **Financial Econometrics**, Second Edition, Routledge, New York, 2009.

Wang, Peijie: **The Economics of Foreign Exchange and Global Finance**, Springer-Verlag, Berlin, 2005.

West, Kenneth D.: "Asymptotic Inference about Predictive Ability", **Econometrica**, Vol. 64, Issue 5, 1996, s. 1067-1084.

West, Kenneth D., Cho, Dongchul: "The Predictive Ability of Several Models of Exchange Rate Volatility, **Journal of Econometrics**, Vol. 69, Issue 2, 1995, s. 367-391.

West, Kenneth D., McCracken, Michael W.: "Regression Based Tests of Predictive Ability", **International Economic Review**, Vol. 39, Issue 4, 1998, s. 817-840.

White, Halbert: "A Heteroskedasticity Consistent Covariance Matrix and A Direct Test for Heteroskedasticity", **Econometrica**, Vol. 48, Issue 4, 1980, s. 817-838.

Williams, Jeffrey C., Wright, Brain D.: **Storage and Commodity Markets**, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

Wilmott, Paul: **Paul Wilmott on Quantative Finance**, Second Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, 2006.

Woodford, Michael: "Convergence in Macroeconomics: Elements of the New Synthesis", **American Economic Journal: Macroeconomics**, Vol. 1, Issue 1, 2009, s. 267-279.

Woodford, Michael: **Interest and Prices: Foundations of A Theory of Monetary Policy**, Princeton Universty Press, New Jersey, 2003.

Xiao, Linlan, Aydemir, Abdurrahman: "Volatility Modelling and Forecasting in Finance", **Forecasting Volatility in the Financial Markets**, Third Edition, Elsevier, Amsterdam, 2007, s. 1-46.

Yang, Jian, Su, Xiaojing, Kolari, James W.: "Do Euro Exchange Rates Follow A Martingale? Some Out-of-sample Evidence", **Journal of Banking and Finance**, Vol. 32, Issue 5, 2008, s. 729-740.

Yılmaz, Kamil: "Martingale Property of Exchange Rates and Central Bank Intervention", **Journal of Business and Economic Statistics,** Vol. 21, No: 3, 2003, s. 383-395.

Zakoian, Jean-Michel: "Threshold Heteroscedastic Models", **Journal of Economic Dynamics and Control**, Vol. 18, Issue 5, 1994, s. 931-955.

Zellner, Arnold: "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias", **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 57, Issue 298, 1962, s. 348-368.

Zhang, Zhichao: "Real Exchange Rate Misalignment in China: An Empirical Investigation", **Journal of Comparative Economics**, Vol. 29, Issue 1, 2001, s. 80-94.

Zivot, Eric,
Andrews, Donald W.K.: "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-root Hypothesis", **Journal of Business and Economic Statistics**, Vol. 10, Issue 3, 1992, s. 251-270.

Zivot, Eric:
Wang, Jiahui: **Modelling Financial Time Series with S-PLUS**, Second Edition, Springer-Verlag, New York, 2006.

ÖZGEÇMİŞ

28.12.1984 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. 2002 yılında Kabataş Erkek Lisesinden mezun olup, 2006 yılında İstanbul Üniversitesi Ekonometri Bölümünü üçüncülük ile bitirmiştir. 2008 yılında "Finansal Türev Piyasaları: Forward, Futures, Opsiyon ve Döviz üzerine Bir Uygulama" isimli tezi ile İstanbul Üniversitesi İktisat Teorisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamlayan Giray Gözgör, aynı zamanda Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) İleri Düzey ve SPK Türev Araçlar Lisanslarına sahiptir.

2009 yılı Eylül ayından itibaren Doğuş Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olup, Finansal Ekonomi, Makroekonomi ve Uluslararası Ekonomi alanlarındaki, indeksli uluslararası dergilerde yayınlanmış makaleleri bulunmaktadır.