T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
FİNANSAL İKTİSAT VE BANKACILIK PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

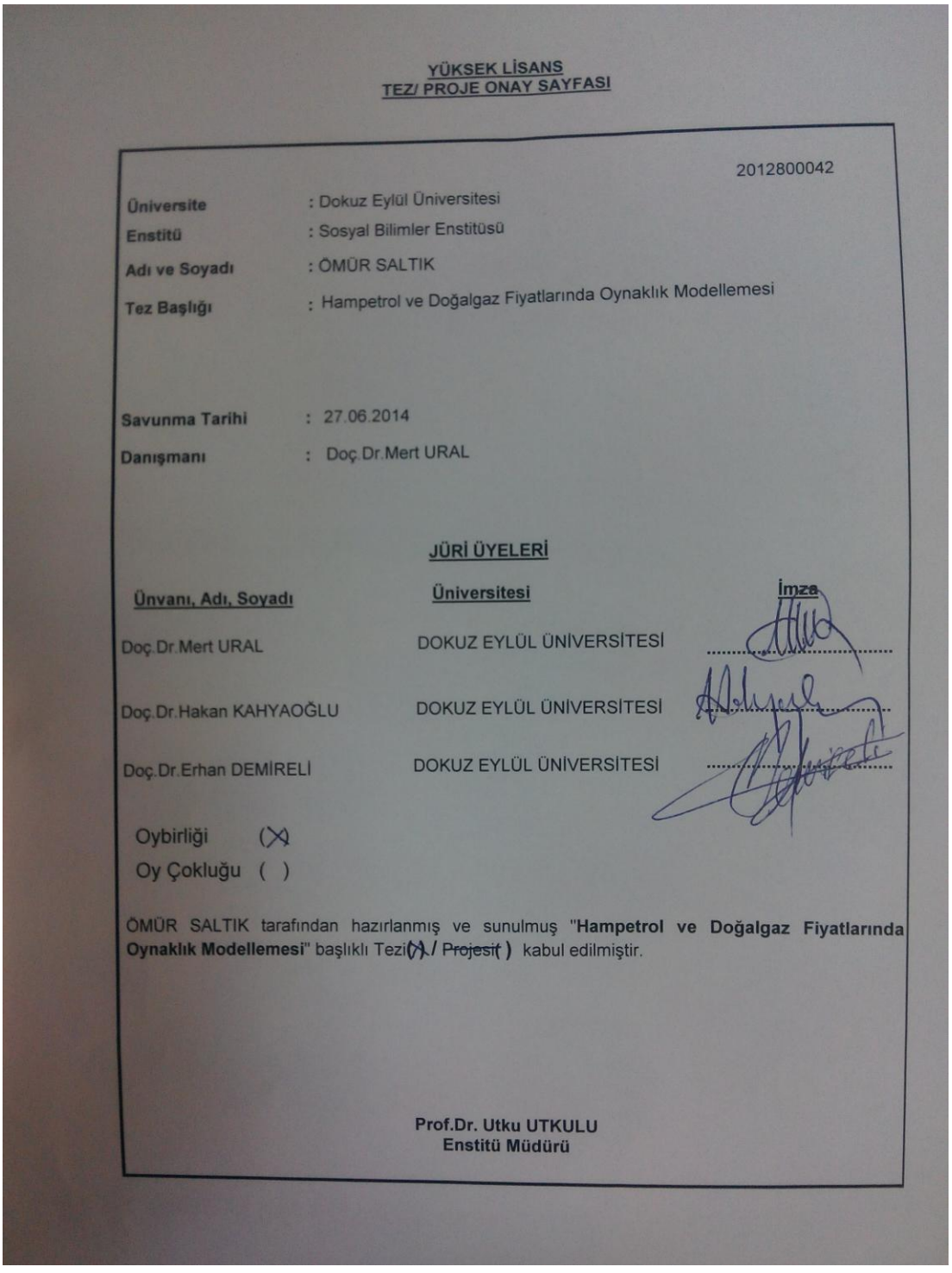
HAMPETROL VE DOĞALGAZ FİYATLARINDA OYNAKLIK MODELLEMESİ

Ömür SALTIK

Danışman
Doç. Dr. Mert URAL

İZMİR-2014

TEZ ONAY SAYFASI



YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

2012800042

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : ÖMÜR SALTIK
Tez Başlığı : Hampetrol ve Doğalgaz Fiyatlarında Oynaklık Modellemesi

Savunma Tarihi : 27.06.2014
Danışmanı : Doç.Dr.Mert URAL

JÜRİ ÜYELERİ

Ünvanı, Adı, Soyadı	Üniversitesi	İmza
Doç.Dr.Mert URAL	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	.....
Doç.Dr.Hakan KAHYAOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	.....
Doç.Dr.Erhan DEMİRELİ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	.....

Oybirliği (X)
Oy Çokluğu ( )

ÖMÜR SALTIK tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "**Hampetrol ve Doğalgaz Fiyatlarında Oynaklık Modellemesi**" başlıklı Tezi(X) / ~~Projesi~~( ) kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **"Hampetrol ve Doğalgaz Fiyatlarında Oynaklık Modellemesi"** adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

…/…/2014

Ömür SALTIK

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Hampetrol ve Doğalgaz Fiyatlarında Oynaklık Modellemesi

Ömür SALTIK

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

Finansal İktisat ve Bankacılık Programı

Enerji fiyatları anlamında özellikle, ham petrol ve doğal gaz fiyatları gibi günlük olarak ani fiyat hareketleri sergileyen finansal zaman serilerinin analizi birçok kuruluş ve bireysel yatırımcılar açısından hayati öneme sahiptir. Bu serilerin en uygun zaman serileri modelleri ile modellenip, risk hesaplamalarında ileriye dönük olarak tahminlerin ve bu serilerdeki değişimleri gösterecek analizlerin yapılması giderek daha fazla önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, dünyada kendi sınıflarında gösterge olarak kabul edilen ham petrol (WTI) ve doğal gaz (Henry Hub) spot piyasa fiyatlarındaki oynaklığın 02.01.2009 – 28.04.2014 ve 04.01.2010-28.04.2014 olmak üzere iki ayrı dönem itibariyle GARCH tipi modellerle (ARCH, GARCH, IGARCH, GJRGARCH, EGARCH, FIGARCH, FIAPARCH) analiz edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların öngörü performansları "Kayıp Fonksiyonları (Loss Functions)" yardımıyla test edilmiş ve en az kaybı sunan model belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kayıp Fonksiyonları (MAE, MSE), GARCH Tipi Modeller, WTI, Henry Hub

ABSTRACT

Master's Thesis

Volatility Modelling In Crude Oil and Natural Gas Prices

Ömür SALTIK

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Economics

Financial Economics and Banking Program

Analyzing financial time series like crude oil and natural gas price which exhibits sudden price movements are crucial for most of the institutions and individual investors, especially, in terms of energy prices. Modelling of this series via the most appropriate time series models, making future forecast over risk calculation and analysis about highligtening the changes of the series are getting more important.

In this paper, as a benchmark capability in their own segment, crude oil (WTI) and natural gas (Henry Hub) spot market price volatility is analysing for two different terms which cover 02.01.2009 – 28.04.2014 and 04.01.2010-28.04.2014 with GARCH (ARCH, GARCH, IGARCH, GJRGARCH, EGARCH, FIGARCH, FIAPARCH) class models. The forecasting performance of the results are evaluated with "Loss Functions" and the minimum lossy model was tried to detected.

Keywords: Loss Functions (MAE, MSE), GARCH Types Models, WTI, Henry Hub

HAMPETROL VE DOĞALGAZ FİYATLARINDA OYNAKLIK MODELLEMESİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
YEMİN METNİ iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
İÇİNDEKİLER vi
KISALTMALAR ix
TABLOLAR LİSTESİ xiii
GRAFİKLER LİSTESİ xiii

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
ÖNEMLİ ENERJİ KAYNAKLARINA DAYALI PİYASALAR

I. KÜRESEL HAM PETROL VE DOĞAL GAZ PİYASASINDA FİYAT GELİŞMELERİ 3
II. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER 14
A. Arz ve Talep Kaynaklı Gelişmelerin Rolü 14
B. Ham Petrol ve Doğal Gaz Fiyatlarını Etkileyen Diğer Faktörler 22
III. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARININ MAKROEKONOMİK GÖSTERGELER İLE İLİŞKİSİ 30
A. Büyüme, Enflasyon ve İşsizlik ile İlişkiler 33
B. Borsa ve Yatırım ile İlişkiler 35
C. Pariteler ve Dış Ticaret ile İlişkiler 38

İKİNCİ BÖLÜM
İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNDE DEĞİŞEN VARYANS OYNAKLIK TAHMİN MODELLERİ

I. FİNANSAL PİYALARDA BELİRSİZLİĞİN KAYNAKLARI 50
II. RİSKİN ÖNGÖRÜLEBİLİRLİĞİ 51
A.Zimni Oynaklık 59
B. Gerçekleşen Oynaklık 62
C.Tarihsel Oynaklık 63
III. DEĞİŞEN VARYANSIN TAHMİNİNE YÖNELİK TEK DEĞİŞKENLİ YAKLAŞIMLAR 65
A. ARCH Modeli 67
B. GARCH Modeli 68
C. IGARCH Modeli 70
D. GJRGARCH Modeli 71
E. EGARCH Modeli 72
F. FIGARCH ve FIAPARCH Modelleri 73
IV. KAYIP FONKSİYONLARI 75

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
HAM PETROL VE DOĞAL GAZ PİYASASINDA ETKİN KORUNMAYA YÖNELİK BİR ANALİZ

I. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINDA OYNAKLIK MODELLEMESİNE YÖNELİK YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR 77
II. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARININ TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERİ 102
III. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINA YÖNELİK OYNAKLIK MODELLEMESİ 107
IV. OYNAKLIK MODELLERİNİN PERFORMANS ANALİZLERİ VE KAYIP FONKSIYONLARI 114

SONUÇ 130
KAYNAKÇA 136

KISALTMALAR

AAU	Kararlaştırılmış Miktarsal Birim (Assigned Amount Unit)
ABD	Amerika Bileşik Devletleri
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
APARCH	Asimetrik Güç Otoregresif Koşullu Varyans (Assymetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
APGARCH	Asimetrik Güç Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (Assymetric Power Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
API	Amerikan Petrol Enstitüsü (American Petroleum Institute)
ARAMCO	Amerikan – Arap Şirketi
ARCH	Otoregresif Değişen Varyans (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average)
BP	İngiliz Petrolü (British Petroleum)
BSM	Black, Scholes and Merton Modeli
CBOT	Chikago Ticaret Borsası (Chicago Board of Trade)
CDM	Temiz Gelişim Mekanizması (Clean Development Mechanism)
CDS	Kredi Temerrüt Takasları (Credit Default Takass)
CGARCH	Bütünsel Genelleştirilmiş Değişen Varyans (Component Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
CTL	Likit Kömür (Coal to Liquids)

CV	Koşullu Varyans (Conditional Volatility)
DME	Dubai Emtia Borsası (Dubai Mercantile Exchange)
DSA	Dinamik Seriler Analizi (Dynamic Series Analysis)
EGARCH	Üssel Gnelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans (Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
EIA	Enerji Bilgilendirme Dairesi (Energy Information Adminastrion)
EU	Avrupa Birliği (European Union)
FOB	Free On board
FIGARCH	Kısmi Bütünleşik Genelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans (Fractionally Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
GDP	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (Gross Domestic Product)
GHG	Yeşil Sera Gazı (Green House Gas)
GSYİH	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GTL	Likit Gaz (Gas to Liquids)
ICE	Kıtalararası Menkul Kıymet Borsası (Intercontinental Exchange)
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
IEF	Uluslararası Enerji Forumu (International Energy Forum)
IMF	Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund)
LNG	Likit Doğal Gaz (Liquid Natural Gas)
LTSA	Doğrusal Zaman Serileri Analizi (Linear Time Series Analysis)
MAE	Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)

MBTU	Milyon Başına İngiliz Btu (Per Million British Btu)
MSCI	Morgan Stanley Capital International
MSE	Ortalama Hata Kare (Mean Squarred Error)
NBP	Ulusal Dengeleme Noktası (Natioanal Balancing Point)
NATO	Kuzey Atlantik Barış Örgütü (North Atlantic Treaty Organisation)
NYHCRG	New York Limanı Klasik Normal Gasoline
RCGR	Rotterdam Klasik Normal Motorin
NYMEX	New York Menkul Kıymetler Borsası (New York Merchantile Exchange)
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organisation of Petrolleum Exporting Countires)
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-orperation and Development)
OTC	Tezgahüstü Piyasalar (Over the Counter)
PMI	Satınalma Yöneticileri Endeksi (Purchasing Manager Index)
R/Ü	Rezerv Üretim Rasyosu
SPE	Petrol Mühendisleri Organizasyonu (Petroleum Engineer Organisation)
SV	Stokastik Oynaklık (Stochastik Volatility)
SS	Sayfadan Sayfaya
TEC	Threshold Error Correction (Eşikdeğer Hata Düzeltme)

TBRIC	Türkiye- Brezilya- Rusya- Hindistan- Çin (Turkey- Brazil- Russia- India- China)
VAR	Vektör Otoregresif (Vector Autoregressive)
VECM	Vektör Hata Düzeltme Modeli (Vector Error Correction Model)
VIX	Oynaklık Endeksi (Volatility Index)
WB	Dünya Bankası (World Bank)
WTI	Batı Teksas Orta Dereceli Ham Petrolü (WTI)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Dubai, Brent, Nijerya Forçados, WTI Spot Piyasa Fiyatları: 1972-2012 s. 21

Tablo 2: Doğal Gaz (Henry Hub) ve Ham Petrol (WTI) Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler: 02.01.2009-28.04.2014. s. 103

Tablo 3: 02.01.2009-28.04.2014 WTI Analiz Sonuçları s. 109

Tablo 4: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub Analiz Sonuçları s. 112

Tablo 5: 02.01.2009-28.04.2014 WTI GARCH Modelleri Performans Analizi s. 117

Tablo 6: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub GARCH Modelleri Performans Analizi s. 117

Tablo 7: Doğal Gaz (Henry Hub) ve Ham Petrol (WTI) Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler: 04.01.2010-28.04.2014 s. 118

Tablo 8: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Analiz Sonuçları s. 123

Tablo 9: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Analiz Sonuçları s. 126

Tablo 10: 04.01.2010-28.04.2014 WTI GARCH Modelleri Performans Analizi s. 129

Tablo 11: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub GARCH modelleri Performans Analizi s. 129

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Varil Başına Ham Petrol Fiyatları Dünyada Geçekleşen Önemli Olaylar:1861-2012 (2012 ve sabit Dolar Fiyatlarıyla) s. 22
Grafik 2: 4 Haziran 1993- 31 Aralık 2007 Brent ve WTI Günlük Fiyatlar s. 27
Grafik 3: Henry Hub Doğal Gaz Spot Piyasa Fiyatı 1 Eylül 2004-1 Eylül 2005 s. 28
Grafik 4: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Histogramı s. 104
Grafik 5: 02.01.2009- 28.04.2014 WTI Getiri Serisi Grafiği s. 105
Grafik 6: 02.01.20109-28.04.2014 WTI Getiri Serisi Histogramı s. 106
Grafik 7: 02.01.2009–28.04.2014 WTI Serisi Grafiği s. 107
Grafik 8: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Histogramı s. 120
Grafik 9: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Grafiği s. 120
Grafik 10: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Getiri Serisi Histogramı s. 121
Grafik 11: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Serisi Grafiği s. 122

GİRİŞ

Spot ve türev piyasalarda petrol ve doğal gaz başta New York Mercantile Exchange (NYMEX)) ve Chicago Board of Trade (CBOT) olmak üzere 1986'dan bu yana işlem görmeye başlamıştır. Bu iki emtianın fiyat oynaklıklarının doğru bir şekilde tahmin edilmesi politika yapıcıların karar mekanizmalarında, üretim ve rafineri sektöründe faaliyet gösteren firmaların korunma stratejilerinde ve emtia piyasalarının kısa vadeli fiyat hareketlerine bağlı kazançlar peşinde koşan yatırımcıların işlem stratejilerinde çok önemli bir rol oynamaktadır.

Neoklasik ekonomide homoeconomicus (iktisadi insan) minimum maliyetle maksimum faydayı (kârı) elde etmeye çalışırken enaz risk almayı tercih etmektedir. Doğal gaz ve petrol piyasasında risk algılamasındaki dinamikleri oluşturan etmenlere bakıldığı zaman yüksek oynaklık, yüksek yoğunlukta sıçramalar, yukarı yönlü ani eğilimler, kabarcıklar, durağan olmayışlık gibi özellikler mevcut olup, fiyat ve getirilerin aslında sürekli olarak dengede olmadığına kanıt olarak sunulabilir.

Finansal zaman serilerinin temel özellikleri arasında yer alan değişen varyans problemi geleneksel zaman serisi yöntembilimlerinin birçoğunun fiyat oynaklıklarının belirlenmesinde yetersiz kalmasına neden olabilmektedir.

Değişen varyans, vektör (dizilim) içerisindeki rassal değişkenlerin herbirisinin incelenen dönem içerisinde farklı varyanslara sahip olmasıdır. Değişen varyansın varlığı regresyon analizleri uygulamalarında oldukça derin endişelere yol açmaktadır, varyansın dahil edildiği analizlerde, tanımlayıcı istatistiklerin geçersizliğine modelleme hatalarının korelasyonsuz olduğuna ve normal dağılım sergliediğine ve varyasın kurulan modele göre değişim göstermediğine dair sorunlara yol açmaktadır.

Oynaklık genellikle türev ürünlerin fiyatını etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir. Dahası oynaklık, firmaların üretiminin fırsat maliyeti, işlem maliyetleri ve marjinal üretim maliyetini etkileyebilecektir. Bununla birlikte, bir değişkenin ortalamasına yönelik olarak etkin ekonometrik çıkarımlar yapabilmek adına oynaklığın doğru tahmin edilmesi gerekmektedir. Genellikle, çalışmalar finansal piyasalarda doğal gaz ve petrolün oldukça yüksek oynaklığa sahip olmasına rağmen diğer yatırım araçlarının oynaklık modellemesine yönelik yapılmaktadır. Petrol ve doğal gaz fiyatları gibi yüksek frekanslı zaman serilerinde değişen varyans

probleminin aşılabilmesi amacıyla "koşullu varyans modelleri" olarak da adlandırılan Engle (1982) ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen, ARCH ve GARCH modelleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, reel ve finansal piyasa katılımcılarının petrol ve doğal gaz piyasalarında açık pozisyonlarına yönelik risklerin minimize edilmesi, politika yapıcıların makroekonomik ve mikroekonomik değişkenlere yönelik karar alış süreçlerinde tahmin performansı etkin modelin tespit edilip, olası fiyat oynaklarına yönelik öngörü kabiliyeti kazandırmaktır. Bu çalışmada, 02.01.2009 – 28.04.2014 ve 04.01.2010-28.04.2014 tarihlerini kapsayan iki dönemde günlük ham petrol (West Texas Intermediate) ve doğal gaz (Henry Hub) kapanış fiyatı verilerinden elde edilen getiri serilerinin oynaklık yapıları, doğrusal GARCH tipi (GARCH, IGARCH) modeller ile doğrusal olmayan GARCH tipi (EGARCH, FIGARCH, FIAPARCH) modellerden faydalanarak analiz edilmiştir. Model performansları MSE (Mean Squared Error) ve MAE (Mean Absolute Error) "Kayıp Fonksiyonları" ndan hareketle değerlendirilerek en uygun model belirlenmiştir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde küresel piyasalarda petrol ve doğal gaz piyasasında fiyat gelişmelerine yönelik gelişmeler, petrol ve doğal gaz fiyatlarını etkileyen faktörler ile petrol ve doğal gaz piyasalarının makroekonomik göstergelerle olan ilişkisi üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde finansal piyasalarda oynaklık ve rejim değişimleri üzerinde durulmuş, finansal zaman serilerinin temel özellikleri belirtilmiştir. Belirsizlik, risk ve oynaklık üzerine literatürde yapılan tanımlamalardan yola çıkılarak, çalışmada uygulanan GARCH tipi modeller açıklanmıştır.

Son olarak üçüncü bölümde, 02.01.2009 – 28.04.2014 ve 04.01.2010-28.04.2014 tarihleri arasındaki petrol ve doğal gaz getirileri GARCH tipi modeller ile analiz edilmiş ve elde edilen ampirik bulgular "Kayıp Fonksiyonları" na tabi tutularak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar tablolar, şekiller ve grafikler yardımıyla yorumlanmış, petrol ve doğal gaz piyasaları özelinde politika önerilerinde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM
ÖNEMLİ ENERJİ KAYNAKLARINA DAYALI PİYASALAR

Önemi ve değeri bakımından çok üst düzey bir konumda bulunan petrol, dünya ekonomisinde söz sahibi emtialar arasında üst sıralarında yer almaktadır. 1740'lı yılların Fransa'sında açılan ilk petrol kuyusunun üzerinden iki asrı aşkın bir süre geçti. Bu iki asrı aşkın sürede çok az şey dünya ekonomisini petrol kadar etkileyebilmiştir. 1850'lilerin Amerika'sında ticari amaçlı açılan ilk petrol kuyusundan sonra şüphe götürmez bir şekilde bu son iki asırdır dünya ticaretine yön verebilen en etkin araçlardan biri petrol olmuştur[1].

I. KÜRESEL HAM PETROL VE DOĞAL GAZ PİYASASINDA FİYAT GELİŞMELERİ

20.yy'ın başında ABD, John D. Rockfeller ve Standard Oil'in kontrolünde ana fiyatlama gücüne sahipti. Standard Oil'in 1911'de dağılmasıyla Amerikan firmaları ile fiyatlama gücü ABD'de kalmaya devam etmiş, ABD petrol firmaları mevsimsel taleplerden kaynaklı fiyat dalgalanmalarını aşabilmek adına çıktı üretim seviyelerine yönelik düzenlemeler getirmişlerdir**.** 1970'lerin sonlarında ise ABD firmalarının liderliği Amerika'daki ham petrol kapasitesinin tamamının artan talebi sebebiyle son bulmuştur[2].

Aynı zamanda petrolün marjinal fiyatlama liderliği uzunca bir süre Texas Liman Körfezi'nden İran Körfezi'ne kaymıştır. Yakın zamanda ortaya çıkan bu fiyatlama gücünden faydalanmak isteyen birçok Ortadoğu ülkesi petrol şirketlerini ulusallaştırmıştır. Fiyatlama güçlerinin tam olarak egemen olduğu dönem ise petrol ambargosnun uygulandığı 1973 senesidir. 1961-1970'ler boyunca Suudi Arabistan, Ras Tanura petrolün varil başına fiyatı 1,80$ olurken 1973 te 11$'a yükselmiştir.

---

[1] Hakkı Polat, **Koşullu Varyans Modelleri ve Günlük Petrol Fiyatları Üzerine Ampirik Bir Uygulama**, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2012, s. 11.

[2] Catherine Kyrtsou, Anastasios G. Malliaris, Apostolos Serletis, "Energy sector pricing: On the Role Of Neglected Nonlinearity", **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı: 3, 2009, s. 493 .

Petrol fiyatlarında yaşanan bir başka gelişme ise 1979 İran Devrimi sonrası gerçekleşmiştir[3].

Ras Tanura Petrol Limanı Suudi Aarabistan'da Suudi ARAMCO (Arab-American Company) firması tarafından işletilen dünyanın en belirgin kıyı şeridi ham petrol yükleme limanıdır. Doğu Suudi Arabistan'da yer alan bu derinsu kıyı şeridi limanı Arap körfezine petrol tankerlerinin ulaşmasına olanak sağlamaktadır. Terminal ilk petrol gemi taşımasını Mayıs 1939'da beş milyon varil kapasite ile gerçekleştirmiştir. Ras Tanura Suudi Arabistan ham petrolünün bütün çeşitlerini: Arap Extra Hafif, Arap Ağır, Arap Hafif, Arap Orta, Sudi Arap Ağır, Suudi Arap Haff, Suudi Arap Orta olmak üzere ihracının gerçekleştiği bir limandır. Ras Tanura Limanı Suudi Arabistan gibi dünyanın en büyük petrol ihracatçısı olan bir ülkenin global çapta petrol taşıma tankerlerine yaptığı dolum icraatleri sebebiyle oldukça stratejik bir öneme sahipitir. Limanın bir diğer önem arz eden yönü ise Arap Körfezi ile Hürmüz boğazı arasında kalan ve en dar geçit olan 21 millik bir genişliğe sahip geçiş noktasının bağlantısı konumunda olmasıdır. Bölgedeki potansiyel fosil petrol kaynakları ve bu emtialara tayınlanan yüksek değer algısının bir sonucu olarak limanın daha karmaşık saldırılara maruz kalabileceği anlamına gelmektedir. Ras Tanura Limanı toplamda 18 palamar yeri ile iki adet iskeleye sahip olup 500.000 ton net ağırlığa sahip gemileri ağırlayabilmektedir. Limanda buna ek olarak 33 milyon varil petrol kapasitesine sahip tank kiralama hizmeti verilmektedir. Ras Tanura ayrıca günlük 550.000 varil üretim yapma kapasitesine sahip rafineri bulunmakta ve bu rafineri gerek Suudi Arabistan'ın gerekse de uluslarası petrol talebini karşılamak adına hizmet vermektedir[4].

ABD ekonomisinde günümüzde enerji bağımlılığı 1800'lere göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Enerji bağımlılığında ki azalmanın en yoğun yaşandığı dönem 1985'ler olurken bu başarı günümüzde de devam etmektedir. 1985 ve 2000'ler boyunca devam eden reel petrol fiyatlarının düşük seviyesi bu durumu sürpriz olmaktan çıkarmaktadır. Reel enerji fiyatlarının artmaya başlamasıyla birlikte enerji yoğun kullanımlarında ki yaşanan hızlı gerileme kaçınılmaz olmaktadır. Dünya petrol ve doğal gaz piyasası özellikle 1985 ve 2000 yılları arasında bir takım

[3] Kyrtsou ve diğerleri, s. 2.
[4] Ayrıntılı bilgi için bkz: http://www.theenergylibrary.com/node/13202, (27.02.2014) .

zorlama ve kısıtların altında fiyat gelişmeleri göstemiştir. Artan talep ve geciken ek üretim kapasiteleri enerji piyasalarında düzenleyici otoritelerin kuralları ve üreticilerin kapasitesi anlamında rahatlamaların oluşmasına engel olarak fiyat oluşum mekanizmalarında doğrudan önem kazanmıştır[5].

Son 20-30 yılda petrol, dünyada en çok ticareti yapılan emtia olmuştur. Petrol piyasasında petrolün alım satımları çeşitli sözleşmelerle ve spot piyasa işlemleriyle gerçekleştirilirken vadeli işlem piyasada ise spot, alivre, vadeli işlem fiyatlar üzerinden ticareti yapılmaktadır. Ham petrol genellikle üretim noktasında yakın bölgelerde satılırken yükleme terminallerinden FOB (Free On Board) gemilerine likit bir şekilde aktarılmaktadır. Böylece spot fiyatlar FOB teslimat fiyatı üzerinden eşanlı olarak kote edilmektedir.Vadeli işlem fiyatlar belirli bir ticaret merkezinde gelecekte spesifik bir zamanda ve yerde teslimatı üzerine anlaşılmış olan ham petrolün kote edilen fiyatı üzerine oluşturulmaktadır[6].

1960'lar boyunca petrol fiyatları durağan bir seyir izlemiş ve oynaklık seviyesi 80 emtiayı kapsayan bir sepetin %90'ından daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Petrol fiyatlarının oynaklıkları birçok hammadde girdilerinin oynaklıkları ile ilintili olması bakımından tüketicilere aktarılmaktadır. Ek olarak, yüksek fiyatlardan kaynaklanan arz miktarlarında yaşanan bozulmalar oynaklık seviyesine katkı yapmaktadır. Ancak 1990'larda fiyatların 1980'lere göre görece daha düşük olmasına rağmen oynaklık değişimlerinin pozitif veya negatif olmasına bağlı olmaksızın çok fazla olması nedeniyle oldukça yüksek olmuştur. Tam zıttı olarak petrol fiyatları 2001'den bu yana sürekli bir şekilde artmaktadır fakat oynaklık seviyesinde belirgin değişimler yaşanmamıştır[7].

1973 tarihinde Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliğinin (OAPEC, OPEC üyesi Arap ülkeleriyle Mısır ve Suriye'den oluşur) Yom Kippur Savaşında ABD'nin İsrail Ordusuna destek vermesine karşılık olarak ilan ettiği petrol ambargosu ile başlayan petrol krizi dünyada birçok taşı yerinden oynatmıştır. OPEC üyesi ülkelerin savaşta İsrail'i destekleyen ABD'ye petrol satmaması, bununla beraber OPEC üyesi ülkeler dünya petrol fiyatlarını yükselterek ülkelerine giren kaynakları artırmaya karar vermesi gibi temel nedenlerden ötürü dünya o tarihte derin bir petrol krizi

[5] Kyrtsou ve diğerleri, s. 2.
[6] Chang, s. 1445.
[7] Eva Regnier, "Oil And Energy Price Volatility", **Energy Economics,** Cilt: 29, Sayı:3 2007, s. 421.

yaşamıştır. 1973 yılında petrol fiyatlarındaki anormal artış ve 1973-74 dönemindeki borsanın çöküşü 1929 Krizinden sonra yaşanan küresel bir ekonomik kriz olmuş ve sadece fiyat artışlarıyla açıklanamayacak mekanizmalara sahip olduğundan etkileri uzun yıllar hissedilmiştir.

Ambargonun kısa vadede çok çarpıcı etkileri olmuştur. OPEC, petrol şirketlerinden ödemeleri artırmalarını isteyince petrol fiyatı dört kat artarak varil başına 12 dolara çıkmıştır. Petrol fiyatındaki bu artış petrol ihraç eden ülkeleri oldukça etkilemiş, yıllarca Batılı devletlerin kontrolündeki petrol gelirleri Ortadoğu ülkelerine doğru akmaya başlamıştır. Kendi ihraç mallarının fiyatı düşen ve petrole yüksek fiyat ödemek zorunda kalan gelişmekte olan ülkeler bu açmazdan ençok etkilenen kümeyi oluşturmuştur. Diğer taraftan petrol fiyatları Batı ülkelerinde kaos yaratmıştır. ABD'de tüketiciye satılan benzinin galon fiyatı Mayıs 1973'de 38,5 sentten Haziran 1974'de 55,1 sente kadar yükselmiştir. New York Borsası ise bu dönemde 97 milyar dolar değer kaybetmiştir. Avrupa'daki ülkelere uygulanan ambargo her ülkeye eşit olarak uygulanmamıştır. Avrupa Ekonomik Topluluğu (AET) üyesi 9 ülkeden Hollanda tamamen ambargo altındayken, ABD'ye askeri üslerini operasyon için kullandırmayan İngiltere ve Fransa petrolünü kesintisiz şekilde alabilmiştir. Avrupa'da ambargonun etkisinden çok fiyat artışları yıkıcı olmuştur. Özellikle İngiltere'de 1973-74 kışında yaşanan madenci grevi enerji kriziyle birleşerek hükümet değişikliğine yol açan etkiler yaratmıştır. Bir kaç ay sonra Washington'da yapılan Petrol Zirvesiyle Mart 1974'de ambargo kaldırılmış enerji fiyatının dalgalanması ise daha uzun süre devam etmiştir[8].

Petrol fiyatlarında oynaklığın arttığı farklı dönemler mevcuttur. OPEC'in 1973'teki petrol krizi ile başlayan ve petrol fiyatlarının oynaklığını dramatik bir şekilde artırdığına inanılan düzenlemeleri kapsayan olaylar serisi mevcuttur. Petrol fiyatlarının oynaklığının 1973 krizinden önce artmaya başladığını ancak bu krizle zirve yaptığını söylemek mümkündür. 5 yıllık oynaklık devamlılığı 1979'da son bulmuş, 1973'te artan fiyat 5 yıllık standard sapma değerinin altına gerilemiş ancak oynaklık hiçbir zaman 1970'lerdeki seviyesine geri dönememiştir. 1981'deki fiyat ve arz kontrollerine yönelik düzenlemelerde fiyat oynaklıklarını biraz artırmış ancak 1986'daki fiyatların çakılmasıyla birlikte oynaklık seviyesini önceki döneme göre

[8] Polat, ss. 21-22.

gölgede bırakmıştır. 1991 Körfez savaşı ile birlikte oynaklık seviyesi tarihi düzeylere ulaşmıştır. Ardından bu konuda alınan önlemler eski seviyesine gerilemiştir[9].

Arap petrol ambargosu ile 1973'te Amerikan ham petrol fiyatları bir sıçrama yaşamış 1978'ten 1979'a İran devrimi ile fiyatlardaki sıçrama bir adım öteye taşınmıştır. 1980 ve 1981'de ABD'de petrol fiyatlarındaki aşırı kâr dolayısıyla fiyatlar üzerine vergilendirmeler uygulanmıştır. Vergilendirme belli aşamalar uygulanarak hayata geçirilmiştir. Eski üretim kuyularında yeni üretime göre bağımsız firmalarda da büyük ölçekli firmalara göre daha yüksek uygulanmıştır[10].

ABD hükümetinin alınan önlemlerin sonuçları açısından yeterince etkin olmadığı söylense bile oldukça maliyetli olan ve petrol fiyatlarının oynaklığını azaltmaya yönelik olarak birtakım adımlar atmıştır. Bunlar içerisinde fiyat sınırlamalarından, yurtiçinde üretilen miktarının belirli kısmının zorunlu depolanması (1973 Olağanüstü Petrol Depolama Sözleşmesi) gibi uygulamaları kapsamaktadır. ABD ve Uluslarası Enerji Ajansları arz bozulmalarına yönelik olarak stabilize etmek adına (direkt olarak fiyatların yükselmesinde ve dalgalanmasında arz ve talep gibi piyasa temelli teorik olarak kabul edilmektedir) birtakım stratejik petrol rezevrleri tuttuğu bilinmektedir. Başkan birinci Bush ve Başkan Clinton döneminde Hurricane, Lili, Ivan ve Katrina felaketleri sonrasında arz bozulmalarından kaynaklanan fiyat dalgalanmalarını durağanlaştırmak adına kullanılmaktadır[11].

1986'daki petrol fiyat şoku sonrası fiyatların geri çekilmesi ve piyasa yönlendiricili bir fiyatlama mekanizmasına sahip olmasından sonra kısmi olarak daha başka birtakım sebeplerle petrol fiyatları günlük denetimlere tabii olmuştur. Ham petrol piyasasında işlemlerin boyutunda ve katılımcılarında da derin değişmeler yaşanmıştır sadece fiziksel anlamda değil aynı zamanda bir yatırım aracı olarak kullanmaya başlayan bir katılımcı ekibinin de dikkatini cezbeden piyasada artık sadece ticari anlamda kulanımlar değil kağıt üzerinde de işlemlere konu olmaktadır. Kağıt üzerinden işlemlerin piyasası son yıllarda oldukça geniş bir alana yayılmış ve 24 saat boyunca yılın neredeyse hergünü hizmet sunmaktadır. Aynı zamanda Avrupa

[9] Revigner, s. 412.
[10] Carol Dahl ve Thomas E. Duggan, "Survey of Price Elasticities from Economic Exploration Models of US Oil and Gas Supply" , **Journal of Energy Fiice & Development,** Cilt: 3, Sayı: 2, 1998, s. 132.
[11] Revigner, s. 407.

(Brent), Amerika (WTI) piyasaları başta olmak üzere çoklu piyaslara girişler görece kolaylaşmıştır[12].

Doğal gaz fiyatları bu dönem boyunca kontrol altında tutulmuş fakat bazı eski kuyulara ait vergilendirmeler 1990'lara kadar petrol fiyatlarını kontrol altında tutmaya yönelik olarak devam ederken, 1978 Doğal Gaz Sözleşmesi ile doğal gaz fiyatları üzerindeki kontrol aşamalı olarak kaldırılmıştır. Ortalama gaz fiyatları petrol fiyatlarını takip etmiş ve kontrollerin varlığı sebebiyle petrol fiyatlarının altında seyretmiştir[13].

1980-1990 yılları arasındaki dönem, petrol fiyatlarındaki değişim bakımından 1970-1980 dönemine nazaran daha istikrarlı geçmiştir. 1970-1980 yıllarında OPEC'in petrol fiyatlarındaki etkinliği ve yaşanan acı tecrübeler, OPEC dışı petrol üreticisi ülkelerin petrol üretimlerini arttırmasına yol açmış ve böylece OPEC'in petrol fiyatları üzerindeki baskısı azaltılmıştır. 1980-1990 yılları arasında OPEC dışı ülkelerin petrol üretimindeki artışı, OPEC'i daha düşük fiyattan petrol ihraç etmeye zorlamış ve böylece bu süreçte petrol fiyatlarında ciddi bir azalma meydana gelmiş ve 1986 yılında petrol fiyatları 10$ seviyesine kadar gerilemiştir.

Dünya enerji piyasasında meydana gelen bir diğer petrol krizi ise Irak'ın Kuveyt'i işgali ile başlayan Körfez Savaşı'dır. Körfez Savaşı sırasında petrol fiyatlarında meydana gelen ani yükseliş, kısa zamanda eski seviyesine dönmüştür. 1998 Asya Finansal Krizi sonrası süreçte petrol fiyatları istikrarlı bir şekilde artmaya başlamıştır. 2003 yılında ABD'nin Irak'a müdahalesi sırasında OPEC ülkelerinin üretim seviyelerini düşürmeleri ile petrol fiyatları 28 ABD dolarından 38$'a yükselmiş ve bu artış 2004 ve 2005 yıllarına kadar devam etmiştir. 2003 yılından sonra bir ivme yakalayan petrol fiyatları 2008 yılında en yüksek seviyesine ulaşarak Avrupa Avrupa Brent tipi petrol 130$'ın üstüne çıkmıştır. 2003-2008 arası dönemde petrol fiyatlarında meydana gelen artışın sebepleri, genellikle talep yönlü gerçekleşmiştir. Başta Çin ve Hindistan olmak üzere yüksek büyüme oranına sahip ülkelerin artan petrol ihtiyacı sebebiyle petrol fiyatlarında gözle görülür bir artış meydana gelmiştir. Petrol fiyatlarındaki artış, ülke ekonomilerinde yüksek

[12] Xiaoye Jin, Sharon Xiaowen Lin, Michael Tamvakis, "Volatility Transmission And Volatility Impulse Response Functions In Crude Oil Markets", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı: 6, 2012, s. 2125.
[13] Dahl ve Duggan, s.134.

enflasyona sebep olmakta bu durum ise faiz oranlarının artmasına yol açmakta ve ülke ekonomilerini durgunluğa (resesyona) sürüklemektedir[14].

Bununla birlikte, 1982-1990 yılları arasında ABD ekonomisi hızlı bir şekilde büyümüş, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ile ekonomi üzerindeki etkisinin azaltılmasında etkin bir rol oynamıştır. 1990-1991 Körfez savaşı ile birlikte enerji fiyatları artmaya başlamış ve ABD de sekiz yıl sürecek bir resesyona sebep olmuştur. İyileşmelerin gözlendiği ve enerji fiyatlarının ekonomi üzerinde etkisinin gerilemeye başladığı dönemde internet balonunun patlamasıyla bu gelişmelere yıkıcı bir etki yaratmıştır. 2004 yılında enerji fiyatlarındaki dramatik yükseliş ekonomideki canlanmalardan çıkar sağlamak isteyen petrol üreticilerini enerji fiyatlarının tarihi yüksek seviyelerinden çıkar sağlamak üzere şevklendirmiştir[15]. Bununla beraber 1991 yılında Irak'ın Kuveyt'i işgali sonrası başlayan ve akabindeki yıllarda Irak'ta yaşanan duruma paralel olarak meydana gelen petrol krizi 1973 yılındaki kadar olmasa da dünya üzerinde birçok ülkede olumsuz etkiler yaratmıştır[16].

1990'lı yıllar boyunca firma yönetiminin düşük yatırım getirileri elde etmesi ile birlikte petrol firmaları ile sermaye piyasaları arasında artan bir güvensizlik ortamı gelişmiştir. Ortakların hisse senetlerine olan talebin yarattığı iki katı etkiyle 1998 yılında petrol fiyatlarının geçici çöküşü ile ortaya çıkan kısa vadede operasyonel ve finansal performans üzerinde baskılar yapılmıştır. Bu gelişmelerin yarattığı bir birleşme ve ele geçirme furyası ile öncelerinde herbiri birer bağımsız şirket olan Elf, Mobil, Amco, Aarco, YPF, Texaco, Philips, Lasmo ve Unacol birleşme ve ele geçirme yöntemlerine başvurmuştur. 1990'ların sonunda uluslararası petrol ve doğal gaz firmaları yeni bir aşama kaydetmiş üretim hedefleri, maliyet kesintileri, operasyonel verimlilik ve kısa vade kârlılık gibi konulara odaklanmışlardır. Bu gelişmeler 1990'ların ortalarında petrol fiyalarındaki stabilizasyon artması ile oluşmuştur. Bu süreç 1998 Asya ekonomik krizinin başlamasından evvel doruğa ulaşarak son bulmuştur[17].

---

[14] Buğra Dede, **Türkiye'de Petrol Fiyatlari ve Ekonomik Büyüme**, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2012, s. 27.
[15] Kyrtsou ve diğerleri, s. 495.
[16] Polat, s. 22.
[17] Klaus Mohn , Bård Misund, "Investment And Uncertainty İn The İnternational Oil And Gas İndustry", **Energy Economics,** Cilt: 31 Sayı: 2, 2009, s. 240.

Batı Teksas Orta Dereceli Hafif Ham Petrolü (WTI) bugün referans petrol fiyatı olarak kullanıllmaktadır. EIA'nın 2013 Dünya petrol görünümüne yönelik yayımladığı raporda Amerika kıtasında petrol üretimine ABD'deki ince petrolün, Kanada'daki petrol sahalarının ve Brezilya'daki tuzlu derin bölge sularındaki keşiflerdeki artışların neden olduğu gösterilmektedir. Fakat aynı zamanda raporda enerji sektöründe yükselen karmaşık yapıların petrol çıkarma maliyetleri üzerinde arttırıcı etkisi mevcuttur. Son 10 yılda endüstri içerisinde sermaye harcamaları 3'e katlanırken 2011'de 550 milyar $ olarak gerçekleşmiş, birim başına yatırıma düşen petrol üretiminde de düşüşler yaşanmıştır. Bu sektörde daha çok enerji çıkarımlarında verimliliğe yönelik kaygıları yansıtmaktadır[18].

2000 yılından bu yana petrol piyasalarını incelediğimiz zaman temel karekteristiklerinde bir takım değişimlerin yaşandığını gözlenmektedir. Bu temel değişimlerin üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Bunlardan ilki petrol piyasasında yaşanan globalizasyon trendi sonrası bir takım sıkılaştırıcı düzenlemeler getirilmiştir. Çünkü uluslararası ticaretin ve bilgi teknolojileri devrimlerinin patlaması ile birlikte fosil yakıtlar global emtialar haline gelmiş ve ulusal petrol piyasaları dünya çapında entegre bir yapıya kavuşmuştur. İkinci bir köklü değişim olarak petrol piyasaları makroekonomik ve finansal piyaslarla fazla ilişkili bir yapıya kavuşmuş bununda ötesinde bir finasal varlığa özgü davranışlar sergiler hale gelmiştir. Arz ve talep ilişkisi bugün halen petrol fiyatları üzerinde etkili olurken yeni birtakım makro göstergeler tarafından etkilenmeye başlamıştır. Bu değişkenler arasında finansal piyasalarla döviz kuru, menkul kıymet piyasaları ve vadeli işlem sözleşmeleri aracılığıyla etkileşim halinde iken "finansal getiri" kaynağı olarak görülmektedir. Aynı zamanda birçok kısa vadeli işlem yapan yatırımcılar finansal piyasalar aracılığıyla kullanıcı olmamakla birlikte petrol fiyatlamalarına ve alışverişine kâr amacı elde etmek gayesinden ziyade fiyat dalgalanmalarından yararlanmak üzere müdahil olmaktadır. Bu tür aktiviteler fiyatlardaki oynaklığı daha fazla artırmaktadır. 2000 yılından sonra artan keskin oynaklık hızlı bir şekilde artış eğilimi sergilemiştir. Fakat Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) göre 2000 yılına kadar petrol arz ve talebi aynı paralellikte ilerlerken sonrasında arzın talebin hafif miktarda

[18] **U.S. Energy Information Administration**, **International Energy Outlook 2013**, s. 28.

üzerine çıktığını belirtmiştir. Bu sebeplerle artık ham petrol fiyatlarının sadece geleneksel arz ve talep koşulları ile basitçe belirlenmesinin mümkün olmadığını söylemek mümkündür. Petrol fiyatlarına etki eden güncel değişimlerin ışığında son on yılda petrol fiyatlarında ki dalgalanmaları anlamaya çalışmak daha anlamlı olup piyasa harektlerinden dalgalanma mekanizmalarından kaynaklanan bu etkileri birbirinden ayırtetmek ekonomik karar birimlerince önem arz etmektedir[19].

Özellikle 11 Eylül saldırıları sonrası tamamen değişen ABD dış politikası, öncesinde Afganistan, akabinde meydana gelen Irak operasyonları 2001 sonrası petrol fiyatlarının 2006 yılı sonrasına kadar tavan yapmasına sebep olmuştur. 2008 dönemi dünya geneline yayılan ekonomik kriz petrol fiyatlarını da etkilemiş, fiyatların krize paralel olarak sert düşüşler gösterdiği söylenebilir. Yine uzun vadeli kriz etkileri, 2011 yılında Japonya'da yaşanan büyük deprem ve ardından yaşanan tsunami felaketi fiyatların yükselmesine neden olan konjonktürler olmuştur. Ayrıca yine yakın dönemde yaşanan "Arap Baharı" Dünya petrol ihracatında söz sahibi olan Kuzey Afrika ülkelerinde kaosa sebep olmuş bu kaosa paralel olarak petrol fiyatlarında artışlar meydana gelmiştir[20].

2005 ve 2006 yıllarında yüksek petrol fiyatlarının temelinde önemli bir sebebi mevcuttur. Özellikle Çin ve Hindistan kaynaklı Asyadan gelen talep patlaması ve Ortadoğu'da ki jeopolitik sorunlarıdır. ("korku primi" cari petrol fiyatlarına 4$ ile 5$ arasında katkı yapmaktadır). Çin ve Hindistan global enerji arenasında önemli iki oyuncu haline gelmişlerdir. 1990 yılında bu iki ülkede ki toplam tüketim miktarı günlük 3.5 milyon varilken ki bu dünya ham petrol kullanımının %5'ine denklemektedir. 2003 yılında 13 yıl sonra dünya petrol tüketiminin %10'unu gerçekleştirmişlerdir[21].

2008 Finansal Krizi ABD bankacılık sisteminde likitide kısıtlarını tetiklemiş ve yurtiçi emlak piyasasının çökmesine neden olmuştur. Kriz Lehman Brothers'ın 15 Eylül 2008'de batışını açıklamasından sonra patlak vermiştir. Krizin en önemli etkilerinden bir tanesi finansal kurumların birbirlerine ve ticari kurumlara kredi

[19] Ying Fan , Jin-Hua Xu, "What Has Driven Oil Prices Since 2000? A Structural Change Perspective", **Economics,** Cilt: 33, Sayı: 6, 2011, s.1082.
[20] Polat, s. 63.
[21] Korea Rumi Masih ve diğerleri, "Oil Price Volatility And Stock Price fluctuations İn An Emerging Market: Evidence From South", **Energy Economics,** Cilt: 33, Sayı: 6, 2011, s.975.

akışlarında çekimser davranmalarına yol açması olarak belirtilmektedir. Auobin (2009)'nin görüşüne göre finansal işlemlerde arz yönlü kısıtlar ilerleyen yıkımlarını uluslararası ticarette gösterecektir. Direkt olarak ekonomik aktivitelerde ki yavaşlamadan finansal işlemlerde ki başarısızlıkları sorumlu tutmamak gerektiği gibi dünya çapında emtiaların ticaretine nüfus ederek petrol tabanlı ticari işlemlerde dahil) ekonomik aktivitelerde belirsizlikelere ve global anlamda büyümenin yavaşlamasında dolaylı etkilerinden söz etmektedir. Bu sebeple Finansal Krizin petrol oynaklıkları üzerindeki etkisinin araştırılması önemlidir[22].

Popüler perspektife göre özellikle 2007/2008 döneminde reel petrol fiyatlarındaki keskin artışların sebebi, spekülasyon işlemleri ile açıklanabilecektir. Bu vadeli işlem piyasalarda meydana gelen önemli değişimlere temel açıklamaların merkezinde reel petrol fiyatlarının fırlamaya başlamasını takiben başlamaktadır. 2003 yılından itibaren yüksek gelir beklentileri ile ilgilenen ve petrol piyasalarıyla herhangi bir bağı olmayan finansal yatırımcılar petrol vadeli işlemlerinde pozisyonlar almışlardır. Birçok araştırmacıya göre petrol vadeli işlem sözleşmelerini bu denli yükselten talep mekanizması yayılım etkisiyle birlikte gaz pompası tüketicileri olarak adlandırılan fiziki tüketim talebini etkileyen spot piyasalarda da fiyat artışına sebep olmaktadır. Kiilian ve Murphy'e göre spot ve vadeli işlem iki ayrı piyasa olmakla birlikte birbirlerine arbitraj koşulu ile bağlıdır[23].

Yakın geçmişte ise; 2011 yılı içerisinde yaşanan Japonya depremi ve Libya'da yaşanan sorunlar nedeniyle artan petrol fiyatlarında Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) stratejik petrol rezervlerini piyasaya sürme kararı alması ve Yunanistan başta olmak üzere Avrupa'nın birçok bölgesinde yaşanan ekonomik sıkıntılar ile ikinci yarıda düşüş yaşanmış olmakla birlikte, 2010 yılında ortalama 79,48 $/varil olan Brent petrol fiyatı %40 oranında artmış ve yıl ortalaması 111,26 $/varil olarak gerçekleşmiştir. Petrolün sınırlı bir coğrafyada takas edilmesi nedeniyle politik gelişmelerden Brent petrolü kadar etkilenmeyen WTI petrol fiyatı ise 2011 yılında 94,88 $/varil olarak gerçekleşmiştir.[24]

[22] Jin ve diğerleri, s. 2128.
[23] Lutz Killian, Daniel P. Murhpy , "Recent Oil Price Fluctuations Linked to World Economy", https:// www.lsa.umich.edu/ UMICH/ econ/Home/ Research/ Economics %20Research %20in %20the %20 Department/Kilian%20Oil %20Price %20Fluctuationspdf, (27.02.2014), s. 1.
[24] Polat, s. 22.

Ham petrol fiyatları Mart ayında İran'a yönelik uygulanan ihracat ambargosunun devreye girmesiyle zirve yapmış ancak başta ABD, Libya ve OPEC ülkelerinin kapasite artırım kararlarıyla piyasaları sakinleştirmiştir. 2012 yılında ABD de tarihi rekor seviyelerde petrol üretimi gerçekleşirken, Brent ve WTI arasındaki alım-satım farklarında tarihi boşluklar yaşanırken Kuzey ve Batı Amerika'dan gelen yeni üretim hatlarının yapım haberleri ve boru hatlarındaki iyileştimelere yönelik açıklamalar farkı kapatmaya yardımcı olmuştur. Avrupa ve Asya'da petrol fiyatları yükselme eğilimi sergilerken ABD'de üretim artışına yönelik girişimler sonucu uluslararası piyasaların tam aksine doğal gaz fiyatları gerileme göstermiştir.

Bilindiği üzere petrolün yerin üzerinde depolanması oldukça maliyetlidir. Bu sebeple, petrol rafinerileri yetersiz üretim riskine rağmen stoklarını minimum düzeyde tutamaktadır. Verleger (1994)' e göre ABD, Avrupa ve Japonya'da petrol rafinerilerinin elinde ki stoklar ancak 30 günlük kullanımı karşılayacak düzeydedir. Yüksek stoklama maliyetleri ani talep artışlarını karşılayabilmek adına üreticileri bundan mahrum bırakarak petrol arzının elastikiyetini kısa dönemde düşürmektedir. Petrol arzının inelastik yapısından ötürü petrol talebindeki artışları dengeleyebilmek adına fiyatlar belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu sebeple stoklama teorisine göre geriye dönük işleyen sözleşmelerde stokların talebe denk geldiği zamandan ziyade kısıtlı olduğu dönemlerde ortaya çıkmaktadır. 1996 - 1997 yılları geriye dönüş süreci ile ilgili çok çarpıcı iki örnektir. Kuzey yarım kürenin 1995 kışını sert yaşaması ve 1996'da ABD, Avrupa, Uzakdoğu ekonomilerinden gelen iyileşme sinyalleri ile petrol stoklarındaki gerilemeler geriye doğru işleme sürecini doğurmuştur. 1996'da spot piyasa fiyatı son 6 yılın zirvesine, 27$'a yükselmiştir. İlginç bir şekilde oynaklıkta 1996-1997 yıllarında belirgin bir şekilde artmıştır. Bu durum inelastik arzın ve oynaklık talebin birleşik etkisini yansıtmaktadır[25].

Sonuç olarak, enerji politikası bakış açısına göre farklı enerji kaynakları arasındaki ikame edilebilirlik birincil önceliğe sahiptir. Bu bağlamda Serletis and Shahmoradi (2008) ABD'de ki enerji talebinin fosil yakıtlar arasındaki ikame edilebilirlğine yönelik yaptıkları araştırma da elde ettikleri bulgulara göre

[25] Wai Mun Fong , Kim Hock See, "A Markov Switching Model Of The Conditional Volatility Of Crude Oil Futures Prices", **Energy Economics,** Cilt: 24, Sayı: 1, 2002, s. 72.

yakıtlararası ikamenin esnekliği ABD'de genelikle düşük düzeydedir. Bu gerçekliğin tespiti sonrasında yakın gelecekte ham petrolün ABD ekonomisinde en büyük paya sahip olmayı sürdürceğinin kabul edilmesi gereken bir durumdur. Bu duruma etken en önemli sebep ABD'deki birçok firmanın üretim tekniklerini yenileyememesi ve dönüştürememesi olarak gösterilmektedir[26].

Brent petrolü 2012 yılında 2011 yılının ortalama fiyatlarına göre 0,40$ artışla 111,67$ olarak tamamlamıştır. İran'a uygulanan ambargo sonrası bu ülkeden kaynaklı arz kısıtı büyük ölçüde daha öncede bahsedildiği gibi ABD, Libya, Suudi Arabistan ve OPEC ülkelerinin üretim artışıyla ve iyileştirme politikalarıyla tazmin edilmiştir[27].

II. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dünyada yaşanan bu gelişmelerin ışığı altında bu bölümde ham petrol ve doğal gaz fiyatlarının etkisinde kaldığı başta arz ve talep olmak üzere diğer faktörler daha kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır.

A. Arz ve Talep Kaynaklı Gelişmelerin Rolü

Emtiaların fiyat hareketleri hisse senedi ve tahvillerin fiyat hareketlerinden oldukça farklıdır. Örneğin, mevsimsel arz ve talep faktörleri, hava koşulları depolama ve taşıma maliyetleri gibi emtialara özgü unsurlar bir şekilde hisse senedi ve tahvillerin fiyatını etkilmektedir[28].

Son yıllarda petrol ve doğal gaz fiyatları toplam talebin yeniden canlanması ve kâr kısıtlarının gündeme gelmesi ile birlikte keskin bir şekilde artmaya başlamıştır. Doğal gaz piyasası analizcileri genellikle hava koşullarının ve depolama

[26] Kyrtsou ve diğerleri, s. 494.
[27] OPEC World Oil Outlook, 2012, s.28.
[28] Lazaros Symeonidis, Marcel Prokopczuk, Chris Brooks, Emese Lazar, "Futres Basis, Inventory And Commodity Price Volatility: An Empirical Analysis", **Economic Modelling,** Cilt: 29, Sayı: 6 2012, s. 2654.

maliyetlerinin doğal gaz fiyatlarında ki temel belirleyiciler olduğunu kabul etmektedirler[29].

Petrol fiyatları üzerinde belirleyici olan temel/yapısal ve tali faktörler vardır. Temel faktör olan arz-talep dengesi daha çok uzun dönemde etkili olurken, tali faktörler kısa dönemde etkili olmaktadır. Bununla birlikte, kısa dönemde etkili olan faktörlerin toplamının uzun dönemde etkili oldukları göz ardı edilmemelidir. Çünkü, bir kısa dönemli etkiyi başka bir kısa dönemli etki izlemekte, dolayısıyla kalıcı olmaktadır. Bir diğer ifade ile, petrol fiyatlarının belirli bir kısmını kısa dönemli etkiler oluşturmaktadır.

Petrol fiyatlarının temel belirleyicisi arz-talep dengesi olmakla birlikte; arz-talep mekanizmasının petrol piyasasındaki işleyişi, diğer piyasalardan farklı olmaktadır. Bu farklılık, petrolün yenilenemeyen sınırlı bir kaynak (nonrenewable resource) olması ve yakın ikamesinin olmaması nedeniyle kıtlık rantına maruz kalması, küresel ekonominin petrole olan bağımlılığı ve OPEC'in piyasa gücü gibi petrol piyasasının kendine has özelliklerinden kaynaklanmaktadır[30].

Arz yönlü şoklar savaşlar, jeopolitik gerginlikler, petrol üretim kapasitesine yönelik verilecek zararlar ve tabiiki de OPEC başta olmak üzere petrol üretiminde söz sahibi kuruluşların ve ülkelerin geleceğe yönelik arz kısıtlarına dair politikaları ani değişimler olarak çeşitlendirilebilecektir. Tanımlayıcı hipotezlere göre negatif arz yönlü bir fiyat şoku petrol fiyatlarını arttırırken net tüketici konumunda bulunan bir ülkenin ekonomik aktivitleri üzerinde daralmalara yol açacaktır.Talep yönlü petrol fiyat şokları tamamiyle petrol tüketimindeki değişmelere verilen yanıt niteliğinde olup, petrol üretimi ile ilgili yaşanan beklenmedik gelişmelerden bağımsızdır[31].

Rekabetçi bir emtia piyasasında, talep mevsimsel uyarlamalardan oldukça etkilenmektedir. Özellikle, doğal gaz piyasasında depolama faaliyetleriyle üretimin düzleştirilmesi ve arz talep koşullarının dengelenmesi adına oldukça önem arz etmektedir. Toplam doğal gaz tüketimi kış dönemlerinde artışa geçerken, yaz dönemlerinde ise azalışa geçmektedir. Sonuç olarak, doğal gaz depolama faaliyetleri güçlü bir mevsimsel davranış sergilemektedir. Fiyatlar, Nisan –Ekim dönemi

[29] Kyrtsou ve diğerleri, s.494.
[30] Ali Osman Solak, "Petrol Fiyatlarını Belirleyici Faktörler", **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt: 4**,** Sayı: 2, 2012, s. 119.
[31] Elizaveta Archanskaı, Jer ome Creel, Paul Hubert, "The Nature Of Oil Shocks And The Global Economy", **Energy Policy,** Cilt:42, Sayı:3, 2012, ss. 519-520.

(püskürme dönemi) artışa geçerken, Kasım - Mart döneminde (çekilme dönemi) gerileme yaşamaktadır[32].

Doğal gaz fiyatları piyasada arz ve talebi dengelemektedir. Kısa dönemde arz ve talepte yaşanancak belirgin değişimler genellikle daha geniş fiyat hareketlerine neden olmakta, bu durum arz ve talebi dengeye getirmektedir. Fiyatları ve oynaklıkları etkileyebilecek arz yönlü faktörler içerisinde doğal gaz stokları, üretim ithalat ve taşıma kısıtları yer almaktadır. Depolama seviyesi yüksek talep dönemlerinde fiziksel bir korunma sunması dolayısıyla daha fazla önemli olmaktadır. Depolardaki seviyelerin ortalamanın altına düşmesi durumunda arz yönlü kısıntılar olacağına dair algılayışlar yaratmakta ve bu durum fiyatlar üzerine baskı oluşturmaktadır. Benzer olarak stoklarda ki net değişim o dönemde tüketim ile arz arasında ki göreli dengeyi ifade etmektedir. Bu nedenle stoklardan normalin üzerinde bir kullanım gerçekleştirmek veya normal değerlerin altında bir ekleme yapmak geçmiş dönemlerde eş zamanlı fiyatlarla analiz edildiğinde kısa dönem fiyatlarda ani yükselişlere neden olmaktadır. Talep tarafında, sıcaklık değişimleri kısa dönemli etkiler arasında en önemli etmenlerden birsidir. Soğuk aylar boyunca hanehalkı ve ticari işletmeler son tüketici olarak ısınma ihtiyaçlarına yönelik olarak daha fazla doğal gaz tüketme eğilimi içerisindedirler ve bu durum doğal gaz fiyatları üzerinde baskı yaratmaktadır. Birçok enerji üretim tesisinin hava soğutma sistemlerine gerekli yakıtı sağlamak üzere doğal gaza ihtiyaç olduğu mevsimlerde de fiyatlar üzerinde baskılar olacaktır[33].

Güneş, rüzgar, jeotermal ve nükleer enerji gibi alternatif kaynakların elektrik üretiminde kullanılması birçok açıdan maliyetli olmakla birlikte bu kaynaklar ulaştırma sektörü için likit yakıt sunamamaktadırlar. Bunların ulaşım sektöründe kullanılması için motorlu taşıtlara batarya ekipmanları ile donatılması gerekmektedir. Böyle bir batarya teknolojisi günümüzde maliyetli ve düşük verimli olarak

[32] Xiaoyi Mu, " Weather, Storage, And Natural Gas Price Dynamics: Fundamentals And Volatility", **Energy Economics,** Cilt: 29, Sayı:1 2007, s. 2.

[33] **Energy Information Administration, Office of Oil and Gas**, "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", 2007, s. 2, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf, (02.01.2014)

tanımlanmaktadır. Günümüzde ulaşım aracı yakıtlarını elektrik ile yer değiştirebilmek için elekrik üretiminde de ek bir artış gerekmektedir[34].

Piyasa fiyatlarında etkinsizliğe yol açan unsur spot ve vadeli piyasada spekülatif ve manipulatif hareketlerdir. Petrol spot piyasa fiyatlarına ve sözleşme fiyatına bağlı olarak hareket eden ve piyasanın temel belirleyicilerinden bağımsız hareket eden doğal gaz fiyatları da etkin olmayan bir piyasanın varlığına işaret etmektedir. ABD'de doğal gaz ve petrol fiyatları direkt olarak birbirleri ile ilişkili olmasının sebebi birçok LNG sözleşmesinin petrol fiyatlarına endekslenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmaların birçoğunda ABD'de doğal gaz fiyatlarına yönelik regresyon analizlerinden elde ettiği değerler fiyatların WTI petrol fiyatlarını bazı ayrışmaların dışında takip ettiğini göstermiştir. Ayrıca, uzun dönemde doğal gaz ve ham petrol fiyatlarının nadiren ayrıştığını ama bunun dışında birlikte hareket ettiğini göstermiştir[35].

Kimi analistler, petrol piyasasını rekabetçi bir piyasa kabul edip analizlerini buna göre yapsa da, petrol piyasası eksik rekabetin olduğu piyasa yapısına sahiptir. Çünkü petrol piyasası arz yönüyle oligopolistik bir yapı arz etmektedir. OPEC, piyasa fiyatını veri kabul eden ve arzı buna göre belirleyen bir konumda olmayıp[36], petrol arzını ve buna istinaden petrol fiyatlarını belirleyen önemli bir aktör konumundadır[37]. OPEC'in yaptığı açıklamalar, özellikle kotaları düşürme açıklamaları, spot ve vadeli fiyatlar üzerinde oldukça etkili olmaktadır[38]. OPEC'in yüksek üretim payının yanı sıra, yüksek rezervlere ve düşük üretim maliyetlerine sahip olması, fiyatları etkilemedeki rolünü giderek artırmaktadır. Bunda, OECD ülkelerinin petrole olan bağımlılığının etkisi de söz konusudur[39].

---

[34]Michael Economedies ve David A. Wood,"The State of Natural Gas", **Journal of Natural Gas Science and Engineering 1**, 2009, s.3.

[35] Victor Lux Tonn, H.C. Li , Joseph McCarthy, Wavelet Domain Correlation Between The Futures Prices Of Natural Gas And Oil", **The Quarterly Review of Economics and Finance,** Cilt: 50, Sayı:4 2010, s. 411.

[36] Petter Hansen and Lars Lindholt, "The Market Power of OPEC 1973-2001", **Applied Economics,** Cilt: 40, Sayı: 22, 2008, s. 2951.

[37] Kaufmann, s. 553.

[38] Rıza Demirer ve Ali Kutan, "The Behavior of Crude Oil Spot and Futures Prices Around OPEC and SPR Announcements: An Event Study Perspective", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı: 6, 2010, s. 1476.

[39] Les Coleman., "Explaining Crude Oil Prices Using Fundamental Measures", **Energy Policy,** Cilt: 40, Sayı:1, 2012, s.324.

Petrol arz-talep dengesinin değerlendirilmesinde, petrolün yakın ikâmesinin olmaması ve küresel ekonominin petrole olan bağımlılığının çok önemli olduğu söylenebilir. Bu iki nokta, petrol talebinin fiyat esnekliğinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Kısa dönemde, talep miktarı fiyat dalgalanmalarından çok fazla etkilenmediğinden talep esnekliği oldukça düşüktür. Uzun dönemde ise, ülkelerin enerji yoğunluğunun düşmesi ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımı sınırlı olan alternatif enerji kaynaklarının fiyatları, büyük ölçüde petrol fiyatları ile paralellik göstersede nispi olarak daha esnektir[40].

Geçmiş dönem petrol fiyatlarına bakıldığında, fiyatların yukarı yönlü bir trend izlediği görülmektedir. Bunda, petrol talebindeki artışın büyük rolü olduğu söylenebilir. Petrol talebinin artmasının temel sebebi ise dünya nüfusu ve kişi başına düşen hâsılanın artan bir trend göstermesidir. Petrol üretimi, taleple aynı oranda artmadığı için denge fiyatlar yukarı yönlü olmuştur[41]. Ancak, fiyatlarda görülen artışa rağmen, petrol talep artışı devam etmiştir[42].

Doğal gaz piyasasının özelleşmesinin sıkı savunucularının temel varsayımları yapısal reformlar gaz piyasasında rekabeti gelişmesine katkıda bulunacağı ve tam olarak sebestleşmiş bir piyasada gaz ve petrol fiyatları arasında ki bağ kesileceği yönündedir. Genel kanıya göre fiyatlar arasında ki bu ilişkinin kesilmesi ile birlikte tüketicilerin refahlarında artışlar meydana gelecek ve doğal gaz fiyatlarında belirgin düşüşler yaşanacaktır[43].

1991 yılından günümüze Avrupa doğal gaz piyasasında dikkate değer gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmelerin büyük bir kısmında Roma anlaşmasının bir düzenlenmesi niteliğinde Münferit Avrupa Anlaşması (SEA) oldukça etkili olmuştur[44].

Gelişmiş ülkelerin doğal gaz piyasalarında hükümetin varolan piyasalara rekabet arttırıcı üçüncü tarafın doğal gaz arzına erişimi kolaylaştırarak ve gaz tesislerini özelleştirerek serbestleştirmeye yönelik politikaları ile doğal gaz

---

[40] Solak, s. 120.
[41] Miltos Tsoskounoglou ve diğerleri, "The end of Cheap Oil: Current Status and Prospects", **Energy Policy,** Cilt: 36, Sayı: 10, 2008, s. 3799.
[42] Solak, s.120.
[43] Panagiotidis ve Rutledge, s. 330.
[44] Terry Robinson, "Have European Gas Prices Converged", **Energy Policy,** Cilt: 35, Sayı: 4, 2007, s. 3247.

piyasasında yapısal değişimler yaratmaktadırlar. Kanada, ABD ve Birleşik Krallık'ta serbestleşmeye yönelik erken dönem çalışmalar yapılmıştır. Kıt'a Avrupasında elektrik, telekomunikasyon gibi alanlarda düzenleyici uygulamalar doğal gaz endüstrisinde de ticari davranışlarda ve fiyat formasyonlarına ortam hazırlamıştır [45].

Roma anlaşmasının ana hedefi mal ve hizmetlerin Avrupa Birliğine üye ülkeler arasında serbest dolaşımının tesis edilmesiydi. Doğal gaz ve petrol bir mal türü olarak tanınmış ve her ikisinin üye ülkeler arasında tek bir piyasada serbestçe dolaşımı tesis edilmeye başlamıştır. Bu fikir 1998 ve 2003'te Brüksel'de Gaz Yönergeleri anlaşmalarında bir araya getirilmiştir. Her iki yönergede de ulusal anlamda ağlara ulaşım ulusal anlamda yasaların uyumlaştırılması ve organizasyonların bir araya getirilmesi ile komşu ülkelerinde bu ağlardan istifade etmesi ve en son aşamada bütün Avrupa Birliği üye ülkelerin katılımının sağlanmasıdır. Anlaşmanın tek bir piyasa düşüncesi genellikle belirsizlik olarak tanımlanmaktaydı, böylesine bir piyasa için gerek şartlar (1) Avrupa Briliği üye ülkelerin tüketicilerinin herbiri Avupa Birliği içerisinde hizmet veren herhangi bir sağlayıcıdan doğal gaz ve petrol hizmetinden hiçbir kısıt altında olmadan istifade ederek sözleşme yapabilmeli ve (2) Taşıma maliyetleri işin içerisine girdiği zaman fiyatlar Avrupa Birliği bazında karşılaştırılabilir olmalı ve Avrupa Birliği genelinde geniş fiyat yakınsamaları olmalıdır[46].

Geleneksel olarak, gaz ticareti üç ana bölge gaz piyasası tarafından coğrafik olarak kısıtlanmaktadır: OECD Avrupa (Norveç, Rusya ve Cezayir), Kuzey Amerika (Kanada Meksika), Japonya /Güney Kore (Endonezya, Avustralya, Malezya ve Ortadoğu). Bu klasik bölgesel sınıflandırma taşıma hatlarının yetersizliği ve likit doğal gaz taşıma kapasitesinin düşük kapasitesi nedeniyle oluşmaktadır. Böylece herbir bölgesel gaz piyasası birtakım arz maliyetleri; gaz talebi gelişmeleri ve hüküm süren eksik rekabet koşulları ile şekillenmektedir. Bu etmenlerin biraraya gelmesiyle birlikte piyasalar arasında zayıf ilişkiler olmaktadır[47].

Doğal gaz piyasası, son yıllarda enerji piyasasında payı artan yakıt türleri arasında yer almakla birlikte serbestleşme ve denetimlerin kaldırılması sonrasında

[45] Boriss Siliverstovs ve diğerleri, "International Market Integration For Natural Gas? A Cointegration Analysis of Prices in Europe, North America and Japan", **Energy Economics,** Cilt: 27 Sayı: 4, 2005, s. 604.
[46] Robinson, s. 605.
[47] Siliverstovs ve diğerleri, s.604.

doğal gaz fiyatlarının temel belirleyicileri yeniden arz ve talep miktarları olmaya başlamış ve fiyatların oynaklık seviyesi daha yüksek bir piyasaya dönüşmüştür. BP Statistical Review of World Energy Haziran 2012 raporuna göre 1996-2011 döneminde ortalama doğal gaz fiyatı 1.87$ milyon btu'dan 9.03$ milyon btu'ya yükselmiştir. Birleşik Krallık için fiyatlar 2.76$ milyon btu'dan 4.01$ milyon btu'ya ABD ve Kanada içinse 1.12$ milyon btu'dan 3.47$ milyon btu'ya yükselmiştir. Birleşik Krallık, ABD ve Kanada için 1996-2011 döneminde doğal gaz fiyatlarının yıllık değişimlerinin standard sapması sırasıyla 2.888, 2.165, 2.085 olmuştur[48].

Grafik 1'e referans teşkil etmesi adına aşağıda Tablo 10' da dünyada en yüksek ticaret hacmine sahip dört büyük referans petrolün fiyatları kronoojik anlamda sunulmaktadır. Tablo 1' den de takip edilebileceği üzere, 1973 petrol krizinden bir önceki senede dahil olmak üzere 1972'den 2011'e kadar dört gösterge petrol fiyatları arasında oldukça dar bir fiyat aralığı söz konusu iken, ABD Doları'nın diğer kurlarla olan ve "Kur Savaşları" ile birlikte WTI diğer üç gösterge petrol fiyatlarından ayrılmakta ve bu fark 10$'a kadar dayanmıştır.

[48] Lin Boqiang, Presley K. Wesseh Jr, "What Causes Price Volatility And Regime Shifts In The Natural Gas Market", **Energy,** Cilt: 55, Sayı: 6, 2013, s. 553.

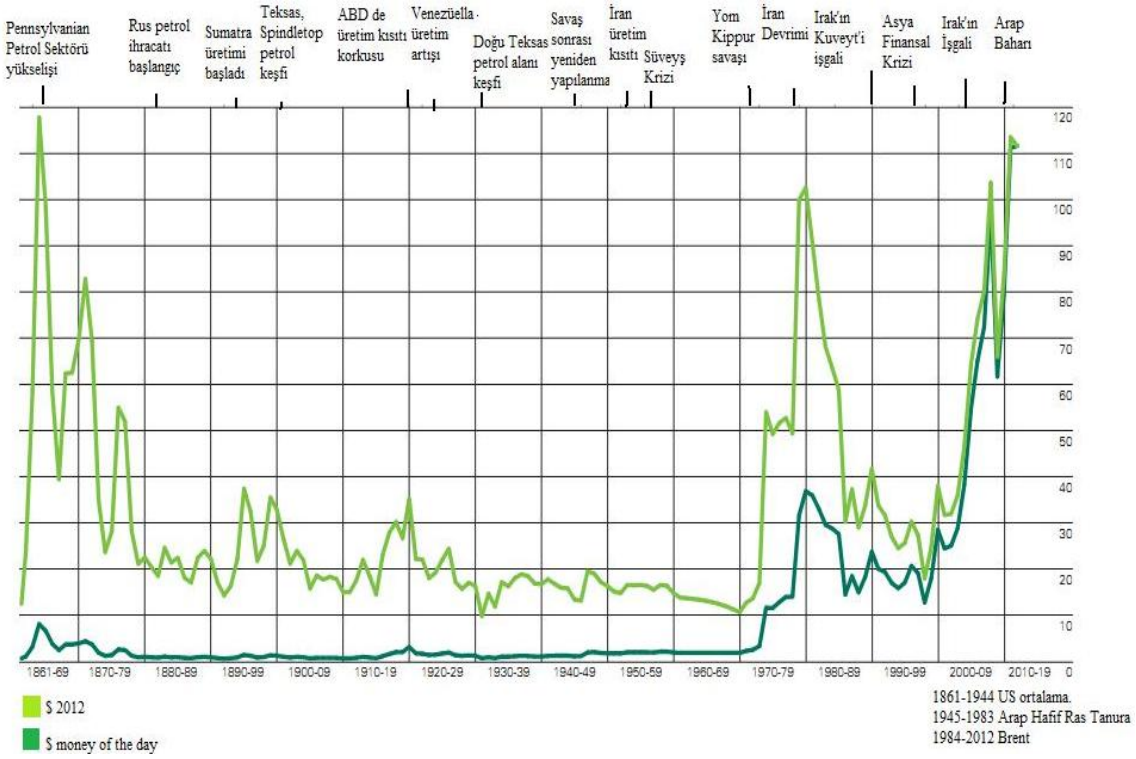
Tablo 1: Dubai, Brent, Nijerya Forçados, WTI Spot Piyasa Fiyatları: 1972-2012

	Dubai	**Brent**	**Nijerya Forkadosu**	**Batı Teksas Orta Derece**
US dollars (Varil)	$/varil	$/varil	$/varil	$/varil
1972	1,90	-	-	-
1973	2,83	-	-	-
1974	10,41	-	-	-
1975	10,70	-	-	-
1976	11,63	12,80	12,87	12,23
1977	12,38	13,92	14,21	14,22
1978	13,03	14,02	13,65	14,55
1979	29,75	31,61	29,25	25,08
1980	35,69	36,83	36,98	37,96
1981	34,32	35,93	36,18	36,08
1982	31,80	32,97	33,29	33,65
1983	28,78	29,55	29,54	30,30
1984	28,06	28,78	28,14	29,39
1985	27,53	27,56	27,75	27,98
1986	13,10	14,43	14,46	15,10
1987	16,95	18,44	18,39	19,18
1988	13,27	14,92	15,00	15,97
1989	15,62	18,23	18,30	19,68
1990	20,45	23,73	23,85	24,50
1991	16,63	20,00	20,11	21,54
1992	17,17	19,32	19,61	20,57
1993	14,93	16,97	17,41	18,45
1994	14,74	15,82	16,25	17,21
1995	16,10	17,02	17,26	18,42
1996	18,52	20,67	21,16	22,16
1997	18,23	19,09	19,33	20,61
1998	12,21	12,72	12,62	14,39
1999	17,25	17,97	18,00	19,31
2000	26,20	28,50	28,42	30,37
2001	22,81	24,44	24,23	25,93
2002	23,74	25,02	25,04	26,16
2003	26,78	28,83	28,66	31,07
2004	33,64	38,27	38,13	41,49
2005	49,35	54,52	55,69	56,59
2006	61,50	65,14	67,07	66,02
2007	68,19	72,39	74,48	72,20
2008	94,34	97,26	101,43	100,06
2009	61,39	61,67	63,35	61,92

2010	78,06	79,50	81,05	79,45
2011	106,18	111,26	113,65	95,04
2012	109,08	111,67	114,21	94,13

Kaynak: BP 2013 Dünya Enerji İstatistiki Görünümü Raporu, s:15.

Grafik 1: Varil Başına Ham Petrol Fiyatları Dünyada Geçekleşen Önemli Olaylar:1861-2012 (2012 ve sabit Dolar Fiyatlarıyla)



Kaynak: BP 2013 Dünya Enerji İstatistiki Görünümü Raporu, s. 15.

B. Ham Petrol ve Doğal Gaz Fiyatlarını Etkileyen Diğer Faktörler

Aslında arz ve talep şoklarının oluşum kaynaklarına bakıldığında, sahip olunan jeopolitik üstünlüklerden faydalanarak, bir yapı içerisinde fiyatları yönlendirip, hem yüksek miktarda pozitif dış ticaret dengesi sağlamak hem de siyasi güç aracı olarak kullanmak suretiyle çıkarlar elde etmektedir. Bunun en bilinen örneklerinden, OPEC'in 1970'lerde petrol üretiminde kısıtlamalara giderek fiyatları yönlendirmesi, ayrıca zaman zaman Rusya'nın gerek Kıt'a Avrupasına gerek Türkiye'ye yönelik doğal gaz musluklarını kısma tehditleri bugün halen hafızalarda

yer almaktadır. Siyasi arenada bugün, dünyada OPEC[49] ve OECD[50] ülkelerini incelediğimiz zaman dünya üzerinde meydana gelen siyasi ve ekonomik krizlere topluluk çıkarlarını ön planda tutarak ekonomik ve askeri açıdan ambargo ve kısıtlamayı dayatma gücünü ellerinde bulundurmaktadırlar.

Petrol yatırımları: Petrol arama, geliştirme ve üretim sektörüne yapılan yatırımlar ve bu yatırımların sürekliliği, petrol fiyatlarını orta ve uzun vadede doğrudan etkilemektedir. Sektöre yapılan yatırımlar, yeni rezerv keşiflerini, mevcut rezervlerin genişletilmesini ve yeni teknolojiler kullanılarak üretimin artırılmasını sağlamaktadır. Ancak; sektöre yapılan yatırımların geri dönüşümü uzun yıllar almakta -fiyatların düşük seyretmesi durumunda, geri dönüşüm süresi daha da uzun olmakta-, hatta arama yatırımları geri dönüşmeme riski taşımaktadır[51].

Enerji yoğunluğu: Enerji yoğunluğu, ülkelerin birim hâsıla başına harcadıkları enerji tüketimi şeklinde tarif edilebilir. Ülkelerin enerji yoğunlukları, uzun vadede petrol talebini dolayısıyla fiyatları etkileyen önemli bir unsurdur. Birçok ülke, geçtiğimiz yıllarda yaşanan petrol şoklarına tepki olarak enerji yoğunluğunun düşürmek için ciddi önlemler almış ve bunda da kısmen başarılı olmuştur. Ülkeler politikalarını petrol kullanımını azaltma yönünde oluşturmaktadır.

Spekülasyonlar: Spekülasyonların uzun vadede ortalama fiyat seviyesini etkileyebilmesi hususunda bir şey söylemek zor olsa da kısa vadeli fiyat dalgalanmalarında rollerinin olduğunu söylemek mümkündür[52], birçok çalışma petrol fiyatlarının spot piyasada oluştuğunu; vadeli işlemler piyasasında oluşan fiyatlar ile spot fiyatlar arasında çok zayıf bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Petrol fiyatlarının spekülasyona açık hale gelmesinde, petrolün yatırım aracı olarak tanımlanması büyük rol oynamıştır. Spekülatörlerin kısa vadeli ve kâr amaçlı işlemleri, oynaklığı

[49] Organisation of Petroleum Exporting Countries; Cezayir, Angola, Ekvator, İran İslam Cumhuriyeti, Irak, Kuveyt, Libya, Nijerya, Katar, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri ve Venezuella.

[50] Organisation for Economic Corporation and Development; OECD Amerika-Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Şili ve Meksika; OECDEurope; Avusturya, Belçika, Birleşmiş MilletlerKrallığı, ÇekCumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Hırvatistan, İzlanda, İtalya, İrlanda, İspanya, İsrail, İsviçre, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Slovenya, Türkiye; OECD Asya: Japonya, Kuzey Kore, Avustralya-Yeni Zelanda.

[51] Eugene Gholz ve Daryl G. Press, "Energy Alarmism: The Myths That Make Americans Worry about Oil", **Cato Institute Policy Analysis Series**, 2007, s.3**.**

[52] Robert K. Kaufmann ve Ben Ullman, "Oil Prices, Speculation, And Fundamentals: Interpreting Causal Relations Among Spot And Futures Prices",**Energy Economics,** Cilt:31, Sayı:4, 2009, s.551.

artırmaktadır. Oynaklığın artması ise, öngörülebilirliği azaltır ve yatırım kararları üzerindeki olumsuz etki doğurmaktadır.

Jeopolitik Sebepler: Petrol üreten ülkelerdeki siyasi belirsizlikler, savaşlar ve terörist faaliyetler gibi jeopolitik sebepler, arz kesintisi beklentisine yol açarak spekülatif hareketlere zemin hazırlamakta ve petrol fiyatları üzerinde kısa ve orta vadede etkili olmaktadır. Artan jeopolitik riskler, aynı zamanda artan sigorta maliyetleri yolu ile kısa ve orta vadeli petrol fiyatlarını etkilemektedir. Uluslararası finans çevreleri istikrarsız ve iç çatışmaların yoğun olduğu bölgelerdeki yeni petrol yatırımlarını riskten dolayı finanse etmek istememekte[53], bu durum dolaylı olarak fiyatlara yansımaktadır.

Stoklar: Gerek net petrol ihraç eden ülkelerin gerekse net petrol ithal eden ülkelerin petrol stokları, kısa vadeli petrol fiyatlarını etkileyen önemli bir unsurdur. Yüksek stratejik stoklar, petrol fiyatlarındaki kısa vadeli istikrarsızlığın azalmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte OECD ülkelerinin petrol stokları arttığında; OPEC, petrol fiyatlarının belirli bir seviyenin altına düşmemesi için, petrol üretim kotalarını düşürmekte ve stokların çok fazla artmasına izin vermemektedir.

Yedek Üretim Kapasitesi: OPEC üyesi ülkeler dışındaki petrol üreticisi ülkelerde bulunmayan yedek üretim kapasitesi, kısa vedeli fiyatları etkileyen önemli faktörlerden birisidir. OPEC'in yedek üretim kapasitesinin yaklaşık %75'i Suudi Arabistan'ın elindedir. Yedek üretim kapasitesi, arz-talep dengesizliklerinde faaliyete geçirilmekte ve stoklarla birlikte piyasaları dengelemede önemli rol oynamaktadır.

Doğal Felaketler: ABD'nin ana petrol ve doğal gaz üretim sahalarının bulunduğu Meksika Körfezi ve Güney Kıyılarını vuran Katrina ve Rita kasırgaları örneğinde olduğu gibi, doğal felaketler kısa vadede petrol arzını, dolayısıyla fiyatları etkilemektedir.

Alternatif Enerji Kaynaklarının Fiyatları: Her nekadar alternatif enerji kaynaklarının fiyatları, doğal gaz örneğinde olduğu gibi petrol fiyatları ile paralellik gösterse ve tam ikame olmasa da petrol fiyatlarını orta ve uzun vadede etkilemektedir.

[53] Tsoskounoglou ve diğerleri, s. 3798.

ABD Doları'nın Değeri: Petrolün ABD doları üzerinden fiyatlandırılması nedeniyle, paritede doların değerinin değişmesi, petrol fiyatlarını etkileyen bir diğer faktördür.

Çevresel Etkiler: Petrol ürünleri kullanımının çevreye verdiği zarar nedeniyle artan çevresel regülâsyonlar ve çevre vergileri, petrol kulanımını ve yatırım kararlarını, dolayısıyla fiyatları uzun vadede etkiler[54].

Petrol ve doğal gaz fiyatları genellikle birlikte hareket ederler ve doğal gaz fiyatları Btu tabanlı olarak petrol fiyatlarıyla 7:1 oranında bir indirgeme faktörü kullanılarak ilişkilendirilirdi. Ancak 2005'te 6$'dan 2008'de 100$'a çıkan petrol fiyatları ile doğal gaz fiyatları 11:1 oranında yeni bir indirgeme oranı oluşmuştur. 2008 sonrası kaya gazının keşfi ile aradaki ilşki bozuldu petrol fiyatları artarken, doğal gaz fiyatları sabit kaldı ve 2012 de bu indirgeme faktörü oranı 35:1 oldu. Petrolün fiyatı doğal gazda beş kat daha pahalı hale gelmiştir. EIA'ya göre 2040'ta 21:1 olacağı tahmin edilen bu oranın kaya gaz'ın maliyetli ve zor olması sebebiyle farkın kapanacağı beklenmektedir[55].

ABD'nin serbestleşmiş doğal gaz piyasası arz ve talep faktörlerinden büyük ölçüde etkilenecektir. Bununla birlikte, ABD'de finansal piyaslarda doğal gazın fiyat davranışları ve oynaklığı spekülatif aktivitelerle ilişkilendirilmiştir. ABD'de doğal gazın oynaklıklarını etkileyecek birçok faktör sıralanabilecekken bunları arz yönlü erişimi etkileyen faktörler açısında ele alacak olursak kasırgaların oluşması, depolamanın dinamikleri ve ithalat olmaktadır. Hava şartları gibi faktörler talep faktöründe önemli bir rol oynamaktadır. Kasırgaların yaşandığı dönemlerde oynaklık seviyeleri %17'lerden en güçlü Atlantik kasırgası içerisinde yeralan Mitch Kasırgasının yaşandığı Ekim 1998 Meksika Köfezinde üretim seviyesi %20 gerileyerek %35'lere dayanmıştır. 2005 sonrasında kasırgaların neden olduğu üretim düşüşlerine bağlı olarak oynaklığın verdiği tepkiler 2005 yılından sonra Ekim ayında Katrina Fırtınası sonucunda açık kıyılada üretimin %49.5 gerilemesine rağmen gözle görülür birşekilde gerilemesine rağmen oynaklık seviyesi %18,4 seviyesinde gerçekleşmiştir. En son Ekim 2008'de ABD'nin doğal gaz açık kıyılarının üretim seviyesi %70,8'lik bir gerilemeyi test etmiş ve ardından Kasım da %100'e varan

[54] Solak, s. 121.
[55] **U.S. Energy Information Administration International Energy Outlook 2013**, s. 45.

iyileşmeler olmuştur, ancak 2008 yılının en yüksek ikinci seviyesi olmasına rağmen genel anlamda %15.7 seviyesinde oldukça düşük bir oynaklık seviyesi ile karşılaşılmıştır[56].

Hava koşullarının, operasyonel aksiliklerin ve planlanmış bakım çalışmaları kısa dönem doğal gaz arzı üzerinde bozulmalara neden olmaktadır. 2005 yazında ABD Meksika Körfez'inde Ağustos 2005'ten Haziran 2006'ya kadar 800 milyar (30.48 cm^3)'lük bir üretim kısıtına neden olmuştur. Bu üretim miktarı ABD'nin bu dönemdeki %5'lik üretimine ve Mexico eyaletinin yıllık doğal gaz üretiminin %22'sine denklemektedir. Bu üretimdeki bozulma sonrasında birçok yerel spot piyasada milyon Btu (MMBtu) başına 15$'ı aşmıştır ve izleyen aylarda arza yönelik artan endişeler dolayısıyla belirgin bir şekilde dalgalanmaya başlamıştır[57].

Petrol piyasasında fiyatların 2011 yılı itibariyle durağanlık sergilemesi birçok nedene dayanmaktadır. Yukarı ve aşağı dalgalanan global ekonomik iyileşmeler, Japonya'da yaşanan tsunami felaketi, Kuzye Afrika ve Orta Doğuda yaşanan siyasi gerilimler yer alırken yine en önemli etmen olarak petrole dayalı finansal kağıtlara karşı gelişen yatırımcı ilgisinin bir sonucu spekülatif hareketler fiyat dalgalanmalarında en önemli rolü oynamıştır. Spekülatif hareketler bütün emtia piyasalarında temel bir sorun olarak yer almaktadır. Finansal piyaslarda gündeme gelen ve uygulamaya konan düzenlemeler ile spekülatif hareketlerin piyasanın stabilizasyonu üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi belli oranda da olsa bastırmaya çalışmaktadır[58].

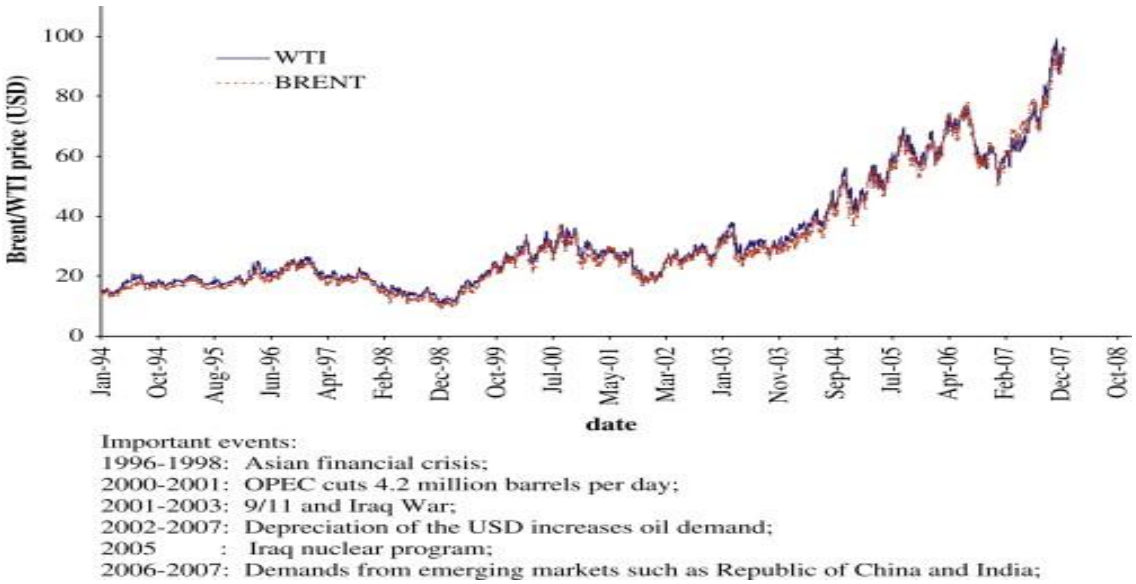
Fiyatların gelişim seyrine etki edebilecek olaylar finansal ve bankacılık sistemlerinde meydana gelecek kırılganlıklar, global ve bölgesel anlamda açıklanan büyüme rakamlarıdır. Bu faktörlerin en belirgin etkilerini 2008'de ABD de patlayan Mortgage Krizi olarak belirtmek mümkünken, ABD'den Avrupa'daki bankalara bir güven krizi ve ödeyememe sorunu olarak sistematik birşekilde yansımış uzunca bir dönem ABD ve Euro bölgesinden gelen işsizlik rakamları, beklenenin altında açıklanan büyüme rakamları, piyasa katılımcılarının reel ve finansal ekonomiye olan güven endekslerinde belirgin düşüşlere, PMI endeksi, VIX, MSCI gibi küresel risk

[56] Alterman, s. 23.
[57] **Energy Information Administration**, **Office of Oil and Gas**, s. 2, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf, (02.01.2014).
[58] OPEC World Oil Outlook, s.48.

iştahının ve beklentilerin yansıtıldığı endeks ve göstergelerin tarihi dip seviyelerden döndüğünü, 2011 ve 2012'de ciddi satış baskısı altında kalan spot, opsiyon ve vadeli işlem piyasalarında petrol ve doğal gaz fiyatlarının imdadına gelişmekte olan ülkelerden gelen büyüme rakamları ve enerji tüketimindeki artışa bağlı olarak ortaya çıkan talep yönlü gelişmeler, global ve bölgesel ekonomik aktiviteler destek vermiştir.

Grafik 2'de, yukarıda sayılan faktörlerden fiyatlar üzerinde yüksek etkiye sahip ekonomik, siyasi, jeopolitik, yatırımlar ve teknolojik anlamda öne çıkan gelişmelerin WTI ve Brent petrol fiyatları üzerinde ki etkilerine yönelik hazırlanmıştır.

Grafik 2: 4 Haziran 1993- 31 Aralık 2007 Brent ve WTI Günlük Fiyatlar



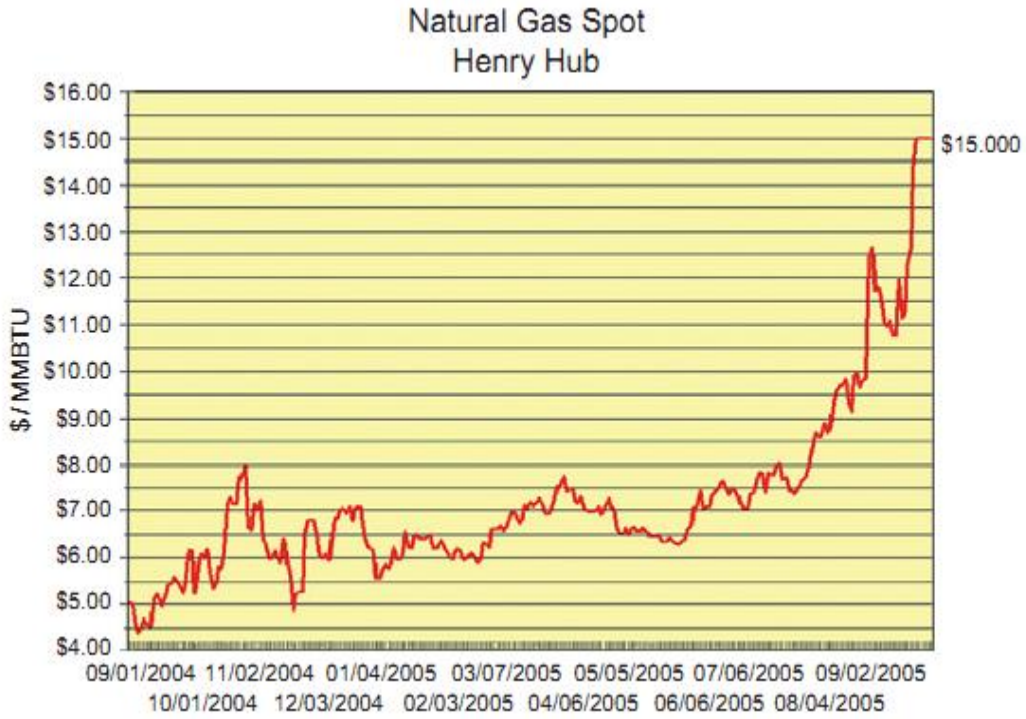
Kaynak: Chin Wen Cheong, Modeling and forecasting crude oil markets using ARCH-type models, **Energy Policy,** Cilt: 37, Sayı: 6, 2009, http:// dx.doi.org/ 10.1016/ j.enpol.2009.02.026, 2346 – 2355, s.2353.

Önümüzdeki yıllarda, petrol fiyatlarının geçmişte göstermiş olduğu yukarı yönlü trendin devam etmesi kuvvetle muhtemeldir. Bunun iki temel sebebi vardır.

Birincisi, OPEC üyesi ülkeler dışında üretim yapan birçok ülkenin hali hazırda üretimin zirve noktasına (peak oil) ulaşmış olması veya yakın zamanda ulaşmasının beklenmesidir. Dolayısıyla, önümüzdeki yıllarda OPEC üyesi ülkeler dışında üretim yapan ülkelerin, petrol talebinin çok az bir kısmını karşılaması beklenmektedir[59].

Bu durum OPEC'in fiyatlar üzerindeki etkisinin artmasına yol açacaktır. İkincisi, dünya petrol üretiminin zirve noktasına yaklaşılıyor olmasıdır. Çok önemli teknolojik ilerlemeler ve büyük rezerv keşifleri olmaması halinde, petrol üretiminin bir zirve noktasına ulaştıktan sonra azalması ihtimali oldukça kuvvetlidir. Dolayısıyla, artan petrol talebine karşılık petrol arzında bir kırılma yaşanması ve petrol üretiminin artan talebi karşılayamaması muhtemeldir. Bu kırılmanın, üretimin zirve noktasından daha önce yaşanması da mümkündür[60].

Grafik 3: Henry Hub Doğal Gaz Spot Piyasa Fiyatı 1 Eylül 2004-1 Eylül 2005



Kaynak: WTRG Economics, http://www.wtrg.com/daily/gasprice.html, (Son erişim:19.05.2014).

[59] Manfred Horn, "OPEC's Optimal Crude Oil Price", **Energy Policy,** Cilt: 32, Sayı: 2, 2004, ss, 270-271.
[60] Solak, s. 120.

Grafik 3'de, Lousianna kıyısında meydana gelen Katrina Kasırgasının Henry Hub spot fiyatlarının 3'e katlandığı tarihin fiyat grafiği olup bağlantı borularına gelen zararın vede spekülasyonların etkisiyle 1 Eylül 2004 ve 2005 Ağustos'un 3. haftasına kadar 5,00$ ve 7,00$ bandında dalgalanan Henry Hub spot fiyatları bu kısa olay sonrası 15$'a kadar çıkmışıtr. Aynı dönemde petrol üzerinde yapılan spekülasyonlar sonucu petrol varil fiyatı 65,00$'dan 70,00$'a kadar yükselmiş ancak bu panik havası 72 saatten daha kısa bir süre de sona ermiştir. Gaz piyasasında rastlanması güç olan böylesine kaygı kaynaklı düzensiz hareketler düzenleyici uygulamaları bozmakta, gerek anlık işlem yapanlar gerekse ekonomist ve üreticiler açısından büyük başarısızlıklar ve ciddi kayıplar yaratmaktadır[61].

Dünya çapında doğal gaz fiyatları için çeşitli mekanizmalar vardır. Bunlardan en sık kullanılan üç farklı fiyatlama mekanizması mevcuttur. Bunların ilki "Oil-Linked" fiyatlamada ticareti yapılan uzun vadeli kontraktlarda ham petrol veya petrol ürünleri ile doğal gazın fiyatı bazı indirim faktörleriyle ilişkilendirilmektedir. İkincisi, ayarlanan fiyatlarda devlet üretim ve diğer maliyetleri halka yansıtılmakta iken, üçüncü uygulamada ise rekabetçi piyasa fiyatlamasında ticaret noktaları ile piyasa noktaları oluşturulup arz ve talep edenler arasında fiyat belirlenmektedir. Daha öncede belirtildiği üzere henüz uluslararası düzeyde bütünleşik bir global piyasa yokken farklı fiyat mekanizmaları yerel piyasalara hakimdir. Yukarıda da değinildiği gibi piyasa değişim halinde olup ve bu tür işlemlerin zamanı belirsiz olmakla birlikte yakın zamanda etkin piyasaya ağ ve iletişim teknolojileriyle mümkün kılınacaktır. Tarihsel olarak doğal gaz fiyatları üretim maliyeti ile oluşturulurken boru firmaları gazı satın alır düzenlenmiş bir fiyattan depolar kendi imkanı ile taşır ve satar fiyata bu maliyetleri yükler ve tek fiyat sunardı. 1993'te köken fiyatlama kamuca belirlenmeye başlanmıştır. Bugün ise en etkin ve ençok takip edilen fiyatlar Lousiana Henry Hub fiyatlarıdır[62].

[61] Moktahab, s. 57
[62] **USA Energy Information Administration**, **World Oil Outlook 2013**, s.45.

III. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARININ MAKROEKONOMİK GÖSTERGELER İLE İLİŞKİSİ

Enerji emtialarının dünyadaki ekonomik faaliyetlerin ana etmeni olmasından bu yana petrol fiyatlarının fiyat tespitine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Yüksek petrol fiyatları başta enflasyon olmak üzere birçok makroekonomik etkiyi barındırmaktadır. Petrol fiyat şokları ayrıca global finansal piyasalar, vadeli işlem sözleşmeleri, risk yönetimi ve ilişkili finansal türev ürünler ile yakından ilişkilidir. Ham petrol fiyatları oynaklığının nakit akımları üzerinde yarattığı etkiler ve ham petrol fiyat belirsizliklerinin makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinden ötürü petrol fiyatlarının oynaklık modellemeleri literatüründe önemli bir yer edinmiştir. Petrol, doğal gaz fiyatları, dünya ve ülke ekonomik performansı açısından önemli göstergelerden birisidir. Ekonomide pek çok sektör, doğrudan ya da dolaylı olarak petrole bağımlıdır. Birbirinden bağımsız veya birbirini etkileyen çok sayıda etkene bağlı olması nedeniyle, petrol ve doğal gaz piyasasında veya petrol ve doğal gaz fiyatlarında ortaya çıkan değişiklikler hem ülke hem de dünya ekonomisi üzerinde zincirleme etkileşimler yaratmaktadır. Ham petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki yükselişlerin zincirleme etkileşimlerini enflasyon, işsizlik, ekonomik büyüme ve diğer makroekonomik değişkenler üzerinde görmek mümkündür[63].

Petrol fiyatları ile makroekonomi arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan mekanizma Klasik Arz Yanlı Şok Etkisi'dir. Bu mekanizmada; temel üretim girdisi olan petrol fiyatlarında meydana gelen artış, verimlilikte bir düşüşe yol açmakta ve bu durum da potansiyel çıktı seviyesinin (üretimin) azalmasına yol açmaktadır. Tüketiciler, petrol fiyatlarındaki artışın geçici ve kısa süreli olduğunu düşünmeleri halinde daha az tasarruf yapma ve daha çok borçlanma yoluna giderek tüketimlerini sabit tutmaya çalışacaklardır. Artan borçlanma seviyesi, denge reel faiz oranının yükselmesine neden olmaktadır. Üretim düzeyindeki azalma ve reel faiz oranlarındaki artış, reel nakit dengesi talebinde bir azalma meydana getirmekte olup bu durum ise enflasyonda da bir yükselişe sebep olacaktır. Sonuç olarak, petrol fiyatlarındaki yükseliş GSYİH'deki büyümeyi azaltacak, enflasyon ve reel faiz

[63] Esin Firuzan, "Türkiye Petrol Fiyatlari Oynakliğinin Modellenmesi", **Ekonometri ve İstatistik** Sayı:12, 2010, s.2.

oranlarını ise yükseltecektir. Ücretlerin nominal olarak aşağı yönlü yapışkan olması halinde; petrol fiyatlarının yükselmesiyle ekonomik büyümede meydana gelen düşüş, işsizlik oranının artmasına ve akabinde GSYİH'nın daha da azalmasına yol açmaktadır. GSYİH'da meydana gelen ilk azalma, emek verimliliğinde düşüşü de beraberinde getirecektir. Eğer reel ücretlerdeki azalma emek verimliliğindeki düşüş ile aynı oranda azalmazsa, firmalar işçi çıkarma yoluna gidecekler, işsizlik artacak ve GSYİH'e daha da fazla bir düşüş yaşanacaktır. Bu durum ise enflasyon oranında beklenmedik bir artış ile sonuçlanacaktır[64].

Petrol fiyatları ile makroekonomik göstergeler arasında ki ilişkinin kısa bir ifadesi aşağıda ki şekilde sunulabilir.

a) Arz şoku: Petrol fiyat artışları üretimde temel girdi olan enerji maliyetlerini arttıracağı için çıktıyı ve emeğin verimliliğini azaltarak reel ücretlerin gerilemesine, işsizlik oranının artmasına neden olacaktır. Endüstrilerin arz taraflı petrol şokuna neden olan maliyetler ise aşağıda ki şekilde (arz yönlü maliyet) hesaplanır[65]:

Girdi olarak kullanılan petrolün dolar maliyeti / Endüstrinin toplam dolar maliyeti

b) Gelir transferi ve toplam talebin azalması: Petrol fiyatları arttığında satın alma gücü ve refah petrol ithal eden ülkelerden petrol ihraç eden ülkelere kayar. Bu durum, ithalci ülkelerden ihraççı ülkelerin aldığı bir vergi gibidir. Gelir kaybına uğrayan enerji tüketicilerinin harcama eğilimleri genellikle gelir kazancı sağlayan enerji üreticilerinin harcama eğilimlerinden daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır[66]. Sonuçta petrol ithal eden ülkelerde ve dünyada mal talebi azalır, tasarruflar artmaya başlar, reel faiz oranları üzerinde aşağıya doğru baskı oluşur[67].

c) Para politikası: Petrol fiyat artışlarını takiben ortaya çıkacak enflasyon artışını dizginlemek için uygulanacak sıkı para politikaları ekonomilerde faiz oranlarını arttıracak, GSYİH büyümesi azalacaktır. Bununla birlikte, petrol fiyat artışları

---

[64] Stephen P. A.Brown,Mine K. Yucel, "Energy Prices And Aggregate Economic Activity: An Interpretative Survey", **The Quarterly Review of Economics and Finance,** Cilt: 42, Sayı:2, 2002, s. 198.

[65] Sridhar Gogineni,. " The Stock Market Reaction to Oil Prices Changes". **Division of Finance, Michael F. Price College of Business, University of Oklahoma, Norman**, 2008, s.11.

[66] Michael Mussa ," The Impact of Higher Oil Prices on the Global Economy", **International Monetary Fund,** 2000, s. 13.

[67] Erdal Atukeren, "Oil Prices and the Swiss Economy", **Swiss Institute for Business Cycle Research (KOF)**, 2003, s.3.

sonucu ortaya çıkacak enflasyonla beraber uygulanacak para politikaları finansal piyasalarda doğrudan ve dolaylı etkilerde bulunacak; menkul kıymet değerlerini ve cari döviz kurunu etkileyecektir[68].

d) Reel balans etkisi: Petrol fiyatlarındaki artış, insanların likit kalması ve para taleplerini arttırmaları sonucunu doğurur. Para otoritelerinin, artan para talebini para arz artışıyla dengeleyememesi faizleri yükseltir ve ekonomik büyümeyi yavaşlatır, durgunluğa yol açar[69].

1970'den bu yana, dünya ekonomisinde 4 önemli petrol şoku meydana gelmiştir. İlk şok 1973'te OPEC'in petrol arzını kısma kararı vermesiyle ortaya çıkmış, 1972'de varil başına 11,24$ olan petrol fiyatları 1975'de 20,18$'a yükselmiştir (%80 artış). İkinci şok, İran-Irak savaşı nedeniyle 1980'de meydana gelmiş, petrol fiyatları 19,67$'dan 53,74$'a yükselmiştir (%173 artış). Üçüncü şok, 10 yıl sonra Irak'ın Kuveyt'e müdahalesi nedeniyle ortaya çıkmış, petrol fiyatları 16,62$'dan 24,55$'a yükselmiştir (%48 artış). Dördüncü şok ise, 1999-2000 yıllarında ABD-Irak savaşı ve Ortadoğu'daki jeopolitik tansiyonun artması sonucu meydana gelmiş; petrol fiyatları 1998'de 11,27$ iken 15,90$'a, 2000'de de 26,72$'a yükselmiştir.

Petrol fiyatlarındaki şoklar global ekonomiyi doğrudan etkilemektedir. Bu etkiler; enflasyon, faiz oranları, toplam çıktı ve istihdam üzerinde olmaktadır. Enflasyon üzerindeki etkiye baktığımızda; petrol fiyatlarındaki artışların enflasyonda önemli artışlara yol açtığı görülmektedir. Örneğin; ilk petrol şoku sonucu dünya enflasyonu 1972'de %6,1 iken 1974'de %14,4'e çıkmıştır. Faiz oranını ele aldığımızda; petrol fiyatlarındaki keskin artışlar sonucu ortaya çıkan yüksek enflasyon neticesinde parasal daralma politikalarına başvurulmuş, faiz oranları artmıştır. Örneğin, ABD'de 1972'de %4,4 olan faiz oranı 1974'de %10,5'e çıkmıştır[70].

---

[68] Michael, s. 13.

[69] Birol Erkan ve diğerleri, "Uluslararası Ham Petrol Fiyatlarındaki Volatilitenin İşsizlik Göstergeleri Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği Üzerine Ampirik Bulgular", **Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (http://sbe.gantep.edu.tr)** Cilt: 10, Sayı: 2, 2011, s.717.

[70] Arif Özsağır ve diğerleri., "Ham Petrol Fiyatlarındaki Volatilitenin Gayri Safi Yurtiçi Hasila Büyümesi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği", **Journal of Management and Economics,** Cilt: 18, Sayı:1, 2011, s. 5.

A. Büyüme, Enflasyon ve İşsizlik ile İlişkiler

Ekonomik aktiviteler doğal gaz piyasasını ençok etkileyen faktörler arasında gelmektedir. Ekonomik gelişmeye paralelel, endüstiyel ticari mal ve hizmetlere olan talebin artmasıyla doğal gaza yönelik yoğun bir şekilde talep artışları yaratmaktadır. Dahası ekonomik büyümeye, kişisel harcanabilir tüketimde dahil olup, hanehalkının talebinin artmasında en önemli faktörler arasındadır. Doğal gaz aynı zamanda suni gübre ve ilaç üretim sekötründe de faydalanılan bir yakıt türüdür. Bu talep aynı zamanda karayollarında araçların sayısının artması ve gidilen mesafelerin gelişmesine bağlı olarak zaman içerisinde artmıştır. Doğal gaza oldukça yoğun bir şekilde bağlı olan endüstriyel kullanıcılar için doğal gaz fiyatları üzerindeki oynaklıklar tesislerin maliyet ekonomilerinde kontrolü kaybetme ve tahmin edilemez bir şekilde artmasına yol açmaktadır[71].

Doğal gaz tüketimini kapsayan enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ki test edilebilir dört adet alt başlığa kategorize etmek mümkündür. İlk olarak, "Büyüme Hipotezi" varsayımına göre enerji tüketimi direkt olarak büyüme üzerinde bir etkisi veya işgücü ve sermayeyi destekleyerek dolaylı bir katkısı olacaktır. Enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında iki yönlü varolan bir ilişkinin mevcudiyeti "Büyüme Hipotezi" tarafından desteklenmektedir. Enerji tasarrufu politikaları ile enerji tüketimini kısıtlayan uygulamalar ekonomik büyüme üzerinde ters etki yapacaktır.

İkinci olarak, "Koruma Hipotezi" ne göre enerji tüketimi ekonomik büyüme tarafından dayatılmaktadır. Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında ki çift yönlü ilişki "Koruma Hipotezi" ni desteklemektedir. Bu senaryo gelişmelerinin ışığında enerji tüketimini azaltmaya yönelik tasarruf politikaları ekonomik büyüme üzerinde ters etki yapmayacaktır.

Üçüncü olarak, "Geri Besleme Hipotezi" ne göre ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında ki bağımlı ilişkinin varlığını kabul eder. Geri besleme hipotezi enerji tüketimi ile enerji tüketiminde ki büyüme arasında tek yönlü ilişkiden hareket

[71] **Energy Information Administration, Office of Oil and Gas** "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", August 2007, s. 3, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf., (02.01.2014)

eder. Bu tamamlayıcı ilişki enerji tasarrufuna yönelik politikaların enerji tüketimini azaltması ile ekonomik büyüme üzerinde ki etkinin varlığını kabul eder. Muhtemelen bu ters etkiyle ekonomik büyümede ki gelişmeler bir sonraki aşamada enerji tüketimine taşınacaktır.

Dördüncü, "Nötrsüzlük Hipotezi"nin değerlendirmesine göre enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde ki etkisi önemsiz olacak derecede küçüktür. Bu durumda enerji tasarrufu politikaları ile enerji tüketiminde yaşanacak düşüşler ekonomik büyümeyi etkilemeyecektir[72].

1970 petrol şoku ile birlikte petrol fiyat dalgalanmalarının sanayileşmiş ülkelerde yarattığı etkilerin sonuçlarını inceleyen birçok çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmaların genel bulguları, petrol fiyat artışlarının ekonomik büyüme üzerinde belirleyici olduğu ve etkinin ülkeler itibariyle farklı boyutlarının olduğu yönündedir.

Gelişmekte olan ve petrol ithalatçısı olan ülkelerin ekonomilerinin petrol ve benzeri ürünlere ne denli bağımlı olduğu derecesinde petrol şoklarına maruz kaldıklarında gelişmiş ülkelere göre farklı etkileşimler olmaktadır. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde petrol fiyatları üzerinde vergi uygulamalarının gelişmiş ülkelere göre daha az olduğu görülmektedir. Bu denli bir fiyat şoku maliyetleri daha fazla yükseltmemek adına birşekilde vergiler ortadan kaldırılarak etkisi yatıştırılmaya çalışılmaktadır. Bu denli şok bastırıcı uygulamalar vergilerin daha düşük olduğu ülkelerde etkin olamamaktadır. Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkelerde ham petrolün maliyetleri gerek enflasyon ve gerekse de bütçe açıkları açısından daha etkili olmakta iken gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelerin petrol politikalarının sonuçlarına düşük ihracat ve sıkı uluslararsı finansal piyasa yatırmları uygulamalarına maruz kalmaktadır. Özetle, yüksek petrol fiyatlarının ekonomi üzerinde ki ters yönlü etkisi gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülekelere göre daha yoğun hissedilmektedir. Bunun sebebi, üretim açısından petrole ve diğer enerji kaynaklarına ve ithalatına fazla bağımlı olmaları ve enerji kullanımında etkinsiz olmalarıdır. Ortalama olarak gelişmekte olan ülkelerde bir birim çıktının üretilmesi için gelişmiş üleklerde kullanılan enerjinin iki katı kullanılmaktadır. Gelişmekte olan

[72] Nicholas Apergis, James E. Payne, "Natural Gas Consumption And Economic Growth: A Panel İnvestigation Of 67 Countries", **Applied Energy,** Cilt: 87, Sayı: 8, 2010, ss. 2759-2760.

ülkeler ayrıca finansal piyasalarda petrol fiyat dalgalanmalarından ithalat seviyelerinin yüksek olması sebebiyle daha fazla etkilenmektedir[73].

Talebin hacmi bakımından oynaklık oldukça önemlidir. Hamilton (1988)[74] göstermiştir ki genel denge modeli içerisinde hammadenin arzında yaşanan bir dalgalanma işsizlik seviyesinde bir artışa ve çıktı düzeyinde bir gerilemeye neden olacaktır. Bu sebeple emtialarda daha düşük düzeylerde dalgalanmalara gerek duyulmaktadır. Bu modele bağlı kalınarak özellikle enerji ithalatçısı ülkelerin petrol fiyatlarında ki oynaklıklara diğer emtialarda ki oynaklıklardan daha fazla etkilenen bir ekonomileri vardır[75].

Çoğu petrol ithal eden gelişmiş ülke için petrol fiyatlarındaki değişikliklerin enflasyon, çıktı ve istihdama etkisi farklı olmaktadır. Söz konusu farklılık, petrol fiyatlarındaki artışın önceden beklenip beklenmediğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, 1973-1974 petrol fiyat artışları önceden tahmin edilmediği için reel etkileri son derece olumsuz olmuştur. 1978-1979 fiyat artışları büyük ölçüde öngörüldüğü için GSYH, enflasyon ve istihdam üzerindeki olumsuz etki nispeten daha az olmuştur.[76] Petrol fiyat şoklarının makro ekonomik etkileri arz şoku, gelir transferi ve toplam talebin azalması, para politikası ve reel balans etkisi şeklinde kendisini göstermektedir[77].

B. Borsa ve Yatırım ile İlişkiler

Son dönemde yapılan çalışmalar petrol fiyatlarının oynaklığının – sadece yüksek fiyatların değil- ABD'de makroekonomik değişkenleri olumsuz etkilediğini göstermiştir. İlk olarak ampirik bulgular petrol fiyat değişimleri ile yurtiçi ürünleri kapsayan değişkenler için tespit edilmiştir. İkinci olarak hisse senedi getirileri, faiz oranları arasında etkileşim bulumuştur. Bazen bu etkinin asimetrik olduğu

[73] Levent Aydın ve Mustafa Acar, "Economic İmpact Of Oil Price Shocks On The Turkish Economy In The Coming Decades: A Dynamic CGE Analysis", **Energy Policy,** Cilt: 39, Sayı: 3, 2011, ss. 1722-1731.
[74] James D. Hamilton, " A Neoclassical Model of Unemployment and The Business Cycle." **Journal of Political Economy,** Cilt:96, Sayı: 3, 1998, s.600.
[75] Regnier, s. 421.
[76] Nancy P. Marion, LarsE.O Svensson, "Adjustment to Expected and Unexpected Oil Price Increases.", **National Bureau of Economic Research Working Paper No.997**, 1982, ss. 1-2.
[77] P.A.S Brown, M.K Yücel, ve J Thompson, "Business Cycles: The Role of Energy Prices", **Federal Reserve Bank of Dollars. Research Department Working Paper 0304,** 2003, ss. 3-5.

gözlenmiştir. Örneğin petrol fiyatlarının artması ekonomiyi yavaşlatırken, düşük petrol fiyatlarınında orantılı olarak ekonomiyi canlandırmadığını göstermiştir[78].

Petrol fyatlarını dikkate aldığımız zaman sermaye piyaslarını etkileyen iki neden ortaya çıkmaktadır. Petrol fiyatları ekonominin genelllikle en önemli unsurlarından birisi olup şokların ekonomi üzerindeki etkisi daha geniş olmaktadır. Daha yüksek petrol fiyatları global ekonomide daha farklı kanallardan etkileyerek daha ciddi boyutlar kazanmaktadır. Bir diğer rolü ise refahın petrol tüketicilerinden petrol üreticilerine aktarılmasıdır. Ayrıca artan mal ve hizmet maliyetleri sözkonusu olmaktadır. Dahası, petrol fiyat şoklarının etkisi tüketici güveni, finansal piyasalar ve enflasyon üzerinde hissedilmektedir. Petrol fiyat şoklarının makroekonomi üzerinde ki olumsuz etkisi ekonomik resesyona öncül olmaktadır[79].

Modern ekonomilerde petrol fiyatları sermaye piyasalarını etkileyen önemli değişkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Ekonomilerde genel düşünce, petrol fiyat değişkenliği karşısında sermaye piyasalarının bu duruma tepki vereceği şeklindedir. Yaşanan çeşitli politik, ekonomik ve finansal krizler petrol ve enerji fiyatlarındaki değişkenliğin daha fazla olduğunu göstermektedir[80]. Literatürde açıklandığı üzere petrol fiyatlarında ki değişim ekonomik depresyona öncülük etmektedir ve bunun devamında varlık fiyatları zayıflamaya gitmektedir. Bu sebeple, menkul kıymet piyasalarına yönelik analiz sonuçları politika yapıcılara petrol fiyatlarında ki değişimlerden kaynaklanan ani hareketleri baskılayabilmek ve stabilizasyonu tekrar sağlanması yönünde yardımcı olabilecektir. Ayrıca, gerek kurumsal gerekse de bireysel yatırımcılara menkul kıymet piyasalarındaki oynaklığı izlemek ve yönetebilmek amacıyla ve sonrasında alınan kararlarda yardımcı olabilecektir[81].

Belirli sektörlerin makro göstergelerinin ve bilgilerinin petrol şoklarına yönelik verdiği tepkimelerin kantititif analizleri politika uygulamaları açısından önem arz etmektedir. Ampirik çalışmalar, bu alanda iki adet farklı teknik kullanma

[78] Regnier, s. 408.
[79] Mehmet Balcılar ve Zeynel Abidin Ozdemir, "The Causal Nexus Between Oil Prices and Equity Market İn The U.S.: A Regime Switching Model", **Energy Economics,** Cilt: 39, Sayı:11 2013, s. 1.
[80] Sevinç Güler ve diğerleri, "Petrol Fiyat Riski Ve Hisse Senedi Fiyatlari Arasindaki İlişkinin Belirlenmesi: Türkiye'de Enerji Sektörü Üzerinde Bir Uygulama", **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,** Cilt: 24, Sayı: 4, Yıl: 2010, s.297.
[81] Kuang-Liang Chang , Shih-Ti Yu, "Does Crude Oil Price Play An İmportant Role İn Explaining Stock Return Behavior? ", **Energy Economics,** Cilt: 39, Sayı:11, 2013, s.159.

eğilimindedirler bunlardan birisi makroekonometrik çalışmalar ve diğeri ise CGE (Computable General Equilibrium) modellemeleridir. Alternatif olarak, CGE modellerinde yatırımcıların karar mekanizmalarında fayda ve kar fonksiyonlarını optimize etmeye odaklanmış oldukları mikro davranışsal ilişkilere ayrılmıştır. Bu modeller ekonomik hedeflerin ve göreceli fiyatların değişimleri ile ortaya aıtlan ekonomi politikalarının uzun dönemli etkilerini analiz etmek için kullanılmaktadır[82].

Stratejik yatırmlar, sadece operasyon birminin değil aynı zamanda bütün bir şirketin organizasyon yapısının faydalandığı yatırım kararlarıdır. Stratejik yatırımlar, değer yaratma sürecinde firmalara maliyetlerin azaltılması ve üretimin farklılaşırması noktasında en önemli katkıyı sunan kararlardır. Mükemmel bilginin varlığı ve belirsizliğin olmadığı ideal durumlarda kar maksimizasyonu optimal yatırımı belirleyecektir. Ancak, gerçek hayatta farklı kaynaklardan girdi ve çıktıların fiyatlarına, döviz kurlarına ve hükümetlerin politikalarına yönelik bilgi akışlarının yarattığı belirsizlikler soncunda pekde kolay olmamaktadır. Belirsizlik, sadece belirli bir yatırımın değil aynı zamanda firmanın da değerini etkileyecektir. Firma petrol fiyatlarında ki belirsizliklerle ilgili yeni bilgiler beklerken, daha önce yaptığı yatırımlardan elde edilecek getirilerden mahrum kalmaktadır. Daha fazla bilginin gelmesini beklemek başka bir açıdan bakılacak olursa doğru yatırım kararının verilmesinde kararların değişmesine neden olacaktır. Böylece yatırımın teşvik edici niteliği (yatırım güdüsü) düşmektedir. Firmalara yönelik verilecek ilk tavsiye petrol gibi fosil yakıtlara daha az bağımlı üretim yapılmasıdır. Daha sürdürülebilir bir enerji kullanımı bu sayede çevre ile uyumlu kirlenmeyi önleyen ürün ve hizmetlerin üretim süreçlerinde kullanılması, enerji etkinliğinin arttırılması, iş yapma süreçlerinde uygulanması gereken yaklaşımlar olarak belirlenmelidir.[83]

Uzun dönem yatırım kararlarında geleceğe ilişkin isabetli öngörüler en uygun yatırım kararlarının alınabilmesi açısından gereklidir. Zira verilen yatırım kararı gelecek için öngörü durumunu yansıtmaktadır. Dolayısıyla, yapılan öngörü ne kadar isabetli olursa yatırımdan elde edilecek fayda o denli artacaktır. Finansal öngörü, başarılı bir şekilde uygulandığında finans piyasaları için gelecekte belirsizliği

[82] Li Meng., "A CGE Analysis Of Oil Price Change 2009", **Journal of Quantitative &Technical Economics,** Cilt: 5, Sayı: 1, 2009, s. 47.
[83] Irene Henriques, Perry Sadorsky, "The Effect Of Oil Price Volatility On Strategic Investment", **Energy Economics,** Cilt: 33, Sayı: 1, 2011, ss. 79 –85, 87.

azaltmaya yönelik önemli bir araçtır. Ekonometrik tekniklerin bu denli çeşitlenmesinin sebeplerinden biri de en iyi öngörüye ulaşma çabasıdır. Finansal araçların getirilerinde ki oynaklığın öngörülmesi noktasında çok çeşitli ekonometrik teknikler kullanılmaktadır[84].

C. Pariteler ve Dış Ticaret ile İlişkiler

Petrol fiyatlarının yükselmesi petrol ihracatçılarının cari açıkları üzerinde azaltıcı bir etki yaratırken petrol ithalatçısı ülkelerin cari açıkları için ise tam tersi bir durum söz konusudur. Uzun vadede petrodolarların yeniden ekonomiye sürülmesine rağmen petrol ithalatçısı ülkelerin para birimlerinin değeri cari açıka sonucu azalacaktır. Bununla birlikte bütün durumlar için petrol fiyatlarının döviz kuru şoklarından sorumlu olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu alanda yapılan çalışmalar göstermiştir ki petrol fiyatları petrol arzındaki beklentilere negatif bir etki yaparken beklenmedik talep üzerinde ise pozitif bir etkisi olmaktadır. Petrol fiyatları gelişmekte olan ülkelerde menkul kıymet piyasalarındaki pozitif şoklara yine pozitif tepki göstermektedir.

Petrol fiyatlarındaki artışlar değerli metallerin Kuzey Afrika'da yaşanan olaya benzer bir şekilde enerji kısıtlamaları nedeniyle değerli metallerin üretiminde düşüşler olmaktadır. Petrol ve altın ençok işlem yapılan emtialar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yatırımcılar portföylerini petrol ve kıymetli metaller arasında değiştirmekte veya biraraya getirmek suretiyle çeşitlendirme yapmaktadır. Beahm (2003)'dan aktarıldığı üzere altın ile petrol fiyatları arasındaki fiyat ilişkisi değerli metallerin fiyatlarını yönlendiren en önemli unsurdur[85].

Döviz kurlarının etkisi petrol ithalatının petrol ithalatı yapan ülkeler arasındaki dağılımına ve hem petrol ithalatı yapan (refahı düşen ülkeler) hem de petrol ihracatı yapan (refahı artan ülkeler) her ikisnin de portföy tercihlerine bağlıdır. Krugman modele bazı dinamikler ekleyerek OPEC'in kademeli olarak zenginliklerini endüstrileşmiş ülkelerden ithalat yaparak kullanacaktır. Uzun vadede

[84] Cüneyt Akar, "Volatilite Modellerinin Öngörü Performansilari: Archh, Garch, Swarch Karşilaştirmasi", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt8, Sayı:2, 2007, s. 2.
[85] Ramazan Sarı, Shawkat Hammoudeh, Ugur Soytas , "Dynamics Of Oil Price, Precious Metal Prices and Exchange Rate", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı:2, 2010, s. 351.

reel döviz kuru OPEC ithalatının jeolojik dağılımına bağlı olacak iken böylece portföy tercihleri önemli olmayacaktır. Tahminlere göre petrol ihracatçısı ülkelerin Amerikan ürünleri hariç, dolar tarafından yönlendirilen varlıkları daha fazla tercih etmektedir. Petrol fiyat artışları doların değerinin düşmesine kısa dönemde sebep olurken uzun dönemde bu etki ortadan kalkacaktır[86].

Petrol ençok ticareti yapılan emtia olarak dünya da büyümenin en önemli motoru olmuştur. Yüksek ve artan eğilimli bir ticaret açığı sağlıklı bir ekonomik kalkınmayı etkilemeye devam etmektedir. Petrol ve diğer global anlamda ticareti yapılan emtialara ve fiyatlarının oynaklıklarını ve petrol fiyat şoklarına gereken önemi atfederek yine global çapta gelişen devasa cari açıkları açıklamak mümkün olacaktır. Bu çalışmanın amacı bu mümkünatı geçerli kılacak teorik ve uygulamalı açıklamaları yaparak politik önerilerine yer vermektir. Mevcut literatürde petrol şoklarının büyüme enflasyon ve işsizlik gibi makroekonomik değişkenler üzerine etkileri yoğunlaşırken daha az sayıda çalışma petrol şoklarının cari açık kanalı ile ekonomiye aktarım mekanizmasını araştırmışlardır. Genel beklentiler petrol fiyat şoklarının cari açık üzerine geniş ve negatif bir etkisinin olacağı biçimindedir. Petrol fiyatları dalgalanmaya başlandığı zaman cari açık şokunu atlatabilmek adına hükümetler yutdışından borçlanmaya gideceklerdir. Bu bağlamda, uluslararası risk paylaşımının yeterli olmadığına ve biribirini takip eden dengesizliklerin yurtiçinde etkisini ve zararını azaltacak önlemlerin alınmadığına dair bir takım şüpheler ortaya çıkarmaktadır[87]. Bu sebeple politik ve teorik bakış açısıyla petrol fiyat şoklarının cari açık üzerindeki etkisini ve önemini dikkate alan çalışmalar gerekmektedir[88].

[86] Agnès Bénassy Quéré ,Valérie Mignon, Alexis Penot, "China and The Relationship Between the Oil Price and the Dollar", **Centre D'etudes Prospetıves Et D'ınformatıons Internatıonales (CEPPII) Working Paper No:16**, 2005, s.10.
[87] Kilian, ve diğerleri, s.183.
[88] Thai-Ha Le, Youngho Chang, "Oil Price Shocks And Trade İmbalances" , **Energy Economics** Cilt:36, Sayı:3, 2013, s.78.

İKİNCİ BÖLÜM
İKTİSADİ ZAMAN SERİLERİNDE DEĞİŞEN VARYANS OYNAKLIK TAHMİN MODELLERİ

Finansal zaman serilerinin temel istatistiksel özellikleri; aşırı basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerlerine sahip olmaları, yüksek oynaklık dönemlerinde asimetrik (asymmetry) özellik taşımaları, oynaklık kümelenmesi göstermeleri ve getiri oynaklıklarının (varyans ya da standart sapma) zaman içinde değişim (heteroskedasticity) göstermesi olarak sıralanabilmektedir[89]. Zaman serisi analizinin öncelikli amacı olan ileriye dönük tahmin yapma amacının kullanılabilir olması için, ilgili zaman serisinin çok iyi analiz edilmesi ve modellenmesi gerekir.

Finansal dalgalanmalar ve oynaklık, bir finansal zaman serisinde, gözlemlerin ortalamadan sapmasına neden olmaktadır. Ortalamadan sapan gözlemler dağılımı sivri (leptokurtik) hale getirmektedir. Sivri dağılıma sahip seriler aynı zamanda şişman kuyruklu seriler olarak da tanımlanmaktadır. Normal dağılımda basıklık değeri 0 iken sivri dağılımda basıklık, normal dağılımdakinin çok daha üstünde seyretmekte ve bu durum aşırı basıklık (excess kurtosis) olarak adlandırılmaktadır. Sivri dağılım ya da başka bir deyişle şişman kuyruk özelliği gösteren serilerle çalışılması durumunda, sapan gözlemler kuyruk bölgesi dışında kalarak ölçümlere dahil edilemediği için özellikle risk ölçümlerinde yanlış sonuçlara yol açmaktadır. Bu nedenle, şişman kuyrukları dikkate alan dağılımlarla modelleme yapılması daha tutarlı sonuçlar vermektedir[90].

"Basıklık" katsayısı dördüncü momente denk gelip serilerin nasıl bir sivrilik ve yassılık özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Gözlemlenen değerlerin büyük bir oranı, uçlara yakın bulunuyorsa basıklık katsayısı sıfırdan küçüktür ve buna "platykurtic" adı verilmektedir. Bunun yanı sıra, eğer gözlemlenen değerler ortalama etrafında, ortalamaya yakın kümelenmişlerse bu dağılım "leptokurtic"

[89] Mert Ural, **Yatırım Fonlarının Performans ve Risk Analizi** 1. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2010, s.77.
[90] Ural, s.78.

olarak adlandırılmaktadır. Normal dağılımda olduğu gibi basıklığın sıfıra eşit olması durumu ise "mesokurtic" adını almaktadır[91].

Finansal varlık getiri serilerinin dağılımının asimetrik ve simetrik özellikleri "Çarpıklık" katsayısı ile anlaşılmaktadır. Çarpıklık katsayısı, serinin üçüncü momentidir. Normal dağılım sergileyen serilerde çarpıklık katsayısı sıfıra eşit olmakta, çarpıklık < 0 ise seri sağa çarpık (negatif çarpıklık), çarpıklık > 0 ise seri sola çarpık (pozitif çarpıklık) bir hal almakadır. Sağa çarpık bir dağılımda uzun bir sol kuyruk yapısına sahipken, sola çarpık bir dağılımda uzun bir sağ kuyruk yapısı gözlenmektedir. Çarpıklık değerinin finansal getiri serileri açısından ifade ettiği anlam oldukça önemlidir. Pozitif çarpıklık; küçük kayıplar ancak büyük kazançları söz konusu olabileceği anlamına gelmekte iken, negatif çarpıklık için ise tam tersi geçerli olup büyük kayıplar ancak küçük kazançlar elde edildiği gözlennektedir.

İktisadi zaman serileri genel olarak trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz (rastsal) hareketlerin bileşiminden oluşur. Bir zaman serisi, frekansına bağlı olarak sözü edilen bu dört bileşenden birini veya birkaçını bünyesinde bulundurabilir. Zaman serisi verilerine dayalı ekonometrik modellerde serilerin zaman serisi özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Serinin hangi bileşenlerden oluştuğunun belirlenmesi başka bir ifade ile serinin bileşenlerine ayrıştırılması ve bu bileşenler seri üzerinde bir etkiye sahip ise seriden arındırılmaları gerekir. Sözü edilen bu bileşenler serilerin stokastik ve deterministik özelliklerini belirler[92].

Zaman serileri analistin bir varlığın getrisini zamana bağlı rassal bir değişken seri haline getirmesiyle oluşmaktadır. Bu serilerin dinamik yapılarının anlaşılmasında Doğrusal Zaman Serileri Analizlerinden (Linear Time Series Analysis (LTSA) faydalanılmaktadır. Dinamik Zaman Serileri Analizlerinde (Dynamic Series Analiysis (DSA)) teorileri arasında durağanlık, dinamik bağımlılık, otokorelasyon, modelleme ve tahmin bulunmaktadır.

Basit modeller rassal bir değişkenin t zamanındaki değeri ile t-1 zamanındaki değeri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Bu modeller rassal değişkenler arasındaki

---

[91] François-Serge Lhabitant, **"Handbook of Hedge Funds"**, John Wiley & Sons, Inc., Great Britain, 2006, s. 437.

[92] Esra İğde, **Yapısal Değişiklik Altında Birim Kök Testleri Ve Bazı Makro İktisadi Değişkenler Üzerine Uygulamalar,** (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2010, s. 4.

korelasyon ile ilgilenmekte bu sayede dinamik yapının incelenmesine yardımcı olmaktadır. Bu durum otokorelasyon olarak anılmakadır.

Eğer bir zaman seirisi (r_t) bağımsız ve özdeş dağılıma sahip rassal değişkenlerin sonlu ortalama ve varyansının bir dizlimine sahipse beyaz gürültü olarak tanımlanır. Bütün beyaz gürültü serileri için otokorelasyon fonksiyonu sıfırdır. Bütün gerçek zamanlı serilerde eğer örneklemin otokorelasyon fonksiyonu sıfıra yakınsa bu durumda seri beyaz gürültüdür[93].

Gürültü ve haber hipotezleri günlük getirilerin farklı otokorelasyon yapılarına işaret etmektedir. Frenc ve Roll (1986)'un belirttiği gibi serilerde bir gecikme sonrasında negatif otokorelasyon gürültücü işlemlerin tetiklediği bir oynaklığa (noise hipotez) işaret ederken, sıfır ve pozitif otokorelasyon ise açılıştaki bilgi temelli oyanklığa işaret etmektedir (Haber Hipotezi). Bu sebebeple getiri serileri negatif otokorelasyona sahiptir. Haber hipotezine göre, fiyat hareketleri yeni bilgilerle harekete geçmekte ve bu sebeple geri dönüş söz konusu olmamaktadır. Eğer yeni bir haber güniçi fiyatlara yerleşirse haber hipotezne göre günlük getirilerin otokorelasyonu sıfır olacaktır. Eğer haberlerin fiyatlara yerleşmesi bir günden fazla sürerse o halde otokorelasyon pozitif olacaktır[94].

Zamana bağlı olarak değişen varyans özelliği zaman serilerinin ana karekterini oluşturmaktadır. Bu karekteristikler:

a. Fiyat serileri genellikle durağan olmazken, getiri serileri ise genelikle durağandır ve otokorelasyon yoktur.

b. Genellikle "Oynaklık Kümelenmeleri" mevcuttur.

c. Hata terimlerinin farklı gecikmeleri arasında seri bağımlılık mevcuttur.

d. Getiri serilerinin dağılımı genellikle Leptokurtik' tir.

Özellikle finansal zaman serilerinde sıklıkla şişman kuyruk (fat tail) yapısı olarak tanımlanan sivri dağılımlar gözlenmektedir. Bu dağılımların belirlenmesi, dalgalanma ve kriz dönemlerinde ortaya çıkan uç gözlemlerin ayrıştırılması açısından oldukça önemlidir[95]. Uç değerlerin analiz sürecine dahil edilmesi,

---

[93] Tolgahan Yılmaz, **Modeling Volatility Of Turkish Stock Index Futures**, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Dokuz Eylül Ünversitesi, İzmir, 2009, s.40.

[94] Nuray Güner ve Zeynep Önder, "Information and Volatility: Evidence from an Emerging Market", **Emerging Markets Finance & Trade,** Cilt: 38, Sayı: 6, Turkey in the Financia Liberalization Process (II), 2002, s.35.

[95] Ural (2010), s.82.

karşılaşılacak olağanüstü bir kayıp ya da kazanç hakkında bilgi vermekte ve daha tutarlı tahminlere olanak sağlamaktadır.

e. Finansal piyasalarda (özellikle gelişen piyasalarda), piyasa katılımcıları iyi ve kötü haberlere karşı asimetrik davranışlar sergilemektedir[96].

İstatistiki olarak, kabarcıklar finansal zaman serilerinin birçoğunda bulunur. Kabarcıkların ilk ortya çıkış ve ortadan kayboluş tarihlerinden anlaşıldığı üzere finansal değişkenler arasında yer değiştirme mekanizması sermaye piyaslarında 1995'in ortalarında ortaya çıkmış ve 2000 yılının sonlarında sönümlenmiştir ve 2001 Ocak ayında 2007 Haziran ayına kadar gayirmenkuller üzerinde kabarcıkların oluştuğu gözlemler arasındadır. Mortgage krizin patlak vermesinin ardından baloncuklar sırasıyla emtia piyasalarına ve döviz piyasalarına sıçramış ve 2008 yılı sonunda yaratılan kabarcıklar patlamıştır. Etkileri reel ekonomik aktivitelerde ve ekonomik büyüme üzerinde belirgin bir şekilde yaşanmıştır. Bazı temel olgular kabarcıkların modellenmesi, gelecek kazançlarındaki rasyonel beklentiler ile uyumlu kabarcıkların gelişimleri ve kabarcıkların tespiti ve en uygun politikanın tespiti gibi mekanizmalara odaklanılmıştır. Genel kanı finansal kabarcıkların kaynak tahsisinde yanlışlamalara ve bu sebeple reel ekonomik aktiviteler üzerinde ciddi etkileri olduğu yönündedir. Popüler yayınlarda finansal kabarcıklar finansal varlık fiyatlarının ani ve hızlı artmaya başladığı ve asli değerinden çok uzakta spekülatif bir tabanda hareket sergilediği bir terim olarak geçmektedir. Terimin barındırdığı ima aslında bu artışların birer ekonomik temele dayandırılmadan bir varlığın fiyatının başaşağı gidişatı sonucunda çöküş riskidir. Bu bağlamda kabarcıklar tipik olarak retrospektif (geçmişe yönelik) özellikler barındırmaktadır. Kullanımlar da bir kesinlik yaratmak adına, kabarcıkların oluşum koşulları bir varlığın fiyatının asli değerini, bu değer indirgenmiş nakit akımlarının beklenen değeri ile elde edilmekte olup, bu değeri belirgin olarak aşması olarak tanımlanır. Kabarcıklar olgusu ile ilgili olarak ikinci bir karekteristik ise ister yukarı ister aşağı yönde bir periyot olsun, varlığın işlem hacmi hep yüksek seviyelerde değişimin yönü genelde tahmin edilen şekilde olup varlık fiyatlarının değişme miktarı normal piyasalarda oluşan sıfır olan martingale süreçlerden farklı olmaktadır. Martingale davranışlarından elde edilen bilgilerde

[96] T. Yılmaz, s. 13.

kabarcığın patlama süreci ile ortadan kalkış süreci arasında ki mekanizmalara dair bilgiler edinilmektedir[97].

Bir zaman serisini istatistiğe konu yapan rassal bileşenlerin etkisi altında kalması özelliğidir. Değişen koşullu, dinamik yapılı koşullarda ilgili bir zaman serisinin gözlem değerinin t anında aldığı değer, bir çok rassal olayın etkisi altındadır. Daha önce bahsedildiği gibi zaman serisi analizi yapmanın amaçlarından biri olan bileşenlere ayırma işleminin bir amacı da rassallık etkisini ortaya çıkarmaktır. Rassal etki tüm zaman serilerinde gözlemlenebilen bir bileşendir.

Ekonometrik ve finansal zaman serilerinde rassal etki diğer etkenler gibi belirli olmayan, önceden kestirilemeyen denetlenmesi ve kontrol altına alınması mümkün olmayan değişmelerdir. Nasıl, ne şekilde, nerede ortaya çıkacağı belli olmayan ve sonuçlarının kestirilmesi imkansız gibi olan değişmelerdir[98].

Rastsal etki; $x_t = R_t$ denklemi ile ifade edilebilir. Burada ki x_t , t dönemindeki gözlem değeri, R_t ise t döneminde ki rassal etkidir.

- $x_t = R_t \,.\, T_t$ *(T_t : t döneminde ki trend etkisi)*
- $x_t = R_t \,.\, T_t \,.\, M_t$ *(M_t : t döneminde ki mevsimsel etki)*
- $x_t = R_t \,.\, T_t \,.\, M_t \,.\, K_t$ *(K_t : t döneminde ki konjonktürel etki)*

denklemiyle zaman serisi bileşenleri gösterilebilir. Bu denklemeler çarpımsal model olarakda ifade edilebilir.

Bunların yanında toplamsal model olarak ifade edilen denklemler ise ;

- $x_t = R_t + T_t$
- $x_t = R_t + T_t + M_t$
- $x_t = R_t + T_t + M_t + K_t$

şeklinde ki denklemlerdir[99].

Zaman serilerinin en basit hali White – Noise olarak bilinen, Beyaz Gürültü sürecidir. Bu süreç zaman serilerinin hata terimlerinin 0 ortalama ile birbirinden bağımsız olarak dağıldığını kabul eder ve aşağıda ki eşitlikte ki gibi ifade edilir[100].

---

[97] Peter C. B. Phillips, Jun Yu, "Dating the Timeline of Financial Bubbles During the Subprime Crisis ", **Cowles Foundation Discussion Paper No. 1770,** 2010, s. 3-10.
[98] Polat, s. 28.
[99] Polat, s. 28.
[100] K. Patterson, " **A Primer for Unit Root Testing** ", ISBN: 978–1–403–90204–7, Palgrave Macmillan in the US is a division of St Martin's Press LLC, 175 Fifth Avenue, New York, NY 10010, USA2010, s.31.

$Y_t = \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \approx (0, \sigma^2)$

Bir zaman serisinin düzensiz bir şekilde büyümesi durumunda benimsenecek en iyi strateji bir periyottan diğerine oluşan değişimlerin tahmin edilmesidir, örneğin Y(t)-Y(t-1)'in hesaplanmasıdır. Başka bir deyişle, analist serilerin birinci farkına bakarak tahmin edilebilir bir hareketin varlığının olup olmadığını incelemelidir. Birinci fark, bir serinin bir dönemden diğerine değşimini göstermektedir. Eğer Y(t), Y zaman serisinin t döneminde değişimini yansıtabiliyorsa bu durumda Y'nin t periyodunda ki birinci farkı Y(t)-Y(t-1)'e eşit olacaktır. Eğer Y'nin birinci farkı durağan ve ayrıca tamamen rassal ise (otokorelasyon yok ise), Y zaman serisi rassal yürüyüş süreci olarak tanımlanacaktır. Bunun anlamı, herbir değer bir önceki değerden rassal bir uzaklıkta oluşacaktır[101].

Rassal yürüyüş süreci ise, durağan olmayan serilerin en basit örneğidir. y serisinin t zamanındaki değeri, saf rassallık özelliğine sahip hata terimi ε_t ile ifade edilirse rassal yürüyüş süreci aşağıda ki gibi gösterilebilir[102].

$Y_t = Y_{(t-1)} + \varepsilon_t$

Rassal yürüyüş modelinde, t dönemindeki Y değeri, (t-1) dönemindeki değeri artı rastsal bir etkinin doğrusal bileşimidir. Eğer rastsal yürüyüş modeli AR(1) modelinin özel bir hali olarak düşünülürse, (t-1) Y'nin katsayısı kovaryans durağanlık koşulunu sağlamayan bir AR (1) modeli olacaktır**.**

Devaney, (1986)'dan aktarıldığı üzere, ampirik bulgulardan elde edilen bilgiler ışığında deterministik doğrusal olmayan ilişkilerin birçoğu rassallığa duyarlı birçok testin hassas zaman aralıklarını üretmede bir hayli yeterli olduğunu göstermiştir. Böylece rasal görünümlü ancak gerçekte deterministik olan seriler "kaotik" veya "tuhaf" seriler olarak adlandırılmıştır. Kaotik serilerin dinamikleri zaman serilerinin davranışlarına yönelik olarak daha zengin dizilişler sunarlar. Örneğin; emtia fiyatlarında, döviz kurlarında ve hisse senedi fiyatların ve diğer finansal ve ekonomik zaman serileri doğrusal modeller yerine daha ziyade doğrusal olmayan kaotik zaman serileri ile davranışlarının modellenmesi daha uygun

[101] Çiçek Yılmaz, **Estimating Value At Risk Using Garch Models: Evidence From The Turkish Banks,** (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) The Graduate School Of Social Sciences Of Izmir University Of Economics, İzmir, 2008, s. 30.
[102] İğde, s.7.

olmaktadır. Kaotik zaman serilerinin zaman serilerine uygulanışı literatürde son 20 yıllık bir zaman dilimine rastlamaktadır[103].

Emtia piyasalarında kaotik zaman serileri aşağıdaki özellikleri sergilemektedir. i) Evrensel olarak haritanın detaylarına bağlı olmadan belirli bir rota izlemekte. ii) Zamanla izlidiği yol başlangıç koşullarında meydana gelen mikro değişikliklere aşırı derecede hassastır. iii) Zaman serileri determinisik sistemler tarafından yaratılmış olmasına rağmen stokastik olarak görünürler, ampirik spektrum ve otokovaryans fonksiyonlar kaotik serilerde aynı rassal değişkenler tarafından üretilmiştir. Bu durum kaotik serilerde birçok stadart tekniğin (spectral analiz ve otokovaryans fonksiyonun) uyuglanmasının uygun olmayacağı anlamına gelir. Kaotik yapı beraberinde fiyatların deterministik olduğunda uzun bir aralıkta teknik ve istatistiki tahmin teknikleri güvenilmez olmakta, başlangıçtaki ölçüm hataları üssel olarak çoğalmaktadır[104].

25 yılı aşkın dört emtiaya yönelik günlük vadeli işlem sözleşmeleri fiyatlarını kapsayan getiri serileri korelasyon testi, BDS testi ve entropi testine tabii tutulmuştur. Verilerde doğrusal olmayan güçlü kanıtlara rastlanmıştır. Bu bulgu uzun dönemde sona eren kaotik yapılar görüşü ile tutarlılık sergilememektedir. Farklı ARCH testleri en azından iki kontrat üzerinde doğrusal olmayan yapıyı tespit etmektedir. Ayrıca kaotik yapının testine yönelik olarak varolan testlerde mevsimsel etkilerden arındırılmış fiyat serilerinin ele alınması daha güçlü sonuçlar elde edilmesinde gereklidir[105].

Son dönemde, kanıtlandığı üzere doğrusal olmayan ilişkiler deterministik olup birçok rassallık testinden başarıyla geçecek kadar karmaşık zaman güzergahlarına sahiptir. Böyle rassal görünümlü ancak deterministik seriler terminolojik olarak "kaotik" olarak literatürde yerini almıştır. Kaotik dinamikler doğrusal olmayan yapı gerektirip zaman serilerinin davranışlarını açıklayacak daha geniş bir boyut sağlayabilecektir. Örneğin doğrusal modeller menkul kıymet piyasalarında, döviz kurlarında, finansal ve ekonomik zaman serilerinde ki ani hareketler ve geniş dalgalanmaları yakalamakta yetersiz kalabilirken kaotik yapılar

[103] Arjun Chatrath, ve diğerleri, "Are Commodity Prices Chaotic?", **Agricultural Economics,** Cilt: 27, Sayı:2, 2002, s. 123.
[104] Chatrath, ss. 124-125.
[105] Chatrath, s. 136.

bu durum açıklamada daha özgün ve uygun olabilmektedirler. Dahası yapının altında yatan spesifikasyonlara sahip olmayı gerektirmeyen doğrusal modellere göre doğrusal olmayan modeller daha az kısıtlı süreçler sunabilecektir. Kaotik kanıtlar emtia fiyatlarını ekonomik zaman serilerine göre daha güçlü öngörebilmektedir. Parçalarına ayrılmış değişkenler olarak emtia fiyatları ve üretim seviyleleri kaotik yapılarda aranan kaynak kısıtlarına doğal yapıları gereği daha uygun olmaktadır. Farklılığın başka nedenleri de olabilmektedir. Emtia fiyatlarının yapısına yönelik önceki çalışmalarda karmaşık içiçe geçmiş veri aralıkları ve ham bir şekilde uygulanan kaotik testler bu farklılığı oluşturan etmenler arasındadır. Ayrıca evvelce yapılan birçok çalışma da emtia fiyatlarının mevsimsel düzenlemeleri göz ardı edilmiş olabilmektedir[106].

Adrangia v.d. (2001) çalışmalarındada ham petrol, ısınmak için kullanılan petrol ve kurşunsuz petrolün vadeli işlem fiyatlarını 1980'nin erken dönemlerinden 2001'e kadar vadeli işlem sözleşmelerifiyatlarının düşük düzeyde ki kaotik yapılarını analiz etmişlerdir. Kaotik yapının varlığı düzenleyicilerin uygulamaları ve kısa vadeli işlem stratejilerinde önem arz etmektedir. Fakat bulgular arasında güçlü doğrusal olmayan bağlılıklar edinilmiştir. Bu kaotik yapının varlığıyla uyumlu olmadığını göstermektedir. Sonuçlar göstermiştir ki, ARCH tipi süreçler fiyatlarda mevsimsel kontrollerin yapıldığı durumlarda verilerde ki doğrusal olmayan yapıyı daha iyi açıklamaktadır. Yazarlar ayrıca mevsimsel olarak düzenlenmiş fiyatların kaotik yapıyı belirlemeye yönelik testlerde daha güçlü sonuçlar vermektedir. Doğrusal olmayan dinamiklerde güçlü çıkan "Maksimum Olasılık" metodolojisi vadeli işlem sözleşmelerinin fiyat değişimlerin üzerinde Samuelson'un kontratın vade sonu etkisi hipotezini destekleyen niteliktedir. Enerji fiyatlarında beklenenin aksine doğrusal olmayan dinamiklere rastlanmamıştır. Bu emtialar dünya ekonomisinde kritik roller barındırmaktadır. Bu sebeple dünya çapında arz ve talep koşulları fiyatlar üzerinde etkiler yaratabilmektedir. Vadeli işlemların işlem hacimleri ve fiyatlar mevsimsel olarak hareket edebilmektedir. İlkbahar ve kış mevsiminin erken dönemlerinde artan talebe fiyatlarda yükselerek tepkiler vermiştir. Elbetteki hesaba katılması ve yapısal model içerisine dahil edilmesi pek mümkün

[106] Bahram Adrangia, Arjun Chatratha, Kanwalroop Kathy Dhandaa , Kambiz Raffiee, "Chaos İn Oil Prices? Evidence From Futures Markets", **Energy Economics,** Cilt: 23 Sayı: 4, 2001, s. 406.

olmayan uluslararası ve yurtiçi pekçok faktör bu kontratların fiyatlarına etki edebilmektedir. BDS ve entropi testi sonuçlarına göre, verilerde doğrusal olmayan bağımlılığa rastlanmış ve bulgular kaotik yapının varlığına işaret etmektedir. Sonuçlara göre ARCH tipi modeller verilerdeki eğriselliği tespit edebilmekte, ayrıca mevsimsel olarak düzeltilmiş fiyatlar kaotik sistemin tespitinde daha güçlü sonuçlar sunmaktadır. Petrol ürünlerinin üçü de ARCH tipi süreçlerle ilerlemiş olmakla birlikte 1986-1991 döneminde kontrol etmesi güç bir kaotik yapıya rastlanmamıştır[107].

I. FİNANSAL PİYALARDA BELİRSİZLİĞİN KAYNAKLARI

Belirsizlik, risk ve oynaklık en genel ve bilinen tanımı itibariyle Say v.d.(1999) tarafından yapılmıştır. Say v.d.(1999) riski gelecekte gerçek olayları aşan olası olayların sayısı ve bunlara atanan bazı olasılık ölçümleri olarak tanımlamıştır.

Belirsizlik, bilinmeyen olasılıklar kümesidir. Belirsizlik farklı gelişmelerle sonuçlanacak bir durum olup, bu olay ortaya çıkmadan önce gelişmelere olasılık atanması mümkün olamamaktadır. Eğer bir finansal varlığın fiyatını araştırıyorsak, fiyatın artan ve azalan bilinmeyen olasılıkları belirsizlikle alakalıdır.

Frank H. Knight (1921)'de belirttiği üzere risk hesaplanabilirbilirken, belirsizlik hesaplanamaz ve tahmin edilemezdir. Knight'a göre belirsizliği ölçülemeyen bir unsur olarak tanımlamış ve riski onun ölçülebilir bir kısmı olarak kabul etmiştir.

Bununla birlikte, risk kaybetmenin olasılığıdır. Eğer bir yatırımcı yatırım yaptığı bir varlığın fiyatı düşmeye (artmaya) başladığında parasını kaybetmeye başlamışsa o halde bu yatırımcı için risk fiyatların düşmesidir (artmasıdır). Risk olgusu kayıp ile sıkı sıkıya bağlı bir kavramdır. Risk, belirsizlik durumlarında oluşur ve belirsizliğin bilinmeyen olasılığından bir tanesidir. Finansta risk tek yönlü olup yukarı veya aşağı yönlüdür. Elbetteki yeni türev ürünlerle birlikte ileri düzey opsiyon stratejilerinde (kelebek ve yayılma stratejilerinde) kazanmak adına fiyatların aşırı dalgalanması gerçeği bir istisna olarak saklıdır[108].

[107] Adrangia, ss. 405-422.
[108] T. Yılmaz, s. 15.

Knigt belirsizlik ve risk olgularını bir ekonomist gözüyle iş dünyası ve kârın doğası itibariyle araştırmaya çalışmıştır. Bununla birlikte, 1950'lerde finans ekonominin bağımsız bir konusu olarak gelişme göstemiştir. Finansın bağımsız bir olgu olarak gelişmesi Harry Markowitz'in doktora tezinde savunulan bir konu olmuştur. Doktora tezi portföy seçimi üzerine kurulmuştur. Yatırımcıların riski nasıl dengelediğine yatırım portföyünün oluşturulmasının katkılarına vurgu yapmıştır. Markowitz, kazancı beklenen getiri ile temsil ederek, riski bu beklenen getirilerin varyansı olarak tanımlamıştır. Bugün belirsizlik, risk ve oynaklık kavramları Markowitz'in (1952) yorumlarına göre tanımlanmaktadır[109].

II. RİSKİN ÖNGÖRÜLEBİLİRLİĞİ

Risk bağlamında oynaklığın tahminlenmesi politika yapıcılar açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Aslında gelişmekte olan piyasalarda finansal serbestleşme süreci düz bir seyir izlememektedir. Geçen son on beş yılda gelişmekte olan ülkeler birçok finansal kriz ile yüzleşmiş bu krizler devasa sıcak para giriş ve çıkışlarına neden olmuştur. Bu durumlarda, oynaklık finansal istikrar ve mekanizmanın ve bu krizlerin ardındaki ilişkilerin tam olarak anlaşılmasının en iyi göstergesi oynaklık olmaktadır. Çünkü finansal piyaslarda günümüzde ekonominin istikrarı ile yakından ilişkilidir[110].

Ekonometride en aktif alanlardan bir tanesi, 1990'lardan bu yana zaman serilerinin oynaklık araştırmaları üzerine gelişmiştir. Zaman serilerinin oynaklık ile ilgili araştırmalarına yönelik ekonometri sadece tahminlerle sınırlı kalmamakta ayrıca istatistiki çıkarımlar ve model seçimleri gündeme gelmektedir. Esas olarak opsiyon fiyatlama, portföy tahsisi, risk yönetimi konuları gibi finansal ekonomi konuları oynaklık araştırmaları içeirsinde yer almaktadır. Belirsizlik altında karar vermek durumunda olan yöneticiler oynaklık üzerine odaklanmakta çünkü oynaklık belirsizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bugün teknolojinin ilerlemesi ile

[109] Ç. Yılmaz, s. 30
[110] Ç.Yılmaz, s.15

gelişen küreselleşme olgusu ile finansal piyasalar daha fazla entegre ve ilişkili hale gelmiştir[111].

Petrol fiyat dalgalanmalarında ki araştırmalar birçok farklı açıdan tartışılmaktadır. Bunlardan bazıları, petrol piyasalarının hisse senedi piyasaları üzerinde ki asimetrik etkilerinin ve bunlar arasında ki bağımlılık ilişkilerinin yapısal değişimleri araştırma konuları arasındadır. Enerji fiyatlarında ki belirsizliğin arz yapısı üzerinde ki etkisi ve talep piyasalarında gündeme gelen önlemeler ile etkileşimi, işsizlik ile ham petrol fiyat dalgalanmaları arasında ki fonksiyonel ilşkinin değişimleridir. Bununla birlikte kompleks bir yapı olarak petrol fiyatları uzun dönem korelasyon veya hafıza gibi "Stylized Fact" olarak bilinen temel olarak farklı özelliklere sahiptir. Fraktal/multifraktal ve kaotik bazı yapılar segilemektedir. Mandelbrot tarafından tarım ürünleri spot piyasa fiyatları ile ilgili olarak fraktal rassal yürüyüş sergilediğine dair ampirik ilk dönem bulgularının ham petrol piyasası fiyat dinamiklerinde de uygulanabilecektir. Bu çalışma sonrasında fraktal geometri finansal ve piyasa araştırmaları alanlarına geniş çapta uygulama alanı yaratmıştır. Peter (1991) kırılmalı teorileri sermaye piyasalarına uyglamış ve ortalamaya yönelik R/S analizleri ile bu piyasalara yönelik monofraktal ampirik bulgular elde etmişlerdir. Tek kırılmalı çoklu ölçekte ve karmaşık yapılarda ki gizli fraktal yapıları tanımlamakta yetersiz kalabilmektedir. Bu multifraktal yapıları araştırmak adına height-height korelasyon fonksiyonları, bölümleme fonksiyonları, multifraktal Hurst analizleri, çoklu kırılmaya sahip detrend dalgalanma analizleri (MF-DFA), Zipf tipi analizler kullanılmıştır. Son yapılan çalışmalar multifrakatalitenin iki adet büyük kaynağını tespit etmişlerdir. Bunlar, şişman kuyruk olasılık dağılımı ve doğrusal olmayan geçici korelasyon yapılardır. Ham petrol fiyatlarının fraktal ve multifraktal analizlerinde birçok önemli ampirik ve teorik sonuçlar göstermiştir ki petrol piyasaları fraktal yapıdadır[112].

Son dönemde, yatırımcılar, işlem yapanlar, politika yapıcılar ve üreticiler metaller ve petrol ile daha fazla ilgilenmeye başlamıştır. Bunun nedeni bu iki emtia grubunun fiyatlarının birlikte hareketi ve ekonomide artan kullanımları olmuştur.

[111] Burçak Bulut, **Forecasting The Prices Of Non-Ferrous Metals With Garch Models & Volatility Spillover From World Oil Market To Non-Ferrous Metal Markets**, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2010, s.13.
[112] Ling-Yun He,Shu-Peng Chen, "Are Crude Oil Markets Multifractal ? Evidence From MF-DFA And MF-SS A Perspectives", **Physica A 389,** 2010, s. 3218

Ham petrol metal piyasasında artan risklerin kıvılcımlanmasına karşı bir korunma aracı olarak kullanılmaktadır[113].

Finansal yatırım perspektifinden bakan Chou (1988) emtiaların oynaklıklarının tahminlenmesinin değerleme, portföy oluşturma, risk yönetimi, optimum opsiyon ve vadeli işlem işlemlerinde korunma sağlanması adına önem arz etmektedir. McMillian ve Speight (2001) spekülatif aktivitelerin finanal piyasalardan emtia piyasalarına doğru kaydığını göstermektedir[114]. WTI vadeli işlem sözleşmeleri ve spot fiyatları üzerinde GARCH tipi modellerin tahmin performansını zımni oynaklık modelleri ile karşılaştırdığı çalışmasında petrol vadeli işlemları üzerinde asimetrik etkilerin varlığını ispatlamış ve hata terimlerinin dağılımının GARCH parametreleri üzerinde ki etkisini araştırmıştır. Performans analizi testlerine göre GARCH tipi modeller zımni oynaklık modellerine göre daha üstün performans sergilemektedir[115].

Spekülatörlerin varlığı, bize piyasanın etkin olmadığını ve böylece emtia piyasalarında anlık işlem yapanların "Etkin Piyasa Hipotezi"ne göre radikal hareket etmediğini göstermektedir. Eğer piyasa katılımcıları rasyonel ve temsili özelliklere sahip olsaydı petrol fiyatlarının dalgalanmalar sonrasında tekrar doğal değerine döneceğini beklerlerdi. Bununla birlikte, doğal fiyat ile piyasa fiyatı arasında da uyumsuzluk durumları mevcuttur[116].

2008-2009 yıllarında finansal karmaşanın tetiklediği ABD Mortgage krizi ve emtia piyasaları, döviz kurları ve reel ekonomik atkiviteler üzerinde ki etkileri ile ekonmistler arasında finansal kabarcıkların ve global sonuçları üzerinde ki potansiyel etkisini incelemek önem kazanan bir araştırma alanı olmuştur. Ekonomistler ile politika yapıcılar arasında son on yılda global ekonomik gerçeklerin yapısal dönüşümleri sonrası oluşan genel kanaat ekonomik aktivitelerin birbirinden bağlaşımlarının kopmasından ziyade bunun daha ötesinde güçlü finansal bağlantılar sayesinde küresel çapta menkul kıymetler piyasasında ortak bir risk algısının yarattığı şoklar oluşmuştur. Ekonomi uzmanları tarafından reel ekonomik aktiviteler

[113] Bulut, s. 13.
[114] Paolo Agnolucci "Volatility In Crude Oil Futures: A Comparison Of The Predictive Ability Of GARCH and Implied Volatility Models", **Energy Economics** Cilt: 31, Sayı: 2, 2009, s.317.
[115] Bulut, s. 22.
[116] Saskia ter Ellen, Remco C.J. Zwinkels, "Oil price dynamics, A Behavioral finance Approach With Heterogeneous Agents", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı: 6, 2010, ss. 1427-1429.

üzerinde oluşan risklerin büyüklüğü, mekanizmasının karmaşıklığı itibariyle kabarcıkların nedenlerinin araştırılması, gelişim haritalarının izlenmesi büyük çabalar gerektiren bir mesele olmuştur. Dünyada ki varolan refahın ve zenginliklerin yüzdesel olarak çok büyük bir kısmı 18 ay içinde Mortgage krizi sonrası yıkıma uğramış ve daha da derinleşerek finansal kurumların çökmesini takiben ulusal bankaları bile batma noktasına getirmiştir[117].

Dahası, son dönemde yapılan bazı çalışmalar emtiaların "finansalizasyonu" kavramı üzerine odaklanmıştır. Bu terim emtiaların diğer varlıklarla veya ilişkili olmayan emtialarla olan eşhareketliliğinin son dönemde artmasına bağlı olarak bu durumu ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu birlikte hareketliliğin en önemli nedeni olarak artan emtia yatırımcıları ve hedge fonların sayısından bahsetmek mümkündür. Bu sayede emtiaların oynaklılığı artmakta ve emtialarla menkul kıymetlerin birlikte hareketi arkasında ki makroekonomik nedenlere bağlı olarak artmaktadır. Emtiaların artan oynaklığı ve birlikte hareketlililiği global politika yapıcıların giderek dikkatini çekmeye başlamış çünkü bütün bu gelişmeler enerji ve gıda fiyatlarını yükseltmekte ve enflasyon kaygılarına yol açmaktadır[118].

Bununla birlikte petrol piyasaları global yatırımcılar açısından altaernatif bir yatırım aracı olarak görülmekte bu durum petrol piyasasında spekülatif davranışlara neden olmaktadır. Bu sebeple, petrol ve kıymetli metaller bir emtia olarak dolar üzerinden fiyatlanmakta ve yatırımcıların portföyleri içerisinde yer almaktadır. Bu emtialar yatırımcı ve traderların risklerden korunma amaçlarına hizmet etmektedirler. Bu durum global yatırımcıların portföyleri içerisinde ki beklentilerine göre şekillenen portföy tercihleri dünya petrol fiyatları üzerinde etkiler yaratmaktadır. Bu sebeple, emtia piyasaları arasındaki haber geçişileri dikkatli bir şekilde izlenmelidir. Bunun sonucunda yüksek belirsizliğin kapladığı yatırım ortamında portföy içerisinde riskten korunma amacıyla alternatif araçların dahil edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu sebeple, yatırımcılar global risk algılamasının alternatif yatırımların fiyatlarını nasıl

[117] Peter C. B. Phillips, Jun Yu, "Dating the Timeline of Financial Bubbles During the Subprime Crisis ", **Cowles Foundation Discussion Paper No. 1770**, 2010, s. 4.
[118] Chris Brooks ve diğerleri, s. 2653.

etkilediğini ve bu alternatif yatırımlar arasında ki bilgi geçişkenliğini bilmek isteyeceklerdir[119].

Oynaklıktaki ani değişimler, emtia türev ürünlerinde ve optimal korunma rasyolarının yapılarında önemli değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Koşulsuz oynaklığın düşük düzeyinden yüksek düzeye hızlı değişimler yaşadığı süreçte emtia opsiyonlarının düşük fiyatlanmasına neden olmaktadır. Benzer olarak, doğru olmayan yüksek hedge rasyoları oynaklık değişimlerinin ani olmayacağına yönelik varsayımlar üzerinde kurgulanmıştır. Son olarak, spot fiyatlar ile vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatları arasındaki yayılma pozisyonları oynaklığın yüksek olduğu dönemlerde yükselme eğilimine sahiptir. Anlık işlem yapanların böyle dönemlerde optimal hedge rasyosunu yüksek tespit ederek yüksek baz riskine maruz kalmaktadırlar[120].

Enerji piyasasında farklı işlem ufkuna sahip birçok yatırımcı çeşidi bulunmaktadır. Piyasa yapıcılar ve spekülatörler gibi kısa dönem işlemcileri günlük ve güniçinde olan enerji fiyat dinamiklerine konsantre olurken, piyasadaki gelişmeleri anlık olarak takip etmek, görece daha yüksek frekansta işlemlerin idaresini sağlamak ve enerji fiyatlarındaki küçük değişimlerden büyük hacimli işlemlerle kâr sağlamak amacını güderler. Bununla birlikte, petrol rafinerileri ve hükümetler gibi uzun vadeli katılımcıların ise günlük fiyat değişimlerine odaklanmak gibi bir endişeleri bulunmamaktadır. Uzun vadeli katılımcılar uzun dönemli trendlere odaklanmakta, haftalık ve aylık fiyatların dinamiklerini analiz etmekte ve uzun bir vade ufkunda meydana gelebilecek büyük montanlı değişimlerin konu edildiği işlemleri yönetmekle mükelleftirler. Yatırımcılardaki çeşitlilik farklı zaman frekansları için farklı oynaklıkların oluşmasına yol açmaktadır[121].

Son dönemde, enerji literatüründe birçok çalışmada petrol ve doğal gaz fiyatlarının oynaklıklarının yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha oynak olmalarından dolayı petrol ve doğal gaz bağlantılı nakit akımlarında da fiyat riskini dikkate alan uygulamalara önem verilmesi gerektiği kabul edilmektedir. Yine aynı

[119] Erk Hacihasanoğlu, Uğur Soytaş, "Emtia Fiyatlari İle Hisse Senedi Piyasalari Arasında ki İlişki", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt 12, Sayı: 1, Yıl: 2011, s. 63.
[120] Fong ve See, s. 71.
[121] Yudong Wang, Chongfeng Wu, "Forecasting Energy Market Volatility Using GARCH Models: Can Multivariate Models Beat Univariate Models?", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı: 6, 2012, s.281.

sebepten ötürü yenilenebilir enerjiler ve enerji tasarrufu daha fazla karlı olarak görünmektedir[122].

Gaz sektörünün oynaklığı başta üreticiler, tüketiciler ve gaz ile ilgili yatırımları, portföyleri ve risk yönetimleri etkilenen yatırımcıların ilgi alanına girmektedir. Doğal gaz piyasası son yıllarda enerji piyasasında pay artan yakıt türleri arasında yer almakla birlikte serbestleşme ve denetimlerin kaldırılması sonrasında doğal gaz fiyatlarının temel belirleyicileri yeniden arz ve talep miktarları olmaya başlamış ve fiyatların oynaklık seviyesi daha yüksek bir piyasaya dönüşmüştür. BP'nin raporuna[123] göre 1996-2011 döneminde ortalama doğal gaz fiyatı 1.87 milyon $ btu'dan 9.03 milyon $ btu'ya yükselmiştir. Birleşik Krallık için fiyatlar 2.76 milyon btu'dan 4.01$ milyon btu'ya ABD ve Kanada içinse 1.12 milyon $ btu'dan 3.47 milyon $ btu'ya yükselmiştir. Birleşik Krallık, ABD ve Kanada için 1996-2011 döneminde doğal gaz fiyatlarının yıllık değişimlerinin standard sapması sırasıyla 2.8889, 2.165, 2.085 olmaktadır[124].

Petrol rafinerileri genellikle son derece büyük ölçekte, günde yüz binlerce varil ham petrolü işleyerek ürünlere dönüştüren büyük endüstriyel tesislerdir. Ham petrolün rafinasyonu sonucunda benzin, motorin, fuel oil gibi temel akaryakıt ürünlerinin yanı sıra LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı) ve asfalt gibi günlük hayatımızda çok önemli kullanım alanları olan enerji ürünleri elde edilebilmektedir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için rafineri çeşitli kompleks ünite ve kimyasal süreçlerden oluşur. Bu süreçler işlenen ham petrolün kalitesi, rafineri teknolojisi ve son ürün özellikleri gibi etkenlere bağlı olacak şekilde değişmektedir[125].

Oynaklık, genellikle türev ürünlerin fiyatını etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir. Dahası oynaklık depolama talebini ve ayrıca firmaların üretiminin fırsat maliyetini ve işlem maliyetlerinin marjinal üretim maliyetini etkileyebilecektir. Dahası bir değişkenin ortalamasına yönelik olarak etkin ekonometrik çıkarımlar yapabilmek adına araştırmacının oynaklığın doğru tahmin edildiğinden emin olması gerekmektedir. Bu sebeple, gaz fiyatlarının oynaklık tahminlemesi için gaz fiyatlarının davranışlarını anlamak gerek politika yapıcılar

[122] Regnier, ss. 409-410.
[123] BP Statistic al Review of World Energy, Haziran 2012, s. 27.
[124] Boqiang Lin ve dieğerleri, s.553.
[125] Ayrıntılı bilgi için bkz: www.petder.org.tr/ admin/ my/ my/ Ham petroldenPompaya.doc, (28.02.2014).

gerekse finansal piyasalarda önem arz etmektedir. Genellikle çalışmalar finsansal piyasalar için doğal gazın oldukça yüksek oynaklığa sahip olmasına rağmen diğer yatırım araçlarının oynaklık modellenmesine yönelik yapılmaktadır. Değişen varyans, vektör (dizilim) içerisinde ki rassal değişkenlerin herbirisinin farklı varyanslara sahip olmasıdır. Değişen varyansın varlığı, regresyon analizleri uygulamalarında oldukça derin endişelere yol açmaktadır, varyansın dahil edildiği analizlerde, tanımlayıcı istatistiklerin geçersizliğine modelleme hatalarının korelasyonsuz olduğuna ve normal dağılım serglendiğine ve varyasnın kurulan modele göre değişim göstermediğine dair sorunlara yol açacaktır. ARCH ailesi modelleri geçmiş şokların karesinin doğrusal fonksiyonu olarak t zamanında oluşan şokun koşullu varyansın ve finansal zaman serilerinin oynaklık kümelenmelerini tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır[126].

Dahası, son dönemde Avrupa'da artan doğal gaz ticaret noktalarının varlığı ve spot gaza olan erişimin daha yüksek olmasına rağmen doğal gazın petrol ile karşılaşırıldığında daha yüksek olarak kabul edilen oynaklığı, doğal gaza yönelik uzun dönem arz sözleşmelerinin fiyatının direkt olarak Gaz Hub Endeksi yerine petrol fiyatları ile doğrudan bağlantılı olmasının nedenidir[127]. Fiyat oynaklık ölçümlerini yapmak üzere literatürde birden fazla yaklaşım mevcuttur. Bunlar iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, oynaklık ölçümüne temel olarak verinin bir önceki kapanış fiyatına göre oransal değişimidir. İkinci yaklaşım ise "getiri" metodudur ve günlük fiyatlardaki değişimlerin yüzdesel ölçümüdür. Bu uygulama genellikle kısa dönem fiyat değişimlerine odaklanan traderlar, risk yöneticileri ve diğer piyasa katılımcıları tarafından sıkça başvurulan hesaplama yöntemidir. Getiri yaklaşımında, getiri günlük oransal fiyat değişimlerinin standard sapması olarak hesaplanmaktadır. Günlük oransal fiyat değişimleri doğal logaritmik bir dönüşüm alınarak hesaplanmaktadır. Oynaklığın kendisi günlük logaritmik fiyat değişimlerinin standard sapması ile belirli bir zaman periyodunda işlem yapılan günlerin sayısının karekökü ile çarpılmaktadır. Aylık oynaklık hesaplamalarında oynaklık hesaplamaları sıklıkla 21 gün üzerinden yapılmaktadır. Sonuçta, getiri metodu ile hesaplanan oynaklıklar günlük aşırı fiyat değişimlerinden etkilenmemektedir. Bunun

[126] Boqiang Lin ve diğerleri, s. 553.
[127] Alterman, s. 7.

anlamı, verilen ay içerisinde fiyatlar belirgin bir şekilde artsa veya azalsa bile oynaklık hesaplamaları yüksek bir değer vermeyecektir[128].

Oynaklık kolay bir şekilde gözlemlenemediği için koşullu değişen varyans modellerinin tahmin performanslarının ölçülmesi kolay olmamaktadır. Bununla birlikte oynaklık bazı ortak karekteristiklere sahiptir

i. Oynaklık kümelenmeleri; oynaklık düşük veya yüksek olarak gözlemlenebilir ancak zamanın belirli bir periyodu için yoğunluk arz etmektedir.

Mandelbrot (1963), finansal piyasalarda işlem gören finansal varlıkların fiyatlarındaki büyük miktarlı değişimleri büyük miktarlı, küçük miktarlı değişimleri ise yine küçük miktarlı değişimlerin takip ettiğini, diğer bir ifadeyle oynaklık kümelenmelerinin oluştuğunu ifade etmiştir. Finansal zaman serilerinde oynaklık, eşit bir şekilde dağılmayarak belli dönemler bazında kümelenme eğilimi göstermektedir. Oynaklık kümelenmesi, oynaklığın bugünkü düzeyi ile bir sonraki dönemdeki düzeyi arasında pozitif korelasyon olması olarak da tanımlanmaktadır[129].

ii. Oynaklık zaman içerisinde sürekli bir yol izlemekte ancak nadiren oynaklık sıçramaları gözlenebilmektedir.

iii. Oynaklık değerleri ıraksal olmayıp belirli bir aralıkta sabit bir değer almaktadır. Bununla birlikte oynaklık sıklıkla durağan bir süreç sergilemektedir.

iv. Fiyatlardaki büyük artış ve azalışlara oynaklıkların verdiği tepkiler birbirine benzememektedir[130].

Oynaklığın bu dört karekteristik özelliği oynaklık modellerinin geliştrilmesinde en önemli nedenler arasındadır. Bu sebepten ötürü bu çalışmada farklı modeller incelenecektir.

2009 sonrası dönemde petrol fiyatlarının ve oynaklıklarının modellenmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bu çalışmalara yönelik artan ilginin kaynağında belli başlı birkaç faktör bulunmaktadır. Bunlardan birincisi bu tür bilgilerin petrol türev ürünlerinin modellenmesinde kolaylıklar sağlaması. İkinci olarak petrol fiyatlarında ki görülen ani ve sert hareketler hem petrol ihraç eden hemde ithal eden ülkelerde istenilmeyen sonuçlar yaratmaktadır. Yine gelişen

[128] Alterman, s. 8.
[129] Benoit Mandelbrot, "The Variation of Certain Speculative Prices", **Journal of Business,** Cilt:36, Sayı:4, 1963, ss.394-419.
[130] T. Yilmaz, ss. 17-18.

literatür de petrol fiyatlarında yaşanan şoklarının etkilerinin enflasyon, üretim, yatırım ve para politikaları gibi makro ekonomik değişkenler üzerinde ki etkileri araştırılmaktadır. ”Dutch Felaketi” üzerine gelişen literatürün bulgularına gör,e yüksek petrol fiyatları yüksek enflasyon, döviz kurunda aşırı değerlenme, rekabet gücünün yitirilmesi, petrol ihraç eden ülkelerde üretim ve işgücü istihdamında düşüş yaşanmaktadır. Bu sebeple piyasa katılımcıları açısından petrol ve doğal gaz fiyatlarının anlaşılması çok önemli bir gereklilik olmaktadır[131].

Finansal piyasalarda, piyasa katılımcılarına göre spot piyasa fiyatları “Gerçekleşen Oynaklık “ ile opsiyon fiyatlarından elde edilen “Zımni Oynaklık” son derece önemli bir parametre olarak takip etmektedir. Oynaklık opsiyon fiyatlamasında anahtar parametre olarak, fiyatların haberlere ve şoklara karşı hassasiyeti olarak ölçülmektedir[132].

A. Zimni Oynaklık

Zımni oynaklık (Implied Volatility) Black-Scholes-Merton (BSM) tarafından geliştirilen opsiyon fiyatlama modeline dayalı bir opsiyonun piyasada fiyatlanan seviyesi ile belirlenen oynalıktır.

$\sigma_{i,t}$ opsiyon fiyat endeksinin zımnii oynaklığını, q_t yıllık sürekli ve opsiyonun kalan ömrü boyunca karpayı kazançlarını temsil etmektedir. BSM (Black Scholes Merton) alım ve satım opsiyonları için aşağıda ki gibi formüle edilmektedir**.**

$$C_t = S_t e^{-q_t^T t} N(d_1) - X_t e^{-r_t^T t} N(d_2) \quad (1)$$

$$P_t = X_t e^{-q_t^T t} N(-d_2) - S_t e^{-r_t^T t} N(-d_1) \quad (2)$$

Buradaki denklemlerde C_t, alım opsiyonunun fiyatını, P_t, satım opsiyonun fiyatını, S_t,dayanak varlığın spot piyasa fiyatını, d_1 ve d_2 dayanak varlık dönemlik kârpayını göstemektedir. Taşıma maliyetleri modeli (Hull 2003) ise, denklemde F_t vadeli işlem sözleşmesinin (vadeli işlem) fiyatını, σ_t t döneminde dayanak varlığın standard sapma değeridir, 3 numaralı denklemdir.

---

[131] Hassan Mohammadi, Lixian Su, “International Evidence on Crude Oil Price Dynamics Applications of ARIMA-GARCH Models”, **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı:5, 2010, s. 1001.

[132] Noureddine Krichene **IMF Working Paper**, 2006 WP/06/299, s. 9, https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp06299.pdf, (17.12.2013).

$$F_t = S_t \, e^{(r_t - q_t)T_t} \quad (3)$$

ve

$$C_t = F_t \, e^{-q_t T_t} N(d_1) - X_t \, e^{-r_t T_t} N(d_2) \quad (4)$$

$$P_t = X e^{-q_t T_t} N(-d_2) - F_t \, e^{-r_t T_t} N(-d_1) \quad (5)$$

Buradan

$$d_1 = (Ln(F_t / X_t) + \sigma^2_{i,t} T_t / 2) / \sigma_{i,t} \sqrt{T_t} \quad (6)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_{i,t} \sqrt{T_t} \quad (7)$$

3.Denklem, 1 ve 2 ile birleştirildiği zaman 4. ve 5. denklemler elde edilmekte. 4. ve 5. denklemin sayısal olarak çözülmesi ile alım ve satım opsiyonlarına yönelik zımni oynaklık elde edilmektedir[133].

Opsiyonların gözlemlenen piyasanın etkin olduğu ve opsiyon fiyatlama modelinin geçerli olduğu bir durumda, zımni oynaklık opsiyonun kalan vadesinde gerçekleşen oynaklığının tahmin edilmesinde sapmasız ve etkin bir hesaplama olacaktır. Böylece zımni oynaklığın gerşekleşen oynaklık açıklamlarında kullanılan bütün bilgileri kapsadığı varsayılır. Bu sebeple, zımni ve gerçekleşen oynaklık arasında ki ilişki piyasa etkinliğinin ve opsiyon fiyatlama modellerinin uygulanabilirliği açısından ortak bir test olarak uygulanmaktadır[134].

Zımni oynaklığın ölçüm hatalarına kaynaklık eden birçok neden vardır. İlk olarak, opsiyon fiyatları, kapanış endeksleri ve vadeli işlem fiyatları eşzamanlı olmayabilecektir, çünkü her üç piyasa için kapanış zamanı farklı olmakta ve endeks opsiyonları sıkça işlem görememektedir. Bununla birlikte, eşzamanlı olmayan ölçümler değişkenlerde hatalara (EIV-Errors In Variables) sebebiyet verecek bir sonra gelen regresyonda açıklayıcı değişken ile hata terimi arasında korelasyona sebebiyet verecektir. İkinci olarak, BSM opsiyon fiyatlama modeline göre endeks seviyesi log-normal dağılıma sahip olup opsiyonun vadesi boyunca sabit bir oynaklığa sahiptir. Gerçek dünya piyasalarında bu varsayım endeksteki sıçramalarla ihlal edilmektedir. Bundan dolayı, BSM modeli zımni oynaklığı eksik

[133] Steven Li -Qianqian Yang, "The Relationship Between Implied And Realized Volatility:Evidence From The Australian Stock Index Option Market", **Rev Quant Finan Acc**, Sayı, 32, Cilt:4, 2009, DOI 10.1007/s11156-008-0099-2, s. 409

[134] Yang, s. 409.

hesaplamaktadır. Ancak, Shu ve Zhang (2003) BSM modelinden hesaplanan zımni oynaklık ile Heston (2003) modelinden elde edilen zımni oynaklığı karşılaştırmış ve BSM'nin halen üstün bir performans sergilediğini göstermiştir. Bugüne kadar BSM modeli halen en iyi ve en çok kulllanılan model olarak kullanılagelmiştir. Üçüncü olarak, kârpaylarının ayarlanması BSM opsiyon fiyatlama modeli için gerekmekte ve bunun için vadeli işlem fiyatları ile spot fiyatlar arasıdna ilişkiden yola çıkılmış ve taşıma modeli ile bu sorun aşılmıştır. Gerçek hayatta taşıma maliyeti modeli geçerli olmayabilecek ve EIV problemine katkıda bulanabilecektir[135].

VIX, CBOT tarafından hesaplanan ve S&P 500 endeksinde işlem gören opsiyonlarin alış/satış kotalarını dikkate alarak hazırlanan ve ABD piyasasının zımni oynaklığını (implied volatilitesini) ölçen bir endekstir. Geniş bir kullanım fiyatı aralığında alış ve satış opsiyonlarının ağırlıklandırılmış fiyatlarının ortalamasının alınarak beklenen oynaklığın tahmin edilmesidir. VIX, genellikle belirsizliğe yönelik artan hoşnutsuzluk ve korku endeksi olarak algılanmaktadır. Bu sebeple, VIX genellikle global risk algılamasının anlaşılmasında kullanılmaktadır. Spekülatif aktivitelerin finansal piyasalardan emtia piyasalarına doğru bir dönüşüm yaşadığı bilinen bir gerçektir (McMillan and Speight, 2001). IMF'nin Global Finansal İstikrar raporuna (2004) göre, yüksek dereceli ve yüksek kazançlı şirket tahvilleri ile VIX arasında ki spreadin küresel yatırımcıların (global risk hoşnutsuzluğu) risk iştahını temsil etme güçlerinin araştırıldığı çalışmada, VIX en güçlü açıklayıcı değişken olarak tespit edilmiş ve raporda gelişmekte olan piyasalarda yayılma (spread) pozisyonlarının en önemli belirleyicisi olduğunu tespit etmiştir. Son dönemde yapılan çalışmalarda gelişmekte olan ülkelerin kamu tahvil ve bonolarının spreadlerinin en önemli belirleyicisi olarak bulunmuştur[136].

[135] Yang, ss. 412- 413.
[136] Hacihasanoglu ve diğerleri, s. 516.

B. Gerçekleşen Oynaklık

Andersen ve Bollerslev (1998a) alternatif bir oynaklık ölçüm yöntemi olarak "Gerçekleşen Oynaklığı" (Realized Volatility)" geliştirmişlerdir. Bununla birlikte daha düşük frekanslı verilerin oynaklığının elde edilmesinde yüksek frekanslı verilerin kullanılması fikri Merton (1980)'a kadar gitmektedir[137]. Gerçekleşen oynaklık, opsiyonun kalan ömrü üzerinden günlük getirileri itibariyle örneklemin elde edilen standard sapması ile ölçülmektedir. Oynaklık tahminleri finansal ekonometri ve risk yönetimi yazınında önem arz etmektedir. Finansal ekonometri alanında yüksek frekanslı seriler için geliştirilen gerçekleşen oynaklık modellemesi ve tahminlenmesine yönelik olarak kullanılmaktadır[138].

n opsiyonun vadesi dolmadan önceki dönemde işlem yapılan gün sayısı olmaktadır. S_t endeks seviyesi, R_t ise i. işlem gününde opsiyonun logartimik getirisi ve formülize edersek;

$$R_i = ln\,(S_i \,/\, S_{i-1})$$

i=2,3,…,n için yıllık gerçekleşen oynaklık aşağıda ki şekilde ifade edilmektedir. Burada $\bar{R}_t$ ise endeksin günlük logaritmik getirilerinin ortalmasıdır.[139]

$$\sigma_{r,t} = \sqrt{\frac{252}{n-2}\sum_{i=2}^{n}(R_{i,t} - t\bar{R}_t)^2}$$

Gerçekleşen oynaklığın araştırılmasındaki ana fikir daha düşük frekanslı serilerin oynaklık hesaplamasını gerçekleştirmek için daha yüksek frekanslı verilerin kullanılmasıdır[140]. Örnek olarak, saatlik getiri serilerini kullanarak günlük oynaklık hesaplamaları yapılmasıdır. Gerçekleşen oynaklığın değerinin tutarlılığı getiri serilerinin yüksek frekanslı olmasına bağlıdır[141].

---

[137] Evdokia Xekalaki, Stavros Degiannakis, "**ARCH Models for Financial Applications**",John Wiley and Sons, Inc. Greece, 2010, s.354.
[138] Mert Ural, Erhan Demireli, "Gerçekleşen Volatilite: Ham Petrol Fiyatlari Üzerine Bir Uygulama", **14. Ulusal Finans Sempozyumu Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi 3 – 6** Kasım 2010 – Konya, s.3.
[139] Yang, s. 410.
[140] Xekalaki ve Degiannakis, s. 221.
[141] Ural ve Demireli, s. 4.

C. Tarihsel Oynaklık

Tarihsel oynaklık (Historical Volatility) sıklıkla bir ekonomik değişkenin tarihsel verilerinden elde edilen standard sapma ile ölçülmektedir. Özellikle finansal analistler verilen bir zaman aralığında verilerin standard sapmasına dayanarak oynaklık ölçümleri gerçekleştirmektedir. Fakat modern finansta oynaklık veya zamana göre değişen varyans kümelenme eğilimine sahip olduğundan bu yana GARCH sınıfı modellerle ölçülmektedir. Dayanak varlığın fiyat trendi tahmin edilebilir olduğunda, yakın vadede oynaklık artık değerler ve tarihsel verilerin geçmiş varyansı ile ölçülebilmektedir[142].

t zamanında ki tarihsel oynaklık gerçekleşen oynaklığın t-1 zamanındaki değeri olarak tanımlanmaktadır. Genellikle ne kadar güncel veriler kullanılırsa gelecekte gerçekleşecek oynaklıkla ilgili daha amaca uygun bilgiler elde edilmesi kolaydır. Böylece, yazarların yaptıkları tanım itibariyle vadesinin dolmasına t döneminde T gün kalmış bir opsiyon sözleşemesinin ilişkili tarihsel oynaklığı günlük getirilerin t zamanından T gün kadar geriye gidilmesi ile hesaplanır. Böylece,

$$\sigma_{h,t\text{-}1} = \sqrt{\frac{252}{n-2}\sum_{i=2}^{T}(R_{i(t-1)} - \bar{R}_t)^2}$$

Burada $\bar{R}_{t-1}$ ise t-1 döneminde endeksin günlük getirilerinin logaritmik ortalamasıdır[143].

Oynaklığın dinamiklerini elde edebilmek adına ARCH modelleri enerji piyasasına çokça uygulanmaktadır. Örneğin, Sadorsky(2006)[144], GJRGARCH modelini ısınma petrol piyasası ve doğal gaz piyasası oynaklığının modellemesine daha uygun olduğunu oysa ki ham petrol ve kurşunsuz benzin oynaklık modellemesinde daha etkin olduğunu bulmuştur. (Kang v.d. 2009)[145] ise ham petrol ve doğal gaz piyasası için Component GARCH (CGARCH) modelinin (Engle and

[142] T. Yılmaz, s. 18.
[143] Yang, s. 410.
[144] Patrik Sadorsky, "Modeling and Forecasting Petroleum Futures Volatility". **Energy Econ.,** Cilt: 28, Sayı:3, 2006, s.482.
[145]Sang Hoon Kang, ve diğerleri, "Forecasting Volatility Of Crude Oil Markets", **Energy Econ.** Cilt: 31, Sayı: 1, 2009, s.121.

Lee, 1999) ve Kısmi Entegre GARCH (FIGARCH) (Baillie et al., 1996)'nin daha üstün performans sergilediğini göstermiştir[146].

Nomikos ve Pouliasis (2011)'den aktarıldığı üzere asimetrik hata istatistikleri önemli uygulamaları barındırmaktadır. Örneğin, aşırı tahminlerin yüzdesinin yüksek olması sebebiyle GARCH sınıfı modelleri enerji opsiyonlarında uzun pozisyon sahibi yatırımcılar için pek tercih edilen bir durum olmayıp kısa tarafta olan yatırımcılar memnun edici sonuçlar üretecektir. Petrol fiyatlarındaki belirsizliklerin sebep olduğu ekonomik aktiviteler üzerine gelen şokların aşırı tahminlenmesi makroekonomik politika yapıcılar içinde pek arzu edilen bir durum olmayacaktır. Böylece çok değişkenli GARCH modellerinin "kayıp fonksiyonları"na göre elde edilen sonuçları bu modellerin ham petrol oynaklığının modellemesinde örneklem içi dönemlerde tek değişkenli modellere göre daha başarılı bir performans sunarken, örneklem dışı kayıp fonksiyon analizleri tek değişkenli modelerin daha üstün olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Nomikos ve Poulliasis (2011)'in belirttiği gibi tahmini kayıpların asimetrisine yönelik olarak yukarıda ki istatistikler hiçbir bilgi sunmamaktadır. Başka bir deyişle, modelin aşırı veya düşük gerçek oynaklık tahminelmesi sonucunda tahmin hataları arasında fark olup olmadığı anlaşılmamaktadır. Aslında tahmin hatalarının asimetrisi piyasa katılımcıları açısından ham petrol fiyatının altında yatan oynaklık ile alım opsiyonu fiyatı oynaklığı arasında ki pozitif ilişkiyi dikkate alması açısından önemlidir. Ham petrol fiyat oynaklığının aşırı tahminlenmesi alış opsiyonlarda yukarı yönlü tahminlemelere yol açacaktır. Bu opsiyon fiyatının aşırı yüksek tahmini alıcılar için satıcılara nazaran daha büyük kaygılar yaratmaktadır[147].

[146] Wang ve Wu, s.2167.
[147] Wang ve Wu, ss. 2171, 2177, 2179.

III. DEĞİŞEN VARYANSIN TAHMİNİNE YÖNELİK TEK DEĞİŞKENLİ YAKLAŞIMLAR

Fiyatların birçok etkiye bağlı olarak sürekli değişmesi uzun dönemde göstereceği davranışların kestirilmesini çok güç kılmaktadır. Geleneksel zaman serisi analizi metotlarının çoğu bu davranışların yapısını açıklamakta da yetersiz kalmaktadır.

Her nekadar daha önce bahsedildiği gibi ilgilenilen serilerin durağan (varyansı ve daha yüksek dereceden momentleri zamanla sabit) olduğu varsayılarak, veya seriler çeşitli yöntemlerle (fark alma, logaritma alma…v.b.) durağanlaştırıldıktan sonra analizler yapılsa da, genel yapı olarak durağanlık özelliği gösteren serilere günlük hayatta rastlamak pek mümkün değildir. Sadece varsayımlardan hareketle yapılan analizler veya çeşitli durağanlaştırma yöntemleri ile yapılan analizler, bu durağanlaştırma yöntemlerinin serinin genel yapısını bozduğu için bazen problemlere sebep olmaktadır. Özellikle altın fiyatları, döviz kuru, petrol fiyatları gibi günlük olarak değişen zaman serilerinde gözlemlenebilen daha doğrusu ortaya çıkan durumlardan en bilinenlerden bir tanesi de "oynaklık" durumudur. Serilerde oynaklığın olması beraberinde bu değişkenliği modelleyebilecek analizlerin geliştirilmesini de gerekli kılmıştır[148].

Teorik ve ampirik çalışmalarda koşullu değişen varyansın yerine koşulsuz sabit varyans modellerinin kullanılmasının yarattığı uygunsuzluklar güçlü bir şekilde vurgulanmıştır. Aslında finansal zaman serileri gibi yüksek frekanslı zaman serileri ile çalışılması sebebiyle değişen varyans modellerin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle, modellemelerde örneklemin varyansının katı olmayan değişken bir yapıda olduğunu ve bu durumun daha doğru sonuçlar elde edilmesine yönelik kullanılması gerekliliğini doğurmuştur[149].

Geleneksel zaman serisi modelleri, önce de değinildiği gibi sabit varyans yapısını temel almaktadır. Oysa özellikle finansal zaman serileriyle kestirim yapan araştırmacılar bu serilerin kestirim yeteneklerinin bir dönemden diğerine değiştiğini gözlemlemişlerdir. Tahmin hataları bazı dönemlerde küçük, bazı dönemlerde ise

[148] Polat, ss.11-12
[149] Ural ve Adakale, s.1

nispeten büyük olmakta ve ardından yeniden küçülmektedir. Bu değişkenlik veya oynaklık; söylentilere, siyasi karışıklıklara, devletin para ve maliye politikalarındaki değişmelere ve daha pek çok nedene bağlı olabilmektedir. Engle (1982), tahmin hatalarının (kalıntıların) varyansının sabit olmadığını ispatlamış ve zaman serilerinin analizinde sıkça görülen seri korelasyon sorunu üzerinde durarak ARCH modellerini geliştirmiştir. Engel (1982)'ın ARCH modelleri, varyansın sabit olmadığı zaman serilerinin durağanlıklarını ve doğrusallıklarını sağlamak üzere yapılan dönüşümlerin yetersiz kaldığı durumlarda uygulanan doğrusal olmayan modellerdir. Engle (1982) yılındaki çalışmasında; geçmiş dönem gözlem değerleri kullanılarak tahmin edilen y_t rassal değişkeninin değerini temsil eden koşullu olasılık fonksiyonunu $f(y_t \mid y_{t-1})$ şeklinde ifade edildiğini, bu noktadan hareketle bir sonraki dönemin tahminlenen varyansını da $V(y_t \mid y_{t-1})$ şeklinde göstermiştir. Klasik ekonometri modellerinde koşullu varyans y_{t-1}'e bağlı değildir. Fakat Engle 1982 yılında ki çalışmasında koşullu varyansın geçmiş dönem değerlerine de bağlı olduğunu göstermiştir[150].

Piyasaya gelen bir şokun oynaklığı veya getiri üzerinde azalan bir oranda ortadan kalkması ile petrol fiyatlarının getirileri veya oynaklığı uzun hafıza veya süreklilik sergilemektedir. Uzun hafıza belirgin olarak petrol piyasasının zayıf yönlü özelliklerine işaret etmektedir. Böylece uzun hafızanın varlığı, petrol fiyatlarında doğrusal olmayan bağımlılığın varlığına, getiri ve oynaklık unsurlarının tahmin edilebilirliliğine işaret etmektedir. Önceki literatürde, oynaklık ve getiri üzerindeki uzun hafızanın bağıntısız bir olgu olarak ortaya çıkış varlığı araştırılmıştır. Bugün bilinen bir gerçek olarak piyasa şokları getiri ve oynaklık üzerinde eşanlı olarak ortaya çıkarken, petrol fiyatları üzerinde ki uzun hafıza özelliğini ikiye katlayacağı kabul edilmektedir[151]. Seçilecek modelde perfromans kriterleri sadece verilen örneklem datası ile sınırlı olmayıp ayrıca dikkate alınacak kayıp fonksiyonun belirgin tahmin amaçları ile de ilişkilidir[152].

[150] Polat, s.48.
[151] Sang Hoon Kang , Seong-Min Yoon, "Modeling and Forecasting The Volatility Of Petroleum Futures Prices" , **Energy Economics,** Cilt: 36, Sayı:3, 2013, s.354.
[152] Kang ve Yoon, s. 355

A. ARCH Modeli

Engle (1982) tarafından geliştirilen ilk model olan ARCH modeli oynakık modelleme iskeletine sahiptir. ARCH modeli iki temel fikir üzerine kurulmuştur.

a) Getirileri ortalamaya göre uyarlanmış varlıkların α_t otokorelasyonsuz ancak bağımlı serilerdir.

b) α_t 'nin bağımlılığı gecikmeli değerlerinin basit kuadratik fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır[153].

c) ARCH(m) modeli varsayımları şu şekilde formulize edilebilecektir;

$$\alpha_t = \sigma_t \, . \, \varepsilon_t \, , \sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 . \, \alpha^2_{t-1} + \ldots + \alpha_m . \, \alpha_{t-m} \qquad (1)$$

1. denklemde ε_t ortalaması sıfır ve vayansı bir olan bağımsız ve özdeş dağılmış bir rassal değişkenin dizilimidir. i>0 için $\alpha_0 > 0$ ve $\alpha_t > 0$ koşulu α_t koşulsuz varyansının sonlu olması için gereklidir. Uygulamada ε_t'nin standard normal dağılım veya standardlaştırılmış student-t dağılımı sergilediği kabul edilir. Ortalamaya dönme eğilimli serilerde daha büyük bir geçmiş şok $(\alpha^2_{t-1})^m{}_{i=1}$ daha büyük bir koşullu varyansa σ^2_t 'ye neden olacaktır. Böylece, α_t daha büyük bir değere sahip olacaktır. Bu modellere göre büyük şokların daha büyük şoklar tarafından takip edileceğine dair eğilim söz konusudur. Bu sadece bir eğilimdir çünkü büyük bir oynaklığın olasılığı daha küçük bir oynaklıktan daha kapsamlıdır. Modelin bu karekteristik özelliği ARCH etkisi olarak anılmaktadır.

ARCH modelleirnde ki temel fikir varlık getirilerinin ardışık bağlantı içerisinde olmadığı ancak geçmiş değerlerinin kuadratik fonksiyonu ile modelin bağımsızlığı söz konusudur (Chatfeld,2003:83). Temel bir ARCH modeli q sürecinin genelleştirilmiş bir hali olarak aşağıda ki şekilde yazılabilir:

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon^2_{t-1} + \alpha_2 \, \varepsilon^2_{t-1} + \ldots + \alpha_n \, \varepsilon^2_{t-1} \qquad (1)$$

ve

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \sum_{i=i}^{q} \alpha_i \, \varepsilon^2_{t-1} \qquad (2)$$

Varlıkların getirileri korelasyonsuz olmakla birlikte zamana bağlı olarak bağımsız olduklarını söyleyemeyiz. Bir zaman serisinde büyük (küçük) fiyat

[153] T. Yılmaz, s.41.

değişimleri büyük (küçük) fiyat değişimlerini izlemektedir. Bu geçici oynaklık yoğunlaşmaları sıklıkla oynaklık kümelenmeleri olarak tanımlanmakta ve Engle (1982) ARCH ve Bollerslev (1986) GARCH modellerinin geliştrilmesine kadar geçen dönemde tam olarak tespit edilememiştir. ARCH literatüründe yüksek frekanslı verilerin kendilerine has özelliklerinin daha etkin tespit edilmesine yönelik olarak ortalama ve varyans denklemlerinin daha üstün modeller geliştirilmeye çalışılmaktadır. Standard ARCH sınıfı modellerinin müşterek özelliği koşullu varyansın kalıntıların gecikmeli kareleri ve geçmiş varyanslar ile ilişkili olmasıdır[154]. Engle (1982) 'ın ARCH modelinin zayıflıkları:

1. Uygulamada ki gerçekliklere rağmen model negatif ve pozitif şokların oynaklık üzerinde ki etkilerinin farksız olduğunu varsaymaktadır, çünkü şoklar bir önceki şokun karesi şeklinde açıklanmaktadır.

2. Modelin sıra derecesi yükselmeye başladığı zaman α_i 'nin kısıtları daha karmaşık hale gelecektir.

3. Model sadece koşullu varyansın davranışlarını açıklamakta bu hareketin ortaya çıkış sebebine dair bilgi sunmamaktadır.

4. ARCH modelinin geniş çaplı şoklara hızlı bir şekilde tepki verememesi nedeniyle oynaklığı aşırı tahmin etme riski bulunmaktadır[155].

B. GARCH Modeli

Bu model cari koşullu varyansın geçmiş ilk p koşullu varyansa ve elbette ki q geçmiş şokların karesine bağlı olduğunu kabul eder. Bir r_t logaritmik zaman serisi için $a_t = r_t - \mu_t$ ortalamaya dönen logaritmik getiri ve α_t GARCH(p,q) modeli aşağıda ki şekildedir[156].

Koşulu varyansın geçmiş değerlerini ekleyerek Bollerslev (1986) GARCH modelinde gerekli parametrelerde gereklilikleri azaltmıştır. Model genellikle koşullu varyansı herbir değişkenin bir gecikmeli değerini alarak oluşturmaktadır.

$$\alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad \varepsilon \approx i.i.d.\ (0,1)$$

[154] Ural (2009), s. 2.
[155] T.Yılmaz, s.41.
[156] T.Yılmaz, ss. 42-43.

$$\sigma^2_t = \alpha_0 + \sum \alpha_t \alpha^2_{t-1} + \sum \beta_j \sigma^2_{t-j}$$

modelin sabit katsayılar üzerinde ki kısıtları ise ;

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0 \text{ ve } \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_j)$$

Son kısıt α_t 'nin koşulsuz varyansının sonlu olduğunu ve σ^2 varyansın zamana göre değişkenlik gösterdiğini belirtmektedir. Eğer q=0 ise bu durumda GARCH (p,0) modeli ARCH (p) modeline dönüşecektir. Cari dönemin varyansının tahmininde, GARCH (p,q) modeli hem geçmiş dönemin gözlemlenen oynaklık bilgisini, ARCH terimi, hemde geçmiş dönemin tahmin edilmiş varyansını, GARCH terimi kullanmaktadır. Başka bir ifadeyle Bollerslev (1986) 'in GARCH modeli zaman serisinin otoregresif ve hareketli ortalama unsurlarından faydalanarak değişen varyasın tahmininden yararlanmaktadır.

Koşullu varyansın geçmiş değerlerinin eklenmesi ile Bollerslev (1986)'in GARCH modelinde gerekli parametrelerin sayısında azalmalar yaşanacaktır. Model Koşullu varyansı bütün parametrelerin bir gecikmesini alarak açıklamaktadır.

Genelleştirilmiş bir ARCH(q) modeli ve otoregrasif bir AR(p) süreci bize Bollerslev (1986)'in GARCH modelini verecektir. GARCH modeli aşağıda ki gibi modellenebilecektir:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=i}^{q} \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=i}^{q} \beta_j \varepsilon_{t-1}^2$$

Sonuç olarak bir GARCH modeli ε_t^2 ve h_t lerin gecikmeli değerlerini dahil edilmesine yardımcı olacaktır. Şoklar ise ε_t parametresi ile temsil edilmekte ve bağımsız ve özdeş dağılmış oldukları (independent and identically distributed) varsayımı geçerli olmaktadır[157].

Bir GARCH (1,1) modelinde, t gününde hata karelerin ağırlıklı ortalaması ve t-1 gününün tahmini ve sabit bağımsız parametrelerle tahmin edilmektedir. α_i'nin küçük ve $\alpha_i + \beta_j$' nin büyük olduğu durumlarda birinci dereceden otokorelasyon katsayısı büyük ölçüde küçük olacak ve otokorelasyon oldukça yavaş azalacaktır.

GARCH (1,1)' in özelliklerini incelemeye devam edersek; ilk olarak eğer α^2_{i-1} veya σ^2_{t-1} 'nin karesinden herhangi birisi büyük bir değere sahipse bu durumda σ_t^2 de büyük bir değere sahip olacaktır. α^2_{i-1}'nin büyük olduğu durumlarda α_i'de büyük olma eğiliminde olacak ve oynaklık kümelenmeleri oluşacaktır.

[157] Lv ve Shan, ss. 6-7.

Bollerslev (1986)'in GARCH modeli birtakım avantajlara sahip olmasına rağmen asimetrik fiyat şoklarının geçerli olduğu durumlarda hataların yapılmasına oynaklığın büyüklüğünün düşük tahminlenmesine neden olmaktadır. Böylece, eğer negatif ve pozitif getiriler arasında asimetrik bir etki söz konusu ise GARCH modeli bu zaman serisi için uygun olmayacaktır. Bu durumda tahminler sapmalı olacaktır[158].

Yukarıdaki kısma ek olarak, α_1 ve β_1 toplamları birden küçük olmalıdır. Yani GARCH (p,q) modeli için $\sum_{i=i}^{p} \alpha_i + \sum_{i=i}^{q} \beta_i < 1$ koşulu sağlanırsa artık terimler zayıf durağan olacaktır. Bollerslev (1986)'in GARCH modelinin önemli bir özelliği, y_t serisinin hatalarının koşullu varyansının bir ARMA süreci olduğunu göstermesidir. Böylece ARMA süreci olarak tahmin edilen y_t sersinin modeli uygun ise, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) beyaz gürültü sürecini göstermelidir. Ayrıca artıkların karelerinin otokorelasyon fonksiyonu GARCH sürecinin belirlenmesine yardımcı olur[159].

C. IGARCH Modeli

Bir başka popüler model ise Engle ve Bollerslev tarafından oluşturulan bütünleşik GARCH (IGARCH) modeli olup koşullu varyansın sonsuz bir sürekliliğe sahip olduğu varsayımına dayanır. Standard GARCH modeline benzemekle birlikte parametre açısından tek kısıt α+ß=1 olmasıdır[160]. Durağanlık sağlanamadığından birim kök içeren GARCH modelleri olarak da adlandırılmaktadır[161].

$$\sigma_t^2 = \omega_0 + \sum_{i=1}^{p} (1 - \beta_j) \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Bu denklem getiri serisi durağan olmadığında ve uzun dönem varyans bulunamadığında kullanılabilir($\omega_0 > 0 \; ve \; 1 > \beta_j > 0$). Özellikle para piyasalarına ilişkin analizlerde tercih edilmektedir.

Benzer olarak, RiskMetrics GARCH modeliinin en önemli özelliği ise bu terimlerin alfa=0.06 ve beta=0.94 olarak kabul edilmesidir. Bu basit model

---

[158] T.Yılmaz, ss.42-43.
[159] Tim Bollerslev, "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", **Journal of Econometrics,** Cilt:31, 1986, s.311.
[160] Lv ve Shan, s. 9.
[161] Ural (2010), s. 92.

uygulamacılar tarafından kısa dönemli tahminlerde kabul edilebilir sonuçlar sunması açısından geniş bir şekilde başvurulmaktadır[162].

D. GJRGARCH Modeli

Asimetrik etkinin GJR-GARCH modeliylede yakalanması mümkündür. Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH modeline koşullu varyansın gecikmeli değerlerini ekleyen Bollerslev (1986)' in GARCH modeline I_{t-j} dummy değişkeni eklenmiştir.

$$\sigma_t^2 = \omega_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 d_{t-i} + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Bu varyans denkleminde yer alan kukla değişken (d_t), $\varepsilon_t < 0$ değerini aldığında $d_t = 1$ olmakta, diğer durumlarda ise $d_t = 0$ değerini almaktadır. Bu nedenle, asimetri parametresi γ , $d_t = 1$ değerini aldığında anlamlı olmaktadır. Bu modelde, iyi haberlerin ve kötü haberlerin koşullu varyans üzerindeki etkileri ayrıştırılmaktadır. Modelde iyi haberlerin ($\varepsilon_t > 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi α ile kötü haberlerin ($\varepsilon_t < 0$) koşullu varyans üzerindeki etkisi ($\alpha + \gamma$) olarak gösterilmektedir. Asimetri parametresi $\gamma > 0$ durumunda, kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu ve kötü haberlerin oynaklığı artırdığı ifade edilir. Aksine parametresi $\gamma < 0$ durumunda, yine kaldıraç etkisinin mevcut olduğunu ve iyi haberlerin oynaklığı artırdığı ifade edilir. Dolayısıyla, $\gamma \neq 0$ olması durumunda, haberlerin oynaklık üzerinde asimetrik etkiler oluşturduğu anlaşılmaktadır

Bununla birlikte, enerji fiyatları getirileri ve oynaklıklarında otorkorelasyon belirgin olarak uzun dönem bağlılık göstermektedir. Böylece, otokorelasyon aslında yavaş hiperbolik bir oranda azalmaktadır. Dinamik doğal gaz ve ham petrolün oynaklığının modellenebilmesi için uzun hafızayı dikkate alan Bollerslev (1986)'in GARCH sınıfı modeller kullanılmıştır[163].

[162] Lv ve Shan, s. 9.
[163] Lv ve Shan, s. 8.

E. EGARCH Modeli

Bir başka popüler model ise asimetri etkisini tanımlayan Nelson (1991) tarafından geliştirilen üssel GARCH(EGARCH) modelidir. Nelson tarafından ileri sürüldüğü üzere parametreler üzerinde EGARCH modelinde herhangi bir kısıtlama yoktur[164].

Modelde verilen bir X_t değişkeninin koşullu varyans σ_t^2 negatif olmama kısıtı $\ln(\sigma_t^2)$ parametresi ile garanti edilerek bu sayede σ_t^2 nin tahmininde pozitif rassal değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarına uygulanan negaitf olmama kısıtı kaldırılmaktadır[165].

Asimetrik yapı, finansal piyasalardaki gelişmelerin, pozitif ve negatif şokların, finansal varlık getirileri üzerindeki etkilerinin farklılık göstermesi olarak tanımlanabilmektedir[166]. Engle (1982) 'nin ARCH ve Bollerslev (1986)'in GARCH modellerinde pozitif (iyi haber) ve negatif (kötü haber) şokların koşullu varyans üzerindeki etkisinin simetrik olduğu varsayılmıştır. Ayrıca bu modellerde oynaklığın sadece büyüklüğü ile ilgilenilmiş, oynaklığın işareti ile ilgilenilmemiştir. Oysa, azalan yöndeki dalgalanmaların (negatif şoklar) artan yöndeki dalgalanmalardan (pozitif şoklar) daha yüksek oynaklıklara neden olduğu sık sık gözlenmektedir. Bu durum, varyans etkilerinin asimetrik olarak pozitif ve negatif hataların gerçekleşmesine neden olabilir. Bu nedenle, belirtilen özelliklerin varlığında zaman serilerinin daha uygun çözümlenmesine imkan veren EGARCH modeli Nelson (1991) tarafından geliştirilmiştir. Bu model oynaklıklardaki asimetriyi (asimetri katsayısı) dikkate alır. EGARCH modelinin Bollerslev (1986)'in GARCH modeline göre avantajları, tüm parametre kümelerinde koşullu varyanstaki pozitifliği sağlaması ve oynaklıkdaki asimetrik etkiyide elde edilmesine imkan tanımasıdır. EGARCH modeli sadece asimetriyi göstermez, aynı zamanda koşullu varyansın her zaman pozitif olmasını da sağlar[167].

Nelson (1991) tarafından geliştirilen Üssel (Exponential) GARCH (EGARCH) modeli ile hem koşullu varyans üzerindeki asimetrik etkileri hem de

[164] Lv ve Shan, s. 10.
[165] T. Yılmaz, ss. 42-43.
[166] Öztekin, s. 67.
[167] Daniel B. Nelson, "Conditional Heteroskedasticity In Asset Returns: A New Approach", **Econometrica,** Cilt:59, Sayı:2, 1991, s.350.

koşullu varyansın negatif değerler alabilme üzerindeki asimetrik etkiler hem de koşullu varyansın negatif değerler alabilme olasılığı giderilmiş, böylece model logaritmik formda kurulabilmiştir. EGARCH (p,q) modeli aşağıda ki gibi ifade edilebilir.

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=i}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Modelde asimetri katsayısı (γ_i) sıfırdan farklı birer değer aldığında ($\gamma_i \neq 0$) koşullu varyans üzerinde kaldıraç (asimetri) etkisinin (leverage effect) varlığından söz edilebilir. Bu durumda $\gamma_i > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı ise, geçmişte yaşanan pozitifi bir şokun (iyi haber) negatif bir şoka (kötü haber) kıyasla oynaklığı daha fazla arttırdığı; aksine $\gamma_i < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı ise geçmişte yaşanan negatif bir şokun (kötü haber) pozitif bir şoka (iyi haber) kıyasla oynaklığı daha fazla artırdığı söylenebilir. Bununla birlikte, genel beklenti finansal piyasalarda negatif şokların oynaklığı daha fazla arttırdığı yönündedir[168].

F. FIGARCH ve FIAPARCH Modelleri

Yukarıda da belirtildiği üzere tek değişkenli modeller otokorelasyonun üssel olarak azaldığı hipotezine dayanmaktadır. Bu sebeple, Baillie v.d. (1996) tasarladığı kısmi bütünleşik GARCH modeli (FIGARCH) otokorelasyonun üssel bir hızda azaldığını göstermektedir. İlginç bir şekilde, FIGARCH (1,d,1) GARCH(1,1) d=0 modelini de kapsamaktadır.

Kısmi eşbütünleşik süreçler oynaklık çalışmalarında son dönemde incelenen uzun dönem hafızanın alt sınıflarıdır. Ding v.d .(1993) günlük hisse senedi getirilerinin otokorelasyon katsayıları çok yavaş bir şekilde azalmakatadır. Oynaklıkta uzun hafıza özelliğinin tespit edilmesi adına Baillie v.d.(1996) Integrated GARCH (IGARCH) modelini genişleterek koşullu varyansın sürekliliğini modele dahil edilmesiyle Kısmi Eşbütünleşik Genelleştirilmiş Koşullu Değişen Varyans (FIGARCH) tasarlamıştır.

Baillie v.d. (1996)'da finansal getiri serilerindeki uzun hafızayı daha iyi tespit edebilmek için FIGARCH modelini geliştirmiştir. Model ayrıca kısa ile bütün

[168] Ural (2010), s.93.

süreklilik arasında ki zamana dair boşluğuda doldurmaktadır. Bir I(0) zaman serisinde şoklar üssel bir hızda sönümlenirken, I(1) serilerde ortalamaya dönme eğilimi gözlemlenmemektedir. I(d) bir zaman serisine gelen bir şok 0<d<1 arasında yavaş hiperbolik bir hızda sönümlenmektedir[169]. FIGARCH(p,d,q) aşağıdaki şekilde formülize edilebilir.

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

Burada $\phi(L)= \phi_1 L- \phi_2 L^2 - \ldots - \phi_q L^q$, $ß(L)= \beta_1 L- \beta_2 L^2 - \ldots - \beta_p L^p$ ve $vt= \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2$. v_t süreci koşullu varyansta yaşanan değişiklik ve ortalamaya dönme eğiliminden uzak ardışık bağımsız bir süreç olarak tanımlanmaktadır.

$0 \leq d \leq 1$, $w>0$, $\phi, \beta <1$ olup, d kısmi bütünleşme parametresi ve L ise gecikme operatörüdür. d parametresi oynakliktaki uzun hafiza özelliğini karekterize etmektedir. FIGARCH modelinin avantajı 0<d<1 orta düzeyde bir sürekliliği gözterecek esnekliğe sahip olmasıdır. Eğer d=1 ise oynaklık şoku tamamiyle bütünleşik bir sürekliliğe sahiptir. d=0 olması durumunda oynaklık şokunun geometrik bir oranda azaldığını söylemektedir[170].

FIGARCH modeli GARCH d=0 kovaryans durağan ve IGARCH d=1 kovaryans durağan olmayan yapıları uygun hale getirerek koşullu varyansın modellenmesinde daha esnek bir yapı sunmaktadır. Böylece FIGARCH modelinin çekici yanı, 0<d<1, orta düzeyde esnekliğin gösterilmesinde yeterli bir esneklik sunmaktadır. Yukarıdaki denklemi yeniden düzenleyecek olursak, FIGARCH(p,d,q) modeli şu şekilde yazılabilecektir.

$$[1-\beta(L)]\sigma_t^2 = w + [1-\beta(L)-\phi(L)(1-L)^d]\varepsilon_t^2 \quad (2)$$

FIGARCH(1,d,1) modelinde parametreler yeniden oluşturlursa;

$$\sigma_t^2 = \frac{\omega i}{1-\beta i} + \lambda i(L)(\varepsilon it-\gamma i)^2 \quad (3)$$

Bu model basit bir FIGARCH modeli olup ayrıca geçmiş getiri şoklarının koşullu varyans üzerindeki asimetrik etkisini de kapsamaktadır.

[169] Ta-Lun Tang and Shwu Jane Shieh, "Long Memory In Stock Index Futures Markets: A Value At Risk Approach", **Physica A,** Cilt: 35, Sayı: 366, 2006, s. 439.
[170] Lv ve Shan, s. 10.

Ayrıca FIAPARCH (1,d,1) modeli de aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi modellenebilecektir:

$$\sigma_t^2 = \frac{ni}{1-\beta i} + \lambda i(L)(|\varepsilon it| - \varepsilon it\gamma i)^{\beta i} \quad (4)$$

FIAGARCH modelinde olduğu gibi FIAPARCH modelindede koşullu varyans üzerinde ki geçmiş şokların asimetrik etkilerinin modellenmedi mümkündür[171].

IV. KAYIP FONKSİYONLARI

Uygun ARCH ve GARCH ailesi modelleri seçildikten sonra, söz konusu modellerin performans karşılaştırmalarının yapılabilmesi tahmin yöntemleri uygulanacaktır. Buradaki performans sözüyle anlatılmak istenen, söz konusu modellerle gelecek dönemlere ait bir tahmin yürütülmeye çalışıldığında hangi modelin tahminlerinin artık terimlerinin en küçük değerlere sahip olduğudur. Bu aşamada kullanılabilecek 2 tür yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımlardan bir tanesi olan "dinamik model yaklaşımı" göreceli olarak tahminlerin artık terimlerini hesaplayabilmektedir. Diğer yaklaşım olan "statik yaklaşım" ise örneklem içi tahmini (in sampling estimate) referans alan bir yöntemdir. Bu yaklaşım tüm örneklem içinde belirli bir sayıda gözlem değeri seçerek oluşturulan bu alt örneklemin gözlem değerlerinden hareketle model oluşturma ve kalan gözlem değerlerini (modele alınmayan seride ki diğer gözlem değerleri) tahmin etmeye çalışmaktadır. Bu sayede gerçekte var olan değerlerle gerçek değerler arasındaki fark kıyaslanabilmektedir. Clements ve Hendry (2003), özellikle günlük veya anlık olarak ulaşılabilen verilere sahip serilerde, geleceğe yönelik uzun dönemli tahminlerin yapılması, tahmin yapıldıkça tahminlerin etkinlik gibi özelliklerinin zayıflaması nedeniyle uzun dönemli tahminler yerine, kısa dönemli tahminlerin yapılmasının daha uygun olduğunu dolayısı ile eğer sadece performans karşılaştırılması yapılacaksa ARCH ve GARCH ailesi için statik yaklaşımın kullanılmasını önermişlerdir[172].

[171] Ural ve Adakale, s. 6.
[172] Polat, ss. 76, 80.

Örneklem içi performans ile karşılaştırıldığı zaman örneklem dışı (out of sample) performans sonuçları piyasa katılımcıları açısından bir modeli daha iyi kazanç elde edeceklerine yönelik endişeleri sebebiyle daha fazla önemlidir. Oysa ki, örneklem içi performans ise sadece tarihsel performans ile ilgili bir analiz sunmaktadır. Bollerslev (1986) GARCH sınıfı modellerinin örneklem dışı performanslarının karşılaştırılabilmesi için öncelikli olarak makaralı pencere (rolling window) tekniğine göre incelenecek dönemin uzunluğu belirlenmelidir. Eğer örneklem dışı örneğin ın uzunluğu 400 olarak belirlenirse oynaklık tahminlemesi ve modelin parametre tahminlerinde algortimaların optimizasyonu için yakınsama hatası ile karşılaşılacaktır[173].

Optimal örneklem sıklığı açısından Mikroyapıda Gürültüler (Microsturcture Noise) olarak tanımlanan problem ile karşılaşılması muhtemeldir. Bu olgu piyasanın mikroyapı problemlerinden doğmakta ve en temel örnekleri arasında alış satış arasında ki yayılım farkı, senkronize olmayan işlemler olarak verilmektedir. Örneklem datası yüksek frekanslı olarak belirlendiği zaman MN'ler tahminleri son derece saptırmakatadır. MN sorununu devre dışı bırakabilmek adına optimal örneklem sıklığını belirlemek gerekmektedir[174].

Kayıp fonksiyonları istatistiki karar teorilerinde, politika geliştirilmesinde, tahmin, değerlendirme, sınıflandırma ve finansal yatırımlar gibi optimizasyon problemlerinde oldukça önemli bir girdi olarak yer edinmektedir.

Bir Y_{t+h} değişkeninin t zamanında h periyotluk ileriye yönelik $f_{t,h}$ tahmini değeri gerçek değerden farklı bir getiri olarak bulunursa kayıp fonksiyonu oluşacaktır. Bir hata teriminin kayıp foksiyonu $e_{t+h} = Y_{t+h} - f_{t,h}$, $c(Y_{t+h},f_{t,h})$ olarak simgelenebilmektedir. Kayıp fonksiyonu tahmi dönemine bağımlı olması $c_{t+h}(Y_{t+h},f_{t,h})$ şeklinde gösterilmesini gerekli kılmaktadır. Eğer kayıp fonksiyonu zamana bağlı olarak değişkenlik göstermiyorsa Y_{t+h} değişkeninin değerine bağlı olmadan basit bir şekilde sadece hata teriminin fonksiyonu olarak $c_{t+h}(Y_{t+h},f_{t,h}) = c(e_{t+h})$ ifade edilebilir[175].

---

[173] Lv ve Shan, s. 15.

[174] Julien Chevallier ve Benoît Sévi, " On The Volatility – Volume Relationship In Energy Futures Markets Using Intraday Data", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı:6 2012, s.1898.

[175] Tae-Hwy Lee, "Loss Functions in Time Series Forecasting", **Department of Economics University of California, Riverside, USA**, 2007, s.2.

Bir zaman serisi modelinin optimal tahmini aşırı derecede kayıp fonksiyonunun özelliklerine bağlıdır. Simetrik kuadratik kayıp fonksiyonları uygulamada basitlik adına ençok tercih edilen uygulamalar arasındadır. Kuadratik kayıplarda optimal tahminler basit olarak koşullu ortalamalar ile ifade edilirken, asimetrik kayıp fonksiyonlarında hata teriminin dağılımına ve tabiki de kayıp fonksiyonunun kendisine bağlı olarak daha karmaşık tahminler uygulanmaktadır.

Stokastik bir süreci $Z_t \equiv (Y_t, X_t ')$, Y_t bağımsız değişken ve X_t diğer değişkenlerin vektörüdür. T+1(≡R+P) adet gözlemin olduğu varsayılırsa, herbir modeli kullanarak P tahminini üremek için t, R<t< T+1, zamanında mevcut olan gözlemleri kullanırız. Tahmin periyodunda ki herbir zaman aralığı için, modelin β_t parametresini tahmin edebilmek için R'nin büyüklüğünde rolling sample $\{Z_{t-R+1}, \dots, Z_t\}$ veya bütün geçmiş dönem $\{Z_1, \dots, Z_t\}$ yöntemleri kullanılabilir. Daha sonra bir adım ileriye yönelik tahminlerin dizilimlerini $\{f(Z_t, \hat{\beta}_t\}T_t=R$ üretebiliriz.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
HAM PETROL VE DOĞAL GAZ PİYASASINDA ETKİN KORUNMAYA YÖNELİK BİR ANALİZ

Ham petrol ve doğal gaz piyasalarında oynaklık yapılarına ve modellerin performanslarına yönelik olarak farklı dönemler ve yöntemler itibariyle çalışmlar sunulmuş bunların bir kısmı future piyasalara dair verilerden hareketle zımni oynaklık hesaplamalarına yer verirken bir kısım enerji fiyatlarında tarihsel oynaklık üzerine yapılmıştır.

I. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINDA OYNAKLIK MODELLEMESİNE YÖNELİK YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Genellikle kabul edilen görüş, 1973 petrol krizinden bu yana petrol ve enerji fiyatları diğer emtialara göre daha fazla oynaklık sergilemiştir. Bununla birlikte 1970'lerin sonunda fiyatların oynaklık düzeyi 1973'lerden önceki döneme dönüş yaparken petrol fiyatlarının oynaklık seviyesi artmaya devam etmiştir. Petrol fiyatlarının oynaklığı diğer emtiaların oynaklıklarından daha yüksek olmaya günümüzde de devam etmektedir. 1973'ten buyana diğer emtiaların fiyat oynaklıklarına göre petrol fiyatlarının oynaklığının yüksek olduğuna dair genel bir algı oluşmuştur. Bu varsayım fiyatların değerlendirilmesi ve bölüşüm kontrolleri ve enerji etkinliği sübvansiyonları ve son dönemde petrol kullanımının azaltılması ile enerji çeşitlendirilmelerinin yapılmasına yöenlik politika önerilerine kaynak oluşturan görüşlerin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Ayrıca bu varsayım mikroekonomik gelişmeleri ve tüketiciler ile endüstri tarafından enerji inovasyon teknolojilerinin düşük yatırımlarının eleştirilmesinde kullanılmaktadır. İthalat ve ihracat yapan ülkeler açısından fiyatlarla ilişkili risklerin anlaşılması politika hedeflerinin daha doğru yapılmasına yardımcı olmaktadır. Mikroekeonomik seviyede, fiyatların stokastik davranışları modern varlık fiyatlama tekniklerinde reel yatırımların değerlendirilmesinde kullanılmakadır. Çeşitli emtiaların göreceli

oynaklıkları enerji tasarruf davranşlarının tanımlayıcı modellerinin değerlendirilmesinde önemli bir faktördür[176].

Emtialara yönelik talebin hacmi bakımından oynaklık oldukça önemlidir. Hamilton (1988)[177] göstermiştirki genel denge modeli içerisinde hammadenin arzında yaşanan bir dalgalanma işsizlik seviyesinde bir artışa ve çıktı düzeyinde bir gerilemeye neden olacaktır. Bu sebeple emtialarda daha düşük düzeylerde dalgalanmalara gerek duyulmaktadır. Bu modele bağlı kalınarak özellikle enerji ithalatçısı ülkelerin petrol fiyatlarındaki oynaklıklara diğer emtialarda ki oynaklıklardan daha fazla etkilenen bir ekonomileri vardır[178].

Daha önce spot ve vadeli işlem piyasa petrol fiyatlarının stokastik yapısını modelleme tekniklerine yönelik çalışmalar incelendiğinde, genellikle petrol fiyatlarının incelenen dönem boyunca ısrarcı bir yapı trendlerin düzeltmelerle birlikte devamlılık sergilediği ayrıca birim kök içerdiklerini tespit etmişlerdir. Bunun yanısıra petrol getirileri ve fiyatlarının Gaussian dağılıma uymadığı, negatif çarpıklık derecesine ve aşırı basıklı değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Oynaklık ve getiri kümelerinin GARCH ailesi modelleri ile uyumlu sonuçlar sergilediği diğer tespitler arasındadır[179].

Finansal yatırım perspektifinden, emtiaların oynaklıklarının tahminlenmesinin değerleme, portföy oluşturma, risk yönetimi, optimum opsiyon ve vadeli işlem işlemlerinde korunma sağlanması adına önem arz etmektedir. McMillian ve Speight (2001)[180] spekülatif aktivitelerin finansal piyasalardan emtia piyasalarına doğru kaydığını göstermektedir. Agnolucci (2009)[181] WTI vadeli işlem sözleşmeleri ve spot fiyatları üzerinde GARCH tipi modellerin tahmin performansını zımni oynaklık modelleri ile karşılaştırdığı çalışmasında petrol vadeli işlemleri üzerinde asimetrik etkilerin varlığını ispatlamış ve hata terimlerinin dağılımının GARCH parametreleri üzerinde ki etkisini araştırmıştır. Performans analizi testlerine göre

[176] Regnier, ss. 405-406.
[177] Hamilton, J.D, s.604.
[178] Regnier, s. 421.
[179] Mohammadi ve Su, s. 1005.
[180] Davd McMillan ve Alan E. H Speight,., "Volatility Spillovers in East European Black-Market Exchange Rates", **Journal of International Money and Finance,** Cilt: 20, Sayı:3, 2001, s. 371.
[181] Paolo Agnolucci, "Volatility In Crude Oil Futures: A Comparison Of The Predictive Ability Of GARCH and Implied Volatility Models", **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı:2, 2009, s. 318.

Bollerslev (1986)'in GARCH tipi modeller zımni oynaklık modellerine göre daha üstün performans sergilediğini göstermektedir[182].

Doğal gaz piyasası kalıtsal olarak yüksek oynaklık seviyesine sahiptir. Bunun ardında emtianın kendi doğal özellikleri, arz kapasitesinde kısıtlar ve sıcaklıklara bağlı olarak talepte meydana gelen zirveler yatmaktadır. Genel algılayış, oynaklığın arttığı dönemde fiyatların gerilediği, fiyatların arttığı dönemler oynaklığın düşük olduğu dönemlerdir. Bununla birlikte, her ikisi farklı kavramlardır. Yıl içerisinde oynaklık düzeyinin en yüksek olup dönemler Ekim ile Şubat dönemleri arasındadır. Aralık ile Şubat arası yılın en soğuk dönemleri olurken, ısınmaya yönelik talep piyasaya hakim olmaktadır. Doğal gazda arz ve talebin esnek olmayan yapısı nedeniyle soğuk hava gibi faktörler devreye girdikleri zaman büyük fiyat dalgalanmaları yaşanmaktadır. Kasım ayı, kışın en sıcak ayı olmasına rağmen aynı zamanda ısınma sezonunun ilk ayı olmakta ve mevcut stoklar arz ve talebi karşılamakta yetersiz kalmakta çünkü depolarda ki miktarın kışın sonuna kadar yetmesi gerekmektedir. Bu sebeple fiyatlar daha değişken olabilmektedir. Ekim ayı oynaklığın yüksek olduğu başka bir sezon olarak tespit edilmiştir. Çünkü Ekim ayında depoların yeniden doldurulmaya başladığı bir sezon olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde depolama firmaları ve ısınma hizmeti sunan firmalar arasında rekabetin artmasında bağlı olarak hedeflerin tutturulması amacıyla fiyatlar üzerinde yukarı doğru baskı yaratmaktadır[183].

Son olarak, ekonomik faaliyetler doğal gaz piyasasını ençok etkileyen faktörler arasında gelmektedir. Ekonomi gelişmeye başladığında endüstiyel ve ticari mal ve hizmetlere olan talebin artmasıyla doğal gaza yönelik bu sektörlerden artışlar gelmektedir. Doğal gaz aynı zamanda suni gübre ve ilaç üretim sekötründe de faydalanılan bir yakıt türüdür. Bu talep karayollarında araçların sayısının artması ve gidilen mesafelerin gelişmesine bağlı olarak zaman içerisinde artmıştır. Doğal gaza oldukça yoğun bir şekilde bağlı olan endüstriyel kullanıcılar için doğal gaz fiyatları üzerinde ki oynaklıklar tesislerin maliyet ekonomilerini engellenemez ve tahmin edilemez bir şekilde arttırmaktadır. Dahası ekonomik büyüme, kişisel harcanabilir

[182] Bulut, s. 22.

[183] **Energy Information Administration, Office of Oil and Gas** "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", August 2007, ss.6-16, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf,(02.01.2014)

tüketimde dahildir, hanehalkının talebinin artmasında en önemli faktörler arasındadır[184].

Karproff (1987)'dan aktarıldığı üzere göre fiyat ile işlem hacmi arasındaki ilişki finans literatüründe merkezde yeralan bir soru olmaktadır. Çünkü bu değişken piyasaya akan bilgilerin oranını, bilginin nedenli yayıldığını, hangi piyasa fiyatlarının bu biglileri taşıdığını, piyasasının büyüklüğünü ve açığa satışlara yönelik kısıtları içermektedir. Aslında, eşanlı hacim ve fiyat değişimleri (pozitif veya negatif) piyasaya gelen bilgilerin seyrettiği yolu izlemektedir. İşlem hacminin kabul gören üç farklı boyutu söz konusudur. Jones v.d., (1994)'dan aktarıldığı üzere: İşlem hacmi (bölünmüş işlemlerin sayısı), işlem sıklığı (işlemlerin sayısı) ve işlem büyüklüğüdür (işlem başına düşen payların sayısı). Teoriye göre oynaklık ile işlem hacmi arasında ki ilişkinin oluşumunda biçok faktörün etkisi sözkonusudur[185].

EIA'nın raporunda, Ocak 1994 ile Aralık 2006 dönemi itibariyle Lousiana Henry Hub fiyatlaırnı dikkate alarak doğal gaz spot piyasa fiyat oynaklıklarına yönelik analizler sunulmaktadır. Analizler sonucunda Henry Hub doğal gazın spot piyasasında aşağıya ve yukarıya doğru herhangi bir trend mevcut olmadığı, daha soğuk aylarda mevsimsel hareketler sebebiyle daha yüksek oynaklık seviyeleri gözlemlendiği aktarılmış ve analizlere göre fiyat oynaklıklarının yerel piyasalar arasında değişkenlik gösterdiği ifade edilmiştir. Dahası depolarda ki doğal gaz seviyesinin fiyat oynaklıkları üzerinde belirgin bir etkisinin olduğu ve depolarda ki doğal gaz seviyesinin 5 yıllık ortalama seviyenin üzerinde ve altında olup olmadığına bağlı olmadan, Henry Hub spot piyasa fiyatlarının oynaklıklarının arttığı ve bu durum yılın ısınma aylarının başlangıcında ve sonunda stokların seviyesinin en yüksek ve en düşük seviyelerin gözlendiği dönemlerde oluştuğu çalışmada ki önemli bulgular arasındadır. Günlük Henry Hub fiyatlarının oynaklığı 1994'ten 2006'ya kadar %49 ile %218 arasında geniş bir bant aralığında dalgalanmıştır. Stok seviyesinin 5 yıllık ortalamadan aşağı veya yukarı yönlü sapması durumunda fiyatların oynaklık seviyesinde bir dönem gecikmeli olarak artışlar yaşanmaktadır. Örneğin; 2001-2002 döneminde stok seviyesi ortalamanın %33 üzerine çıktığı bir

[184] **Energy Information Administration, Office of Oil and Gas** "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", August 2007, s. 3, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf, (02.01.2014)
[185] Chevallier ve Sévi, s. 189.

dönem olup oynaklık mevsimsel ortlamanın %58 üzerine çıkmıştır. 2002-2003 döneminde ise stok seviyesi 5 yıllık ortalamının %40 altına gerilediği dönemde Şubat ayında oynaklık seviyesi ayılık olarak %100'ün üzerine çıkmıştır. Sonuç olarak, bu analiz göstermiştir ki oynaklığın görece düşük sevilerde olduğu durumlarda bile doğal gaz fiyatlarındaki değişimler piyasa üzerinde büyük ölçüde etkiler yaratmaktadır. Yıllık Henry Hub fiyatlarının oynaklık seviyesi incelenen dönem itibariyle geçmiş senelere göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Yalnız, oynaklıkta aşağıya ve yukarıya doğru bir trend gözlemlenmemiştir. Her bir yılın oynaklık değeri birçok emtiaya göre daha yüksek olarak bulunmuşsa da yıllık oynaklık seviyeleri son yıllarda açık bir trend izlememiştir. Ancak, Hebry Hub fiyatlarda artan bir fiyat trendinden söz etmek mümkündür. Bu sonuç şaşırtıcı olmamalıdır, çünkü fiyatlar ile bunlara ait oynaklıklar ayrı şeylerdir. Bununla birlikte yüksek fiyatlardaki sabit oynaklık düzeyleri dolar bazında daha yüksek değişimlere sebebiyet vermiştir [186].

Serletis ve Herbert (1999)[187], petrol ve doğal gazın endüstriyel fiyatlarının 25 Ekim 1996 dan 21 Kasım 1997'ye kadar dönemde zaman serisi karekteristiklerini analiz etmişler ve piyasaların birinci farklarının eşbütünleşik olduğunu tespit etmişlerdir. Petrol ve doğal gaz piyasaları arasında ki bu eşbütünleşik yapı yüksek fiyat rekabetine yol açmakta ve bütün kar olanakları ortadan kalkmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre petrol ve doğal gaz piyasası arasında arbitraj mekanizmasını kullanmak için imkan bulunmaktadır. Petrol ve doğal gaz piyasalarının entegre olmasının nedeni endüstriyel üretimde birbirleriyle ikame edilebilmesi ve ortak bilgilere tepkilerinin ortak olduğu belirtilmiştir[188].

Ewing v.d. (2002), çalışmada petrol ve doğal gaz endeksi, 1 Nisan 1996 ile 29 Ekim 1999 arasında ki kapanış fiyatları analiz kapsamına alınmıştır. Getiri oynaklık grafikleri incelendiği zaman yüksek oynaklıkların yüksek oynaklıkları, düşük oynaklıkların ise düşük oynaklıkları izlediği görülecektir. Böylece, serilerin koşullu varyanslarının ardışık korelasyon sergilediğini söylemek mümkündür. İkinci olarak,

[186] **Energy Information Administration, Office of Oil and Gas** "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", August 2007, s. 17, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf, (02.01.2014)
[187] Apostolos Serletis ve John Herbert, "The Message In North American Energy Prices". **Energy Econ.** Cilt: 21, Sayı:5, 1999, s. 472.
[188] Ewing ve diğerleri. s. 527.

iki seride görece düşük oynaklık sergilemekte ve oynaklıklarında meydana gelen yükselmelerde aynı döneme denklemektedir. Bu özellik iki seri arasında ki oynaklık geçişkenliğine dair olan şüphelride beraberinde getirmektedir. Çoklu GARCH modeli ve BEKK parametrelerinden herbir serinin varyanslarına yönelik olarak elde edilen sonuçlara göre petrolün getirilerinin koşllu varyansı direkt olarak kendi oynaklığından ve doğal gaz getiri serilerinin oynaklığından etkilenmektedir. Geçmişte koşullu oynaklığın yüksek seviyesi cari dönemde oynaklığın yüksek olmasına neden olmuştur. Petrol getirilerinin varyans denkleminde kovaryans teriminin katsayısının istatistiki olarak anlamlı olması doğal gaz getirilerinden petrol getirilerine doğru direkt olmayan birşekilde oynaklık geçişkenliğinin varlığını göstermektedir. Bu sayede direkt ve dolaylı olarak doğal gazın getirilerinden petrolün getirilerine oynaklık geçişkenliği tespit edilmiştir. Veriler petrol getirilerinin oynaklığının ne petrol sektöründe nede doğal gaz sektörüleri temelli şoklardan etkilenmediğini göstermektedir. Çarpraz hata teriminin tahmin edilen katsayısının istatistiki olarak anlamsız olması doğal gaz sektöründen petrol sektörüne direkt olmayan bir şok etkisinin varolmadığına işaret etmektedir. Doğal gazın getirisinin oyaklığı petrolünkinden farklı olmaktadır. Sonuçlar göstermiştirki, doğal gazın getirisinin oynaklığı kendi oynaklığından etkilenmemekte ve petrol getirilerinin oynaklığından sadece %10 anlamlılık düzeyinde etkilenmekte, daha öncede belirtildiği üzere doğal gazın getiri oynaklığı doğal gaz sektöründen kaynaklı şoklardan (olaylar veya haberler) ve petrol geitirlerinde ki şokların çapraz hata teriminden doğrudan olmayan birşekilde etkilenmektedir[189].

Cabedo, Moya (2003) Brent petrol piyasasına yönelik olarak Ocak 1992 ile Aralık 1999 dönemi ele alınmış ve bu dönem iki alt döneme ayrılmıştır. İlk dönem, örneklem içi periyot olarak modelin katsayılarının tahmin edilmek için kullanılan 1992 ‘den 1998 ‘e kadar olan dönem olarak belirlenirken, 1999 yılı ise tahmin amacına yönelik olarak örneklem dışı periyodu olarak ele alınmıştır. Çalışmada, petrol fiyatlarına yönelik riskin sayısal ifade edilebilmesi adına Riske Maruz Değer yaklaşımı kullanılmıştır. Üç farklı Riske Maruz Değer hesaplaması yapılmıştır: Standart tarihsel simülasyon yaklaşımı, bu çalışmada geliştrilen tarihsel simülasyon ARMA tahmin yaklaşımı (HSAF) yaklaşımı, otoregresif koşullu değişen varyans

[189] Ewing ve diğerleri, s. 533.

modeli tahminine dayalı varyans –kovaryans metodu. Sonuçlar sürekli petrol fiyatlarına en iyi uyumu sağlayan ve etkin risk ölçüm modeli sunan HSAF yöntembiliminin daha esnek Riske Maruz Değer miktarsal ölçümleri sağladığını göstermiştir. Son olarak, ARCH modellerinden elde edilen daha etkin risk ölçüm yöntemlerine göre HSAF yöntembilimi ile hesaplanan Riske Maruz Değer tahminlerini en etkin biçimde sunarken, GARCH (1,1) modeli AIC ve SBC kirterlerine petrol fiyatlarında ki maksimum olası fiyat değişimlerini olduğundan fazla tahminlemiştir[190].

Sadorsky (2006) çalışmanın verilerini WTI orta kalite ham petrol, ısınma petrolü, kurşunsuz gazolin ve doğal gaz günlük vadeli işlem fiyat getirilerinden elde edilen gözlemlerden çıkarmıştır. WTI, ısınma petrolü ve kurşunsuz gazolin verileri 5 Şubat 1988- 31 Ocak 2003 dönemi itibariyle 3911 veri incelenmiştir. Doğal gaz veri seti ise 3 Nisan 1990- 31 Ocak 2003 aralığında tanımlanmıştır. İlk olarak, tek değişkenli ve çok değişkenli birçok modelin tahmin performansları karşılaştırılmıştır. İkinci olarak, diğer birçok çalışmada kullanıldığı üzere bu modellerin tahmin performanslarını karşılaştırmaya yönelik tahmin istatistikleri kullanılmıştır. Birçok çalışmada modellerin örneklem dışı tahmin performanslarını değerlendirmeye yönelik olarak standard tahmin özet istatistikleri olan ortalama hata kare, ortalama mutlak hata, ortalama yüzde hata ve Theil U istatistiği kullanılmıştır. Finansal piyasalarda tahminlerin doğruluğu ayrıca piyasa zamanlamasına yönelik testlerin kullanılması ile de ölçülebileceğinden bahsedilmiştir. Üçüncü olarak, tahmin performansları VaR ölçümlerinden faydalanılarak değerlendrilmiştir. Model tahminlerinin hiçbirisi incelenen serilere tam bir uygunluk içinde olmamaştır. Birçok modeli rassal yürüyüş süreci izlemediği tespit edilmiştir. TGARCH modeli ısınma ve doğal gaz oynaklığına en uygun model olurken, Bollerslev (1986)'in GARCH modeli ise ham petrol ve kurşunsuz gazolin için en uygun tahminleri üretmiştir. Basit hareketli ortalama modeli seçilen seriler arasında en doğru sıralamayı sağladığı gözlemler arasındadır. Artan karmaşık yapılara rağmen Vektör otoregresyon, bivariate GARCH modelleri tek denklem GARCH modelleirne göre daha iyi performans sergileyemediği gözlenmiştir. Parametrik ve parametrik olmayan VaR ölçümleri sonucunda parametrik olmayan modellerin parametrik modellere göre

[190] Cabedo ve Moya, ss.239, 244, 252.

backtestlerin aşım sayıları açısından daha iyi perfromans sergilediği söylenebilecektir[191].

Regnier (2007), üretici fiyatlarının Ocak 1945'ten Ağustos 2005'e kadar bir dönemde incelenmiştir. Sonuçlara göre ham petrol, rafine petrol ve doğal gaz fiyatları yurtiçi üreticiler tarafından satılan ürünlerin %95'inden daha fazla oynak olarak tespit edilmiştir. Hammadde fiyatları içerisinde ham petrolün fiyat oynaklığı cari oynaklık seviyesi % 60'ından daha fazla yüksek tespit edilmiştir. Petrol fiyat oynaklıklarının emtiaları içerisinde ki medyan değerini ilk aştığı tarih olarak 1986'da petrol fiyatlarının düşmesiyle olduğu aktarılmıştır[192].

Panagiotidis, Rutledge (2007), Birleşik Krallık doğal gaz piyasasının petrol piyasası ile eşbütünleşmesini incelemeye yönelik olarak Johansen metodolojisinden faydalandıkları çalışmalarında son dönemde parametrik bir yöntem olarak geliştirilen Breitung prosedürü uygulanmıştır. Bununla birlikte, tekrarlamalı modellerin kullanılması ile birlikte incelenen 1996-2003 dönemi ititbariyle eşbütünleşmeye zararları söz konusu olduğu ifade edilmiştir. Kıt'alar arası bağlantıların açılışından önce Birleşik Krallığın oldukça yüksek serbestleşmiş yapısına rağmen uzun dönemde petrol ve doğal gaz fiyatları birlikte hareket etmelerine sebebiyet verdiğini ve Avrupa Komisyonunun liberalizasyon çalışmaları sonrasında uzun dönem katasyısı 1'den 0,2'ye gerileyerek eşbütünleşme dercesinde azalmalara nenden olduğu aktarılmıştır. Kısa dönem dinamikleri VECM ile test edildiğinde ise McLeod-Li ve Engle ARCH testi ve BDS test istatistiği testlerinin üçüde fiyatlarda doğrusal olmayan bir yapının varlığını reddetmiştir. Bootstrap değerleri petrol fiyatları ile doğal gaz fiyatları arasında doğrusal bir ilişki tespit etmişlerdir. Etki Tepki (Impulse Response) fonksiyonları sonuçlarına göre, petrol piyasasında meydana gelen bir şokun doğal gaz piyasasında negatif tepkilerinin hızlıca sönümlendiği yönündedir[193].

Narayan ve Narayan (2007), 09-13-1991 ile 09-15-2006 dönemlerinde petrol fiyatlarının oynaklıkları araştırmışlardır. Asimetri etkisi ile oynaklık süreikliliğinin incelenmesi adına EGARCH modeli ele alınmıştır. Bütün bir dönem itibariyle elde edilen bulgular arasında seri üzerine gelen şokların oynaklık üzerinde süreklilik

[191]Patrik Sadorsky,"Modelling and Forecasting Petroleum Futures Volatility", **Energy Economics,** Cilt: 28, Sayı:4**,** 2006, ss. 468-469.
[192] Regnier, ss. 405-406.
[193] Panagiotidis ve Rutledge, s. 346.

etkisi ve asimetri ekisinin varlığı tespit edilmiştir. Bulgular arasında üç direkt etki mevcuttur. İlk olarak, yatırım kararlarında dikkate alınması gereken bulgu, petrol fiyatlarının kısa dönemde büyük değişimler gösterdiğidir. Oynaklık üzerinde asimetrik etkisi olan şoklara dair elde edilen sonuçlara pozitif şokların, negatif şoklara göre oynaklık üzerinde farkı etkileri olduğudur. Bu bulgu, petrol fiyatlarında ki artışların ekonomik büyüme üzerinde ki negatif etkisini ispatlayan cinstendir. Petrol fiyatlarını arttıran negatif şokların yarattığı etki pozitif şokların petrol fiyatlarını düşürmesi ile yarattığı etkiyi telafi edemeyeceği ifade edilmiştir. İkinci olarak, asimetri petrol fiyatlarında rejim değişimlerinin varlığına işaret etmektedir[194].

Firuzan (2010), Ocak 1981–Aralık 2007 döneminde ham petrol varil fiyatı serisinin oynaklık gösterip göstermediğinin, gösteriyorsa oynaklıklarının yapısının, büyüklüğünün ve sürekliliğinin incelenmeştir. Ayrıca, bu iktisadi değişkenler için oynaklığın yapısını belirleyen en uygun müdahale modeli elde edilmeye çalışılmıştır. Veriler ele alındığında, zaman serisinin durağan olmadığı yapılan birim kök testleri sonucunda görülmüştür. Seride müdahalelerin varlığı nedeniyle serinin durağan dışı olduğu düşüncesiyle seriye müdahale analizi uygulanmıştır. Seride muhtemel üç müdahale olduğu düşünülerek yapılan müdahale analizi sonucunda, sadece bir müdahale değişkeni anlamlı çıkmıştır. Anlamlı çıkan Irak-ABD kaosu müdahale değişkeni ile petrol fiyatları serisinin gecikmeli değerlerinden ekonometrik bir model oluşturulmaya çalışılmıştır[195].

Geman ve Ohana (2009), Ocak 1993 ve Ekim 2008 dönemleri arasında stok seviyeleri ile alivre getirileri inceledikleri çalışmalarından elde edilen bulgulara göre ham petrol için, ABD ham petrol stok seviyesi ile ayarlanmış yayılma oynaklığı arasında yüksek korelasyon bulgular arasındadır, ek olarak bu iki sayısal değişken arasında ki ilişkinin doğrusal olduğu tespit edilmiştir. Stok seviyesi bu nedenle kısa dönem fiyat oynaklığının tespit edilmesinde oldukça iyi bir göstergesi olabileceği, rezervler hakkında ki bilgi ve jeopolitik sorunlar uzun vadede fiyat oynaklığının belirleyicisi olarak tanımlanabileceği ifade edilmiştir. Klasik bir yorum olarak, ham petrol stoklarının düşük olduğu durumlarda, ayarlanmış yayılmanın oynaklığı

[194] Paresh Kumar Narayan, Seema Narayan, "Modelling Oil Price Volatility", **Energy Policy,** Cilt: 35, Sayı:1, 2007, ss.6552-6553.
[195] Esin Firuzan, "Türkiye Petrol Fiyatlari Oynakliğinin Modellenmesi", **Ekonometri ve İstatistik** Sayı:12, 2010, s. 2.

oldukça yüksek olmakta ve normal kazancın çok üzerinde olması durumunda piyasa katılımcıları açısından spot ve alivre fiyatlar arasındaki farklılıkları ortadan kaldırmaya yönelik stoklardan kullanılması oldukça maliyetli olduğu vurgulanmıştır. Gerçekte, OECD petrol ürünleri stok seviyesi ABD ham petrol stok seviyesinin günlük fiyat oynaklığına bağlı olduğu seviyeden daha düşük korelasyona sahipken, bu durum ABD'de petrol fiyatı yayılımı (spread) fiyat hareketlerinin büyüklüğü ham petrol stok seviyesi tarafından anında belirlenmekte ve ham petrol alivre getiri eğrilerinin ortalama şekli (ortalama normal kazanç) uzun vadede endüstri tarafından tüm petrol ürünleri olarak tutulan stk seviyesi tarafından en iyi şekilde temsil edilebileceği kabul edilmiştir. Doğal gaz için, mevsimsellikten arındırılmış oynaklık ile ABD doğal gaz stok seviyesi arasında oldukça yüksek bir korelasyon mevcudiyeti tespit edilmiş ve bu ilişkinin kış döneminde ve stokların tükenmeye başladığı dönemde daha güçlü olduğu gösterilmiştir. Yazarlara göre bulguların yorumları aşağıda yer almaktadır. Kış boyunca stoklardan kullanım talebin eşleşmesi açısından gerekli olmakta normal seviyesinin altındaki stok seviyeleri daha tutucu bir piyasa ve daha yüksek bir oynaklık seviyesi anlamına gelmektedir. Stok seviyesi ile oynaklık arasındaki ilişkinin ziyade daha güçlü olduğu kısıt dönemlerinin nedeni stokların yüksek seviyelerde olduğu dönemlerde normal seviyelere göre talebin gerilemesi sebebiyle stoklara ilaveler yapmak daha zor olmaktadır. Bu durumun sonuçta fiyatlarda bazı düşüşlerin yaşanmasına ve fiyat oynaklıklarının artmasına yol açacağı iddia edimiştir. Ham petroldeki durumun tersine doğal gaz stok seviyeleri ile doğal gaz ayarlanmış yayılma oynaklığı arasında ki korelasyon doğal gazın gelecek ay fiyat oynaklığı ile arasındaki korelasyona göre daha yüksek olmadığı, bu sebeple uzun dönem oynaklığın doğal gaz fiyat seviyesinde ham petrole göre daha önemsiz olduğu yine bulgular arasındadır[196].

Cheong (2009), 4 Ocak 1993-31 Aralık 2008 dönemini kapsayan gözlem aralığında 3761 WTI ve 3805 Brent piyasasında yönelik gözlemi incelemiştir. Her iki ham petrol piyasasının da 2002-2007 aralığında ve yukarı yönlü drfitlerin başladığı bu dönemde oldukça oynak olduğu aktarılmıştır. Sonuçlar arasında iki adet özellikli gerçek var ki bu hem yatırımcıların hemde politika yapıcıların ilgisini çekecek

[196] Hélyette Geman, Steve Ohana: "Forward Curves, Scarcity and Price Volatility In Oil and Natural Gas Markets", **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı:4, 2009, ss.585-584.

cinsendir. Brent serisinde koşullu varyans koşullu standard sapmaya göre zamana göre değişen oynaklık hesaplamalarında daha doğru sonuçlar sunmaktadır. Fakat WTI piyasasında koşullu standard sapma ile koşullu varyans arasında herhangi bir farklılık mevcut değildir. Ekonomik bakış açısından bakldığı zaman, kamu ve özel fianansal kurumların yatırımları için finansal risklerin kontrol ve denetim altında tutuluyor olabilmesi petol piyasasında karşılaşılacak devasa kayıpların önüne geçilebileceği gerçeğini doğurduğundan bahsedilmiştir. İkinci olarak, petrol fiyat şokları sonrası Brent piyasasında kaldıraç etkisine rastlanmıştır. Yazarlara göre bunun anlamı, Brent ham petrol piyasasında aşağı yönlü bir şok ile gelişecek hareketin oynaklık üzerinde ki etkisi yukarı yönlü benzer bir şoktan daha fazla bir etki yaratacaktır. WTI serisi için ise "kötü" veya "iyi" haber olarak nitelenebilecek herhangi bir asimetrik kaldıraç etkisinden söz edilememektedir. Bununla birlitke, WTI serisinin bu çalışma da yeralmayan makroekonomk indikatörler ve finansal türev ürüneleri ile pozitif ve negatif korealsyon içerisinde olduğu bilinmektedir. Üçüncü olarak, Brent ve WTI serileri açısından petrol fiyat oynaklığı süreklilik göstermektedir. Bunun anlamı, petrol fiyat dalgalanmaları oynaklık üzerinde kalıcı etkiler yapabilmektedir. Finansal analistler ve ekonomistler sadece ham petrol fiyat oynaklıklarını seçerken sadece karmaşıklığından yararlanmamalı aynı zamanada kısıt (parsimonious) prensipelerinden ve örneklem dışı tahmin performanslarının gerçekliklerinden faydalanmaları gerektiğine dair görüşlere yer verilmiştir[197].

Mohammadi ve Su (2010), çalışmalarında petrol fiyatlarının zaman serisi özelliklerini üç açıdan farklı yaklaşarak ele almışlardır. Çalışmanın farklılık yarattığı ilk nokta olarak 664 gözlemi içeren 2 Ocak 1997 ve 10 Mart 2009 döneminde diğer çalışmalarda yaygın olarak kullanılan aylık ve günlük frekans yoğunluklarından faklı bir şekilde haftalık ham petrol fiyatlarını inceleme dönemi olarak kabul etmişlerdir. Bu tür bir zaman aralığı belirlemelerinde ki en önemli etmen olarak diğer çalışmaların farklı frekans yoğunluklarını dikkate alarak elde ettikleri sonuçların güçlülüğünü test edebilme imkanı sunmasının yanısıra, çalışma da yer alan ithalat ve ihracat açısından dünyanın lider 11 ülkesinin (Cezayir Sahra Çölü karışım fiyatları, Kanada performans değerlendirme raporlarında ki ortalama fiyatları, Çin Daqing bölgesinden elde edilen fiyatlar, Rusya'nın Ural Akdeniz bölgesi fiyatları, Suudi

[197] Cheong, ss. 2349-2350.

Arabistan Ortanca Kalite petrol fiyatları, Birleşik Krallık Brent fiyatları, Endonezya'nın Minas (≈500 gr) fiyatları, Norveç'in ortalama fiyatları ve Birleşik Devletler'in ağırlıklı ortalama ithalat fiyatları ile Venezüella'nın Tia Juana bölgesi Hafif petrol fiyatları) fiyatlarının günlük olarak Enerji Bilgilendirme Dairesi (EIA) tarafından sadece Birleşik Krallık (BRENT) ve Birleşik Devletler (WTI) için yayınlanıyor olması sebebiyle çalışmanın alanını kıstlamamak adına haftalık verilere başvurulmuştur. Yazarların bulgularına göre petrol getirilerinde koşullu ortalama üzerine gelen bir şok bir dönem sonra kalkmaktadır, bunun anlamı seri MA (1) karekterine sahiptir. Yine petrol getiri serisinin koşullu varyansı zamana bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Koşullu varyans üzerindeki asimetri etkisi karmaşık bir yapıdadır. Risk ile getiri arasında bir değişime rastlanmamıştır. Bir diğer bulguya göre koşullu standard sapmanın oynaklığı tespit etmek adına koşullu varyansa göre daha iyi bir gösterge olduğu söylenebilecektir. Kısmi Bütünleşik Bollerslev (1986)'in GARCH modelleri haftalık seride doğru sonuçlar vermemekte, bunun nedeni olarak, kovaryans durağan GARCH modellerinde gelen şokun üssel olarak seriden kalktığını kabul eden modellere uygun olurken FIGARCH gibi kısmi bütünleşik modellerde belirtildiği üzere yavaş bir şeklide dağılmamasıdır. Koşullu ortalama ve varyansın örneklem dışı tahmin performansının değerlendirilmesi aşamasında sonuçlar, MA(1)-EGARCH (1,1) ve MA (1,1)–APARCH (1,1) modelleri daha güvenilir ve başarılı bulunmuştur[198].

İstemi (2010), 1986-2010 dönemi itibariyle WTI ham petrolünün oynaklık yapısı üzerine incelemeler gerçekleştirmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki, WTI petrol vadeli işlemler ve spot piyasalar arasında kısa dönem nedensellik ve uzun dönem eşbütünleşme mevcuttur. Bununla birlikte, vadeli işlem hacminin spot oynaklık üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkisi bulunmaktadır. Bu sonuçlar, vadeli işlem piyasasında oluşan fiyatların spot piyasa fiyat rejimleri üzerinde etkili olduğu savını destekler nitelikte olup, bu önerme, açıkça, vadeli işlemlerin piyasa verimliliğini arttırdığı fikrine karşı gelmektedir. Bu sonuçlara göre, petrol piyasasında vadeli işlem işlemlerine yönelik aktiviteler spot piyasada ki oynaklıkları

[198] Mohammadi ve Su, s. 1006.

arttırmaktadır. Vadeli işlem piyasaların esas görevi olan spot piyasada etkinliği arttırma görevi WTI ve Brent piyasası için tam tersi yönde çalıştığı vurgulanmıştır[199]. Ural, Demireli (2010), çalışmalarında 02.01.1998 ve 29.04.2010 dönemi için haftalık, aylık, 3 aylık, 6 aylık, 9 aylık ve 12 aylık süreçlerde ham petrol fiyatlarına ait gerçekleşen (realized) oynaklık değerleri hesaplanmış ve gerçekleşen oynaklık değerlerinin inceleme dönemi ile doğrudan ilişkili olduğu, oynaklığın dönem aralığı uzadıkça değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Buna göre dönem aralıkları yükseldikçe oynaklık düzeyi de yükselmektedir. Yazında da belirtildiği üzere oynaklık analizlerinde dönem aralığının uzaması belirsizlik ve risk düzeyini artırdığı aktarılmıştır. Bununla birlikte, çalışmanın ilgi çekici bir başka sonucu olarak, dönem aralığının uzamasıyla birlikte oynaklığın ortalamasındaki değişimin de azalması gösterilebilir. Bu durum, çalışmada da belirtildiği üzere; dönem aralığının uzamasının oynaklıkta ki değişimi de azalarak artırdığı sonucunu beraberinde getirmektedir Çalışmada; gerçekleşen oynaklık hesaplamaları için yıllık işgünü sayısı 252 gün olarak kabul edilmiştir. Farklı dönemlerde oynaklık düzeyinde görülen değişiklikler ile gerçekleşen oynaklık değerleri arasındaki ilişkinin görülmesi amacıyla analizler haftalık, aylık, 3 aylık, 6, aylık, 9 aylık ve 12 aylık iş günleri bazında hesaplanmıştır. Dönem aralıkları yükseldikçe oynaklık katsayısıda yükselmektedir. Bu durumu ortaya çıkaran neden olarak dönem aralığı uzadıkça belirsizlik ve risk düzeyinin yükselmesi gösterilebilir. Nitekim, dönem aralığı haftalık olarak seçildiğinde gerçekleşen oynaklık katsayısı 0,370 iken, dönem aralığı yıllık düzeye yaklaştırıldıkça bu katsayının yükseldiği ve 0,411 değerine ulaştığı görülmektedir. Ayrıca dönem aralığının uzamasıyla birlikte oynaklık ortalamasındaki değişimin de azaldığı saptanmıştır. Bu durum, dönem aralığının uzamasının risk ve belirsizlik düzeyini artırdığı bununla birlikte oynaklıkta ki değişimi ise azalarak artırdığı sonucunu beraberinde getirmektedir [200].

Ural, Adakale (2010), çalışmalarında özellikle global finansal krizde genel ve ekonometrik modellerin bakış açısı üzerinden ham petrol fiyatlarının oynaklıklarını etkileyen nedenleri araştırmışlardır. Örneklem verileri fiyatların finansal kriz öncesi ve sonrası değişim yönlerini tespit edebilmek adına ilgilenilen periyotları kapsamak

[199] Berk, İstemi, **Issues On Crude Oil Price Volatility: Determinants and Impact Of Futures Trading**" ,(Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Izmir University Of Economics, İzmir, 2010, s. 5.
[200] Ural ve Demireli, ss. 5-6.

üzere 01/02/2005 ve 20/06/2010 döneminde 1380 gözlem incelenmiştir. İlk olarak, petrol piyasasının önemi, fiyatlar ve şoklar tartışılmıştır. Petrol fiyatlarının ve oynaklığının tarihçesi petrol piysasında meydana gelen önemli olaylar eşliğinde sunulmuştur. Ekonometrik kısımda, bazı temel oynaklık ekonometrik modelleri sunulmuş. Bilhassa ARCH ailesi modelleri üzerinde durulmuştur. Zaman serisi üzerinde ki uzun hafıza özelliğini ortaya çıkartan FIGARCH modelleri tartışılmıştır. GARCH, APGARCH, FIGARCH, FIAPGARCH modelleri Student/t ve Skewed student/t dağılımları ile modellenmiştir. Örneklem veri seti son beş yılı ve finansal krizi günlük verilerle kapsamaktadır. Model seçim kriterleri, FIAPGARCH ve APGARCH student/t dağılımlı modellerinin en uygun olduklarını göstermiştir. Oynaklık katsayısı model parametrelerinden ve ayrıca günük kayıp fonksiyonları olan VaR ve CVaR üzerinden en uygun tahmin modelinden elde edilmiş ve petrol fiyatlarının finansal kriz sonrası son beş yıl içerisinde oldukça oynak olduğu yine önemli bulgular arasındadır[201].

Wei, Wang ve Huang (2010), veriler WTI ve Brent petrol günlük verileri üzerine 6 Ocak 1992-31 Aralık 2009 dönemini kapsamaktadır. Son üç yılın (2007-2009) örneklem dışı oynaklık tahminleri değerlendirmeye dahil edilmiştir. Oynaklık kümelenmelerini, oynaklıkta ki asimetrik kadıraç etkilerini de kapsayan doğrusal ve doğrusal olmayan GARCH sınıfı birçok model çalışmada oynaklığın kendine has özelliklerini modellemede kullanılmıştır. Buna karşılık CGARCH ve FIGARCH modelleri sadece uzun dönem hafızayı yakalarken asmetrik kaldıraç etkisini tespit edemediği vurgulanmıştır. Bu çalışmada 9 adet GARCH sınıfı model tahmin edilmiştir. Bunlar; RiskMetric, GARCH, IGARCH, GJRGARCH, EGARCH, APARCH, FIGARCH, FIAPARCH, HYGARCH modelleridir. Daha önce yapılan çalışmaların tahmin sonuçlarının kriterleri ile karşılaştırmalar yapabilmek adına 6 adet Kayıp Fonksiyonu araştırmaya dahil edilmiştir. Bunlardan MSE ve MAE ençok başvurulan uygulamalardır. Son olarak (Hansen, 2005) SPA testi uygulanarak daha güçlü sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Bulgulara göre, ilk olarak GARCH, IGARCH, GJRGARCH, EGARCH, APARCH modellerinin β değeri anlamlı ve %1'e yakın olarak bulunmuştur. Bunun anlamı, Brent ve WTI petrol piyasasında oynaklık sürekliliği yüksek derecededir. İkinci olarak, Brent petrol için asimetrik

[201] Ural ve Adakale, s. 12.

kaldıraç katasyısı GJRGARCH, EGARCH modelleri için %1 anlamlılık düzeyinde sıfırdan belirgin olarak farklıdır. Hiçbir GARCH tipi model diğerlerine karşı üstün performans sergileyemezken, doğrusal olmayan GARCH sınıfı modelleri doğrusal olan modellere göre ham petrol fiyatlarının uzun dönem oynaklık dinamiklerini yakalamakta daha etkin olduğu söylenebilecektir. APARCH ve FIAPARCH modelleri katsayıları göstermiştir ki Brent petrol piyasasında fiyatlar kaldıraç etkisi sergilemektedir. Bununla birlikte, WTI piyasası için tahmin edilen γ katsayısı tüm modeler için farklı olup sadece EGARCH modeli için istatistiki olarak anlamlıdır. APARCH ve FIAPARCH modelerinde güç katasyısı δ Brent piyasası için sırasıyla 1,883 ve 1,953 olarak tespit edilmiştir. Bu $\delta = 1$ ve $\delta = 2$ olduğu boş hipotezi %5 anlamalılık düzeyinde reddedilmesine , WTI ve Brent petrol piyasısının koşullu standard sapma yerine koşullu varyans ile daha iyi modelenebileceğini işaret etmektedir. Son olarak, FIGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH modelleri için kısmi fark parametresi olan d istatistiki olarak anlamlı bulunmuş ve 0,310 ile 0,443 arasında değerler alması Brent ve WTI piyasasında uzun dönem hafıza oynaklığının isatistiki olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Genel olarak, Log (L) ve AIC diagnostik test değerleri Brent ve WTI piyasası için birbirlerine oldukça yakın tespit edilmiştir. Brent piyasa açısından standard hata kareler testi Ljung –Box testi ve ARCH testinin belirttiği üzere üç uzun hafıza GARCH tipi modelin (FIGARCH, FIAPARCH ve HYGARCH) getiri serisine diğer modellerden daha fazla uygun bulunmuştur. WTI petrol piyasası için ise Ljung Box Q test istatistiği GARCH, IGARCH ve GJRGARCH'ın seçilmesi gerektiğini göstermiştir. Clive W.J. Granger 2003 Nobel ekonomi ödüllü yazar örnekleme uygunluğu yerine seçilecek modelin tahmin performansının seçim kriterine taban oluşturması gerektiğini belirtmiştir. Bu sebeple farklı GARCH sınıfı modellerin örneklem dışı tahmin performanslarına güvenmeliyiz. FIGARCH modeli de dahil olmak üzere hiçbir GARCH sınıfı modeli birbirlerine üstinlük gösterememiştir. Doğrusal olmayan modeller doğrusal modellere göre petrol fiyatlarının modellenmesinde daha üstün performans sergilemiştir. Ayrıca oynaklık modelerinin perfromans karşılaştırmalarında kullanılan kriterlere göre etkilendiğini göstermektedir. Seçilecek modelde

perfromans kriterleri sadece verilen örneklem datası ile sınırlı olmayıp ayrıca dikkate alınacak kayıp foksiyonun belirgin tahmin amaçları ile de ilişkilidir[202].

Aloui ve Mabrouk (2010) dört büyük enerji emtiasının (West Texas Intermediate (WTI), Avrupa Brent (Brent) , New York Limanı Klasik Normal gazoline (NYHCRG) ve Rotterdam Klasik Normal Motorin (RCGR)) günlük spot piyasa fiyatları Ocak 1986-Temmuz 1987 arası dönemi arasında 5000'den fazla günlük veriyi incelemişlerdir. Brent ham petrolü için Mayıs 1987-Temmuz 2007 döneminde 5178 günlü gözlem dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın asıl amacı, sade bir tarihsel yaklaşımla, bazı uzun hafıza tespit edebilme kabiliyetine sahip GARCH tipi modellerle oynaklığa ait bazı özelliklerin enerji fiyat getirilerinde meydana gelen asimetri, şişman kuyruk oluşmunu dikkate alarak enerji fiyatlarının oynaklık tahminlemesini yapmak ve daha iyi bir Riske Maruz Değer hesaplaması sağlanması olarak tayin edilmiştir. WTI, NYHGCR ve RCGR ham petrol ve gazoline ürünlerinin fiyatlarını alternatif olasılık dağılım fonksiyonlarını dikkate alarak üç farklı GARCH tipi model olan: GARCH, FIGARCH, FIAPARCH, HYGARCH ile oynaklık modellemelerini gerçekleştirmişlerdir. Riske Maruz Değer 'in doğruluk düzeyi üç farklı olasılık dağılımıyla: Normal, Studen-t, Skewed Studen-t ile değerlendirilmiştir. Elde edlen en önemli sonuçlar şu şekildedir: (1) aismetri, şişman kuyruk ve uzun hafıza enerji piyasası oynaklığı üzerinde ortak gerçeklerdir. (2) Enerji piyasası oynaklığı FIAPARCH modelinden elde edilen bulgulara göre güçlü uzun hafıza özelliği sergilemektedir. Tahmin doğruluğu ve birçok istatistiki kriterlere göre , ham petrol ve doğal gaz emtiaları için FIAPARCH modeli skewed student-t dağılımı ile birlikte diğer dağılım ve modellere göre daha iyi perfromans sunmştur. (3) Skewed Student-t dağılımı ile birlikte FIAPARCH modeli uzun ve kısa dönem işlem poziyonları itibariyle bir gün sonrası için Riske Maruz Değer yönteminde daha iyi performans sergilemiştir. Örneklem içi performans sonuçları örneklem dışı performansına göre herbir yeni veri ile daha iyi sonuçlar sunmuştur. Uygulama tarafında ise uzun hafıza, asimetri ve şişman kuyruk sorunun enerji emtia fiyat

[202] Wei ve diğerleri , ss.1477 –1478, 1481-1484.

davranışlarında dikkate alınması daha gelişmiş fiyat risk değerlemesi ve korunma stratejisi sunduğu vurgulanmıştır[203].

Nomikos, Pouliasis (2011), ileriye yönelik eğri biçiminde şoklara oynaklığın vermiş olduğu çeşitli tepkilerin daha realistik bir yolla tespit edilebilmesi için yüksek ve düşük oynaklık rejimlerindeki petrol vadeli işlemlerinin oynaklık ve dengesizlik durumları arasındaki ilişkiyi daha iyi analiz edebilmek için uyarlanmış rejim GARCH modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin analiz sonuçlarının performanslarını karşılaştırabilmek adına istatistiki testler kayıp fonksiyonları risk yönetimi ve istatistiki testlerden yararlanılmıştır. Tahmin stratejilerinin güçlülüğünü test edebilmek adına çalışmada ayrıca reel kontrol mekanizması olarak "durağan bootstrap" yaklaşımı kullanılmıştır. Traderlar ve risk yönetimi uzmanlarının karar (enerji piyasası operasyonları, bütçe planlamaları, vb.) veriş süreçlerinde petrol piyasası fiyatı oynaklık dinamikleri ve de risk tahminleme yeterlilikleri yardımcı olabilecek çalışma kapsamında önemli bulgular elde edilmiştir. Enerji piyasası oynaklık dünyasında petrol getirilerinin şişman kuyruk, doğrusal olmayan dinamikler ve zamana bağlı oynaklık gibi zorluklardan ötürü fiyat risklerini azaltan ve bunları sıralayacak çalışmaların yapılması oldukça güç olduğu vurgulanmıştır[204].

Henriques ve Sadorsky (2011), geliştirdikleri teorik model işlem maliyetleri ekonomisi, ajan teorisi, reel opsyion teorileri dikkate alınmıştır. İşlem maliyetleri teorisi stratejik yatırımlarla Tobin's Q arasında pozitif bir ilişki kurabilmek amacıyla kullanılmıştır. Ajan teorisi ise nakit akımlar ile stratejik yatırımlar arasında pozitif bir ilişki kurmak için kullanılmıştır. Reel opsiyon teorisi ise petrol fiyat oynaklığı ile stratejik yatırımlar arasında pozitif bir ilişki kurmak adına kullanılmıştır. Firmalara petrol gibi fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltmak daha sürdürülebilir bir enerji kullanım politikasını faaliyete geçirmek, verimlilik arttırıcı politikalarla çevreye uyumlu enerji tüketimini düşüren iş yapma modellerini devreye sokmak ve geri dönüşüm yenilenebilir enerji tesisleri ile çevre yönetim sistemi geliştirilmesi verilebilecek en değerli tavsiyeler arasındadır[205].

---

[203] Chaker Aloui , Samir Mabrouk, "Value-At-Risk Estimations Of Energy Commodities Via Long-Memory, Asymmetry and Fat-Tailed GARCH Models", **Energy Policy,** Cilt: 38, Sayı:5 2010, ss. 2327-2332-2338.
[204] Nomikos ve Pouliasis, s.1.
[205] Henriques ve Sadorsky, ss. 84-86.

Doğal gaz ve petrol fiyat oynaklıkları OPEC ve diğer petrol üreticilerinin aralarında anlaşma oluşturmaları, genel ekonomik çevre, yılın belirli dönemleri, depolama koşulları, düzenlemelerin değişmesi ve bunun gibi birçok arz ve talep koşullarına bağlı olarak daha fazla değişmektedir. Susmel and Thompson (1997) bulgularına göre 1980-1990 arasında ki geniş çaplı düzenlemeler ile doğal gaz spot piyasa fiyatlarının oynaklığı ve piyasa katılımcılarının risk seviyesi artmıştır. 1970'lerde OPEC in ham petrol üretiminde ki kesintileri enerji krizi veya petrol krizi olarak anılan sürece zemin hazırlamıştır. 2003-2004 döneminde yatırmcılar Venezüella ve Nijerya 'daki sektörde işgücü piyasasında yaşanan huzursuzluklar ve devamında arz koşullarındaki rahatsızlıklar yatırımcıları kaygılandırmıştır. Enerji tesislerine yönelik terörist saldırıları ve 2002'de ki Katrina ve Lily gibi doğal afet olayları ve 2003'te Ortadoğu dayaşanan gerilimler üretim ve depolama üzerinde derin etkiler yaratmıştır[206].

Stok seviyesi bütün bir yıl boyunca spot fiyatların ve vadeli işlem fiyatların talep şoklarına karşı olan hassasiyetini etkilemektedir. Yüksek depolama maliyetleri depolamaların daha ekonomik bir şekilde uygulanmasına ve mevcut arz seviyesinde ki değişikliklerin önüne geçilmesine neden olmaktadır. Talebin oldukça yüksek olduğu dönemlerde depoların yeniden doldurulmasının güçlüğü büyük fiyat düşüşlerine ve daha yüksek oynaklığa neden olmaktadır. Enerji emtiaları sürekli olarak üretilmekte ve fiyatları talebe göre ayarlanabilmektedir. Örneğin, doğal gazın oynaklığı ısınma ihtiyacının yüksek olduğu dönemlerde genellikle talep şokları tarafından belirlenmekte ve mevcut sistemlerin kapasite kısıtları nedeniyle üretim miktarı artışları dengesiz olmaktadır[207].

Symeonidis v.d. (2012) çalışmalarında, 21 emtiaya yönelik geniş bir spektrumda fiyat oynaklıklarının ve alivre getiri eğrilerinin eğiminin stok seviyeleri tarafından nasıl etkilendiği gösterilmeye çalışılmıştır. Veri aralığı 31 Aralık 1992 ile Aralık 2011 dönemini kapsamaktadır. Bu başlangıç yılının tercih edilme sebebi ortak bir emtia stoklarının açıklama dönemi olmasındandır. Emtiaların seçim aşamasında tahıl, çiftlik hayvanı, endüstriyel, enerji ve metal gibi en geniş kullanım alanlarını kapsaması amaçlanmıştır. Stok seviyesi ile vadeli işlem fiyatlarının dönemsel

[206] YiuamanTse ve Ju Xiang,"Market Quality and Price Discovery:Introduction of the E-Mini Energy Futures", **Global Finance Journal,** Cilt:16, Sayı:2, 2005, s. 2.
[207] Symeonidis ve diğerleri., s. 2660.

yapısının analiz etmenin birkaç önemli nedeni bulunmaktadır. İlk olarak, eğer stok seviyesinin gerçekte alivre getiri eğrileri üzerinde (kontango veya backwardasyon) belirgin bir etkisi mevcutsa bu durumda yatırım stratejilerinin farklı vade yapılarının karlılığı üzerinde de etkisi mevcut olacaktır. Ek olarak, bu ilişkinin daha güçlü olmasına bağlı olarak ampirik çalışmalarda stok seviyesi yerine temsili değişken olarak kullanılmasına imkan tanıyacaktır. Dahası akademik ve uygulamaya yönelik çalışmalarda oynaklığın anlaşılmasına yönelik olarak varlıkların portföy içerisinde ki dağılımı, korunma ve türev ürünlerin fiyatlamasında oldukça yararlı olacaktır. Elde edilen sonuçlara göre, stok seviyesi ile alivre getiri eğrileri eğimi arasında bütün vadelerde pozitif ve anlamlı bir ilişki mevccuttur (2-6-10 aylık sözleşmelere yönelik olarak). Katsayıların büyüklüğü ile ilişkili olarak gözlemelenen üç enerji emtiasında da stok seviyesi ile oldukça sıkı bir ilişki içeirsindedir. Genel içerisinde en yüksek katsayı ham petrole ait olurken takiben bütün vadeler için doğal gazın stok seviyesi ile olan ilişkisinin katsayısı gelmektedir. 6 aylık vade için katsayı 0.668 olarak tahmin edilmiştir. Bunun anlamı, stok seviyesinin standart sapmasında yaşanacak %1'lik bir artış, ham petrolün fiyatında %67'lik bir yükselmeye neden olacaktır. Enerji ürünlerinde ki böylesine yüksek katsayıların elbetteki en büyük sebeplerinden birkaçı olarak depolama ve taşıma maliyetlerinin yüksekliği ve stok kullanımlarına karşı fiyatları daha hassas bir hale getirmekte ve depolamaları engellemektedir. Ayrıca, bulgular arasında OECD'nin petrol stokları açıklayıcılık gücü açısından daha güçlü bir öneme sahiptir. Genel anlamda depolama hipotezinin ana uygulamaları ile ilgili bütün çıkarımları destekler nitelikte olup stok seviyesinin alivre getiri eğirilerinin eğimi ile pozitif olarak ilişkilidir. Daha düşük (yüksek) eldeki stok seviyesi daha geniş ve daha fazla negatif faiz ayarlamalı ve daha fazla spot fiyatın vadeli fiyatın önüne geçtiği (vadeli fiyatın spotun önüne geçtiği) bir piyasa anlamına gelmektedir. Özellikle, ham petrol ve doğal gaz için sonuçlar stok seviyesi ile oynaklık arasında asimetrik V şeklinde bir ilişkinin varlığını desteklemektedir. Bu bulgular, Kogan et al. (2009)'ın elde ettiği sonuçlarlada uyumlu olup, sonuçlar son dönemde emtialarda yaşanan fiyat patlamalarının nedenini açıklar niteliktedir[208].

Polat (2012), çalışmada petrol fiyatlarının 2005-2012 yılları arasında sonunda Engle'in 1982 yılında geliştirdiği oynaklık modellerinin petrol fiyatlarına uygunluğu

[208] Symeonidis ve diğerleri, ss. 2651-2652, 2662-2663.

araştırılmıştır. Klasik modellerin (TGARCH, EGARCH) modern modellere göre bazı durumlarda yetersiz kalsa da, bu klasik oynaklık modellerinden hareketle geliştirilen özelleşmiş modellerin serilerin sahip oldukları oynaklıkları açıklamakta yeterli olabildikleri belirlenmiştir. Uygun olduğuna karar verilen modeller arasından seçilen üç adet model için yapılan statik yaklaşıma göre (örneklem içi tahmin yöntemiyle elde edilen MAPE ve MAE değerlerini sonuçlarına göre), MAPE değerleri baz alındığında tüm örneklem için 2 asimptoti derecesine sahip E-GARCH(1,1) modelinin, SUB1 örneklemi için ARCH(2) modelinin, SUB2 için, 1 asimptoti derecesine sahip P-GARCH(1,1) modelinin son olarak SUB3 içinse 1 asimptoti derecesine sahip E-GARCH(0,3) modelinin performanslarının en iyi olduğu söylenebilir. Analizler sırasında, en az 2 ay (yaklaşık 60 gün) öncesine kadar modeller oluşturulmuş, tahminler ise kalan 2 aylık süre için hesaplanmıştır. Çalışmada gözlemlenen başka bir konuda özellikle kriz etkilerinin, yüksek oynaklığa sahip serilerde simetrik etkiler yaratmadıklarıdır. Bu durumun en güzel örneği 2008-09 arası dönemde yaşanan krizin petrol fiyatlarının oynaklığı üzerindeki etkisinin olduğudur. Bununla beraber, kriz etkilerini dikkate alan oynaklık modellerinin tahmin performanslarının da klasik modellere göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenen bir başka sonuç olmuştur. Bu metot içinde statik yaklaşım baz alınarak işlemler gerçekleştirilmiş ve yapılan analizler sonucunda, özellikle kriz dönemi ve sonrasında özel oynaklık modellerinin tahmin hatalarının en küçük olduğu gözlemlenmiştir[209].

Jin v.d. (2012), ham petrol piyasalarında oynaklıkların özelliklerini odaklanılırken iki adet hedef geliştirmişlerdir. i) WTI, Brent ve Dubai gösterge piyasalarında çokdeğişkenli koşullu oynaklık modellerinden faydalanarak oynaklık geçişkenlikleri araştırılması (Engle and Kroner (1995) 'in BEKK modeli), ii) Gelecek dönemin ufkuna yönelik olarak oynaklık geçiş mekanizmasını kullanarak koşullu oynaklık üzerinde yaşanan gelişmeleri analiz edebilmek adına Oynaklık Etki Tepki Fonksiyonlarından (bu yöntembilim Hafner and Herwartz (2006) tarafından geliştirilmiştir.) faydalanılmıştır. İki önemli şokun ardından Riske Maruz Değer hesaplamaları ile işlem yapan yatırımcılara risk yöneitmi, politik konularda ham petrol piyasasaya yönelik stratejik tahminler sunulmuştur. Oynaklık Etki Tepki

[209] Polat, ss. 76-80.

Fonksiyonları üç önemli sonuç göstermiştir. Birincisi, sadece geniş çaplı bir şokun (düşük bir olaslığın tayin edildiği) beklenen koşullu varyansı arttıracağını söylemek mümkündür. Örneğin, Dubai piyasasında %1'lik bir gerçekleşme olasılığına sahip bir şok gerçekleşmesi durumunda beklenen koşullu varyansı %2500 arttırdığı tespit edilmiştir. Tam aksine şokun gerçekleşme ihtimalinin %25 olarak tahmin edilmesi durumunda beklenen varyasnın %40 arttığı gözlenmiştir. İkinci olarak, olasılığın %30 değeri kritik olarak tanılanmış şokun etkisinin geçiş noktası olarak atanmıştır. Şokun olasılığının %30'un üzerinde olması küçük bir şokun normal piyasa şartlarında beklenen koşullu varyansın kademeli olarak arttığını göstermiştir. Bu sebeple, kritik geçiş noktası üzerinde olasılık atanan bir şokun artan oranda gelmesi durumunda etkisinin negatif etkiler yaşatacağının mümkün olduğu vurgulanmıştır. Üçüncü olarak, verilen bir şokun dinamikliğine ve büyüklüğüne bağlı olarak en yüksek hassasiyeti sergileyen ve haber etkisi en yüksek olan piyasa Dubai olduğu ve bu durumun Brent ve Dubai petrolünü referans olarak tayinlerken WTI ham petrolünün daha ABD yurtiçine yönelik bir yapıya kavuşturmasına yol açtığı tespit edilmiştir[210].

Wang ve Wu (2012), Temmuz 1992 ile Nisan 2011 döneminde petrol ve doğal gazın dahil edildiği enrji fiyatları oynaklıklarının modellenmesi ve MAE, MSE, HMAE, HMSE ve SPA performans analizleri ile en uygun oynaklık modelleme yöntemini tespit etmeye çalışmışlardır. Birinci aşamada tek değişkenli modeller tartışılmakta ve bulgular arasında standard GARCH(1,1), süreklilik katsayıları $\alpha + \beta$ bire yakın oluştuğu ve bu sebeple enerji fiyatlama süreçlerinde oynaklığın sürekliliği oldukça yüksek olduğu yer almaktadır. İkinci olarak, FIGARCH modelinde ksımi fark parametresi endüşük %10 seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur (0.266 to 0.757). Bu sonuçlar enerji fiyat oynaklıklarında uzun hafızanın varlığına işaret ettiği vurgulanmıştır. GARCH sınıfı modeler zaman aralığının %70'inde oynaklık aşırı tahminlemiştir[211].

Lv ve Shan (2012), bütün örneklem aralığı iki alt döneme ayrılmışır. Modellemenin örneklem içi dönemi 10 Ocak 1997 ile 27 Ekim 2006'yı kapsamaktadır (500 adet veri). Modellerin örneklem dışı performanslarını tespit

[210] Xiaoye Jin, s. 2133.
[211] Wang ve Wu, ss. 2170-2177.

etmek için ise 3 Kasım 2006 ve 2 Aralık 2011 dönemi tayin edilmiştir. Örneklem içi dönemine bir hafta daha ekleyerek örneklem periyodu ileriye doğru ötelenmiştir. Böylece gelecek haftaların model parametrelerinin tahminleri gerçekleştirilebilmiştir. Bu sayede oynaklık tahminlerinin çakışmadığı ifade edilmiştir. Normal dağılım varsayımı altında yedi GARCH sınıfı modelin hiçbirisi örneklem dışı kayıp fonksiyonlarına göre birbirlerine göre üstünlük sergilememiştir. Örneklem içi performans ölçümlerine göre, ortalama denkleminde ki tahmin parametresi istatistiki olarak anlamlı olarak bulunmuş ve bu durum doğal gaz getirilerinde belirgin bir uzun hafızanın olmadığının göstergesi olarak yorumlanmıştır. Kuyruk faktörü anlamlı belirgin olarak sıfırdan farklı olarak tespit edilmiş, bu verilerde şişman kuyruk dağılımına işaret etmektedir. İlk olarak standard GARCH (1.1) modeline göre, süreklilik tahmin parametresi olarak alfa+beta 0,9' a yakın olarak bulunmuştur. Bu durum spot ve vadeli işlem piyasada oynaklığın görece yüksek bir seviyede olduğunu gösterdiği ifade edilmiştir. İkinci olarak GJR modeline göre asimetri katsayısı gama istatistiki olarak anlamlı olmayıp aynı gama katsayısı EGARCH ve FIEGARCH modelleri içinde geçerlidir. Bu durumda vadeli işlem ve spot piyasada asimetrik bir oynaklıktan söz edilemeyeceği vurgulanmıştır. GARCH (1.1) 'in alfa + beta ve EGARCH alfa+beta+ gama/2 parametresi birim değerden daha düşüktür bu sebeple ikinci momentin varlığına dair koşulu ispatlar nitelikte olmuştur. Üçüncü olarak FIGARCH ve FIEGARCH modelinde ki duzun hafıza d parametresi %5 anlamlılık düzeyünde istatistiki olarak anlamlı olup sıfırdan farklıdır, bu durum oynaklık üzerinde uzun hafızanın varlığına işaret etmektedir**.** Ancak doğrusal GARCH sınıfı modeller (GARCH, RİSKMETRİCS, IGARCH) 6 adet kayıp fonksiyonu kriteri altında en iyi performansı sergilediği bulgular arasındadır. Bunun anlamı, piyasa katılımcıları açısından doğrusal modeller karmaşık doğrusal olmayan modellere göre doğal gazın spot piyasa fiyatı oynaklığının modellenmesinde daha iyi bir seçim olacağı yönünde bir durum sunmaktadır. Spot fiyatların Skewed student/t dağılımında GARCH sınıfı modeller ile faklı kayıp fonksiyonlarında yine hiçbir model birbirine üstün gelmediği bulgular arasındadır. Bir önceki normal dağılım analizlerinde olduğu gibi altı kayıp fonksiyonu içerisinde doğrusal modeller doğrusal olmayan GARCH sınıfı modellere göre daha iyi performans sergilediği vurgulanmıştır. Son olarak SPA testine yönelik GARCH-N ve GARCH-SKT

dağılımlarının öngörü performansları karşılaştırılmış ve Skewed student/t dağılımlı GARCH sınıfı modellerin normal dağılımlı GARCH sınıfı modellere göre tahminlemede daha doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu sebeple, yazarlara göre şişman kuyruk özelliğinin modellemelerde dikkate alınması tahmin performanslarının güçlendireceği yönündedir**.** Spot fiyat getirilerinin vadeli işlem getirilerden daha büyük bir standard sapmaya sahip olması spot piyasa fiyatlarının daha oynak olduğunu ve daha fazla fiyat değişiminin (maksimum-minimum) varlığına işaret ettiği vurgulanmıştır. Mantıki bir açıklama olarak yazarlara göre, soğuk kış ayları boyunca önceden gelişen doğal gaz talebi spot fiyatları daha yukarıya çıkarmaktadır. Bununla birlikte, piyasa katılımcıları soğuk kış ayalarını takip eden dönemde talebin denge seviyesine geri döneceğinin beklentisi içinde olduklarını aktarmışlardır. Böylece, vadeli işlem fiyatlarda ki artış spot fiyatlarda ki beklentilerden daha düşük olduğunu yansıttığına dair görüşlerini belirtmişlerdir. Bu sebeple vadeli işlem fiyatların spot fiyatlardan daha az oynak olmasına yol açtığı vurgulanmıştır[212].

Alterman (2012), kantitatif tekniklerden faydalanarak Kuzey Amerika ve Birleşik Krallık doğal gaz ve petrol fiyatları oynaklıkları 1997-2011 periyodu için analiz etmiştir. Şubat 1997- Mayıs 2011 dönemleri arasında doğal gaz ile petrol fiyatları oynaklığı arasında anlamlı bir korelasyona rastlanmamıştır. WTI serisi ile Henry Hub fiyatları arasında ise coğrafik ilişkilerden ötürü +0,13 gibi düşük bir korelasyon tespit edilmiştir. 1997-2011 dönemleri arasında üç ayrı dönemde WTI oynaklık serisinde artışlar yaşanmıştır. Bunlardan ilki, Şubat –Haziran Asya Finansal Krizini takiben gerileyen global talep ve hızla düşen fiyatlarla birlikte ve Nisan ile Haziran aylarında OPEC'in üretimin kısılacağına yönelik açıklamaları sonucunda oynaklık seviyesi %20'lerin üzerine yükselmiştir. Veri setine yönelik olarak yapılan kantitatif analizlerde, Henry Hub doğal gaz fiyatları oynaklıkları üzerinde mevsimsellik etkisinin varlığından tespit edilmiştir. Hesaplamalara göre oynaklık yılın son dönemlerinde, Ekim ve Kasım aylarında artış eğilimine girmektedir. İncelenen 14 yılın 11'inde Ekim ve Kasım ayları bütün yılın en yüksek oynaklıklarına sebep olduğu tespit edilmiştir. Yazarlara göre bunun sebebi, yıllık depolama döneminin sona ermesi ve doğal gaz stoklarının zirve yapmasıdır. Gelen

[212] Lv ve Shan, ss. 18-19.

kış mevsiminde talebi karşılayacak miktarda gaz mevcudu sınırlı olarak görülmekte ve aynı zamanda, gelecek seneler için kış aylarında hava şartlarının belirsiz olması aniden ve tahmin edilemeyecek şekilde olmasına yol açacağı beirtilmiştir. Doğal gaz piyasası katılımcıları beklentilerini oluştururken hava koşullarını ve arz seviyesini hesaba katmakta ve bu hesaplamaları doğası gereği belirsiz kılmaktadır. Böylece sabit arz ve belirsiz talep sezon sonuna doğru tükenen stoklar nedeniyle Ekim ve Kasım aylarında fiyatlarda önemli bir oynaklık yarattığı vurgulanmıştır[213].

Salisu, Fasanya (2012), üç safhada analizler sunmaktadır. İlk safhada petrol piyasasında oynaklığın varlığının tespitine dair öntestler yapılmıştır. Bunun için Engle (1982)'ın geliştirdiği ARCH-LM testi ile bazı tanımlayıcı istatistikler uygulanmıştır. İkinci safhada simetrik ve asimetrik oynaklık modelleri tahmin edilmektedir. Model seçim kriterleri olarak Schwarz Bilgi Kriteri, Hannan-Quinn Bilgi kriteri en uygun modelin seçiminde kullanılmıştır. Üçüncü safhada seçilen modellerin geçerliliğini sınamak üzere ARCH-LM testiyle tahmin sonrası analizler yapılmaktadır. Bu çalışmanın ana amacı petrolün günlük fiyatlarının 01-04-2000 ve 03-20-2012 dönemi itibariyle araştırılmasıdır. Petrol fiyatlarının oynaklığının modellenmesi için GARCH (1,1), GARCH_M (1,1) ve asimetrik modeller TGARCH (1,1) ve EGARCH (1,1) modelleri kullanılmıştır. Çalışma da ayrıca, global kriz öncesinde, esnasında ve sonrasında, modellerin ampirik sonuçlarının güçlü yönleri araştırılmaktadır. Global Finansal Krizi öncesinde esnasında ve sonrasında oynaklık modellerinin performansları bazı tutarsızlıklar sergilediği belirtilmiştir. Tüm gözlem içerisinde seride kaldıraç etkisine rastlanmış ve asimetrik modellerin simetrik modellere göre daha üstün performans sergiledikleri görülmüştür. Bunun anlamı, petrol piyasasında yatırımcılar haberlere tepki vermeketedir. Finansal kriz süresinde petrol fiyatlarında oynaklığın daha uzun süreli olduğu tespit edilmiştir[214].

Birinci ve ikinci en yakın vadeli vadeli işlem sözleşmeleri arasında ki farkın oynaklığı olarak tanımlanan esas (basis) oynaklık olarak tanımlanmaktadır[215]. Piyasa katılımcıları arasında spot piyasa fiyat risklerini vadeli işlem sözleşmelerini kullanarak korunma sağlamak isteyen birçok yatırımcı bulunmaktadır. Korunmacılar

[213] Alterman, ss. 19-34.
[214] Afees A. Salisu ve Ismail O. Fasanya, "Comparative Performance of Volatility Models for Oil Price**", International Journal of Energy Economics and Policy ,** Cilt: 2, Sayı: 3, 2012, s.168.
[215] Symeonidis ve diğerleri, s. 2657.

spot piyasa ile vadeli işlem piyasa fiyatları arasındaki farklar olarak tanımlanan baz riskine maruz kalmaktadır. Bu sebeple, korunmacılar için baz oynaklığının hesaplanması oldukça önemli olmaktadır[216].

Lv ve Shan (2013), 10 Ocak 1997 ve 27 Ekim 2006 tarihleri arasında Bollerslev (1986)'ın GARCH sınıfı modelleri şişman kuyruk ve uzun hafıza özelliklerinden faydalanarak doğal gazın fiyat oynaklıkları modellendiği çalışmasında normal dağılıma sahip Bollerslev (1986)'ın GARCH sınıfı modellerin performansları incelendiği zaman GJR ve EGARCH modellerinin baz oynaklığı tahmin etmede altı kayıp fonksiyonu kriterinin üçünde göre daha üstün bir performans sergilediğini söylemek mümkündür. R^2 log kriterine göre FIEGARCH modeli diğer asimetrik ve doğrusal modellere göre daha üstün performans sergilemiştir. Böylece doğrusal olmayan asimetrik etkiyi dikkate alan modellerin doğrusal Bollerslev (1986)'ın GARCH sınıfı modellere göre baz oynaklık tahminlemesinde kullaılmasının daha doğru olacağını söylemek mümkündür. Skewed student/t dağılımını dikkate alarak örneklem dışı kayıp fonksiyonlarına göre GJRGARCH modeli diğer modellere göre daha üstün bir performans sunarken normal dağılıma göre elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak doğrusal olmayan GARCH sınıfı modellerinin doğrusallığı kabul edilen modellere göre daha üstün olarak bulunmuştur. Mantıklı bir açıklama yapmak gerekirse pozitif baz riski (backwardasyon) ve negatif baz riski (kontango) farklı belirleyicilere sahiptir. Doğrusal olmayan asimetrik etkiyi model yapılarında barındıran Bollerslev (1986)'ın GARCH sınıfı modelleri doğrusal modellere göre doğal gaz fiyatlarında ki oynaklıkları daha iyi yakalamakta ve tahmin edebilmektedir. Bu modeller, spekülatörler ve gürültücü anlık işlem yapanlar (noisy traders) için ve risk yöneticileri açısından daha uygundurlar[217].

[216] Lv ve Shan, s. 23.
[217] Lv ve Shan, s. 23.

II. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARININ TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERİ

WTI (West Texas Intermediate) ham petrol ve Henry Hub doğal gaz fiyat serilerinin birlikte çalışmaya konu edilmesindeki en önemli etken bugün halen yeyüzünde kömür ile birlikte sanayii, konut ve ulaşım gibi her ülkenin merkezi ekonomik karar birimlerince yoğun bir şekilde talep ediliyor olması ve gelişen teknoloji ile birlikte birbirlerine dönüşüm oranı ve fiyat belirleme mekanizmalarında pozitif korelasyona sahip olmalarıdır. 02.01.2009 – 28-04-2014 dönem aralığının tercih edilmesindeki ana etmenler dünya merkez bankalarının bilhassa FED'in parasal genişlemeye yönelik para politikası sonucu 2008 finansal krizinin etkilerinin aşılmaya çalışıldığı bir dönem olması ve bu enerji emtialarının özellikle 2000 yılından sonra finansal ürün yapısına bürünmesi, yatırımcıların büyük pozisyonlarda korunmasız şekilde ciddi risklere maruz kalmaları sebebiyle fiyatların yeniden artış eğilimine geçtiği ve seri üzerindende görüleceği üzere 2013 sonlarından itibaren oldukça oynak yapıya sahip olmaları bu dönem aralığının incelenmesinde etken rol oynamıştır.

Kapanış fiyatları üzerinden günlük getiriler $R_t = \ln (P_t / P_{t-1})$ formülü (logaritmik birinci dereceden fark) kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde R_t günlük getiriyi, P_t t dönemi ve P_{t-1} ise t-1 dönemi için petrol ve doğal gaz kapanış fiyatlarını göstermektedir. Petrol ve doğal gaz getiri serilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2: Doğal Gaz (Henry Hub) ve Ham Petrol (WTI) Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler: 02.01.2009-28.04.2014.

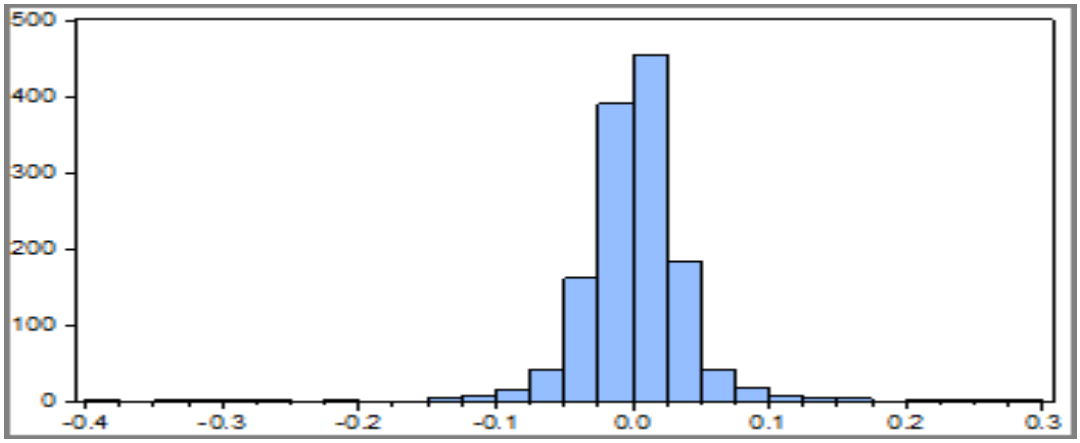
	Henry Hub	**WTI**
GÖZLEM SAYSI	1330	1330
ORTALAMA	0,0009	0,0006
STANDART SAPMA	0,04329	0,0226
Minimum	-0,39069	-0,1274
Maksimum	0.27843	0.1329
Çarpıklık	0.0502	0.075
Aşırı Basıklık	4,8460	5,0470
JARQUE BERA(olasılık)	18675.26(0.00)	57.859(0.00)
Q(20)(prob)	20,2160(0.128)*	19.968(0.029)

Not:Jarque -Bera istatistiği Null Hipotezinde getiri örneklem dağılımının normalitesini test eder. *Q(20) ise getiri serisinin Ljung -Box ının 20. dereceden otokorelasyonunu ölçmektedir.

Tablo 2'ye göre doğal gaz getiri serisinin oynaklık düzeyini gösteren standart sapma değeri 0,0432 olarak hesaplanmıştır. En büyük düşmeyi gösteren minimum değeri -0,3906 iken en büyük artışı gösteren maksimum değeri 0,2784 olarak bulunmuştur. Serinin normal dağılım özelliği çarpıklık ve basıklık katsayıları yanında bunlardan türetilen Jarque-Bera test istatistiği yardımıyla belirlenmektedir. Normal dağılım, simetrik özellik gösterdiğinden çarpıklık değeri 0, basıklık değerinin ise 3 olması beklenir. Ancak doğal gaz getiri serisi 0,052 değeriyle pozitif çarpık ve dolayısıyla asimetrik olup 4,8460 değeriyle aşırı basık özellik göstermektedir. Dolayısıyla getiri serisi sivri dağılıma sahip olduğundan şişman kuyruk (fat tail) sorunu bulunmaktadır. Jarque-Bera test istatistiği de getiri serisinin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir. Bu durum Tablo 3'te görülen histogram aracılığıyla da anlaşılmaktadır. Ljung -Box test istatistiğine göre 20 gecikmede bütün petrol ve doğal gaz getirilerinde hata terimleri arasında geçmişte yaşanan şoklara yönelik bağımlılık sönümlenmektedir. Seriler üzerinde finansal piyasalarda negatif sokların daha etkin olduğunu gözönünde bulunduraak olursak OPEC gibi üreticilerden gelecek arza yönelik kısıtlayıcı haberler ile OECD ve OECD ülkelerin dışından gelecek talebe yönelik gerilemeler

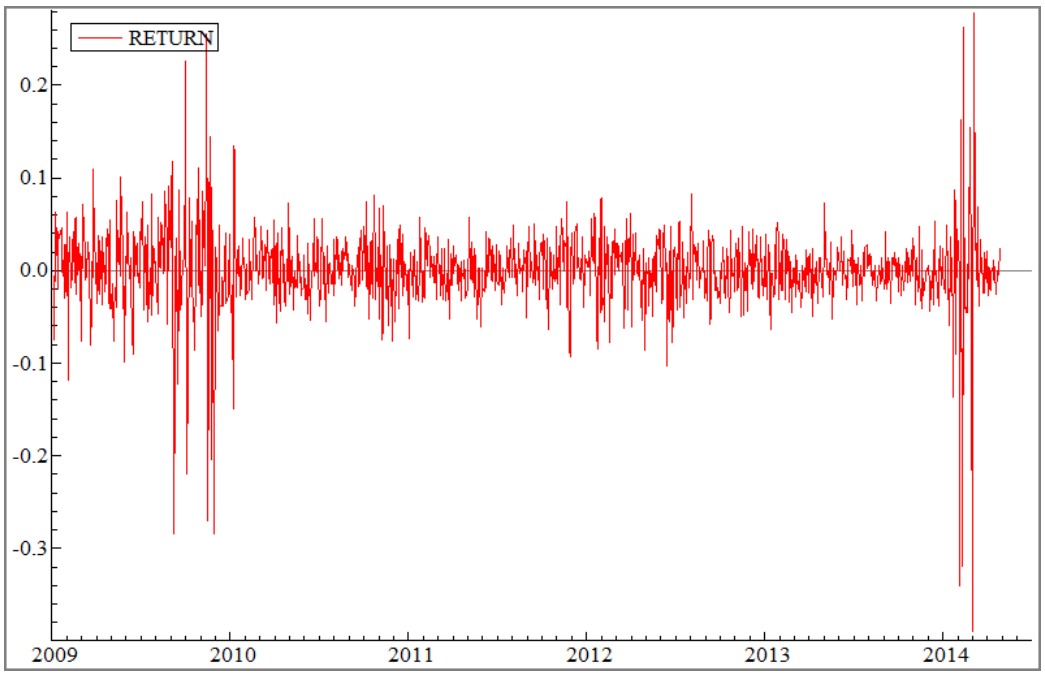
şişman kuyruklu yapının etkisiyle fiyat ve getiri serilerinde ciddi dalgalanma ve oynaklıklara yol açacaktır.

Grafik 4: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Histogramı



Doğal gaz getiri serisinin grafiği Grafik 4'te gösterilmektedir. Getiri serisi grafiğinden de anlaşılacağı üzere doğal gaz getiri serisi mevsimsel dalgalanma gösterir niteliktedir. Bunun sebebinin büyüme beklentilerinin pozitife döndüğü ve ABD, Çin, Hindistan, AB gibi sanayii talebinin arttığı ve hanehalkının konut ve sanayii de ısınma faaliyetlerinin yükselme eğilimine girdiği soğuk aylarda mevsimsel dalgalanma olduğu söylenebilir.

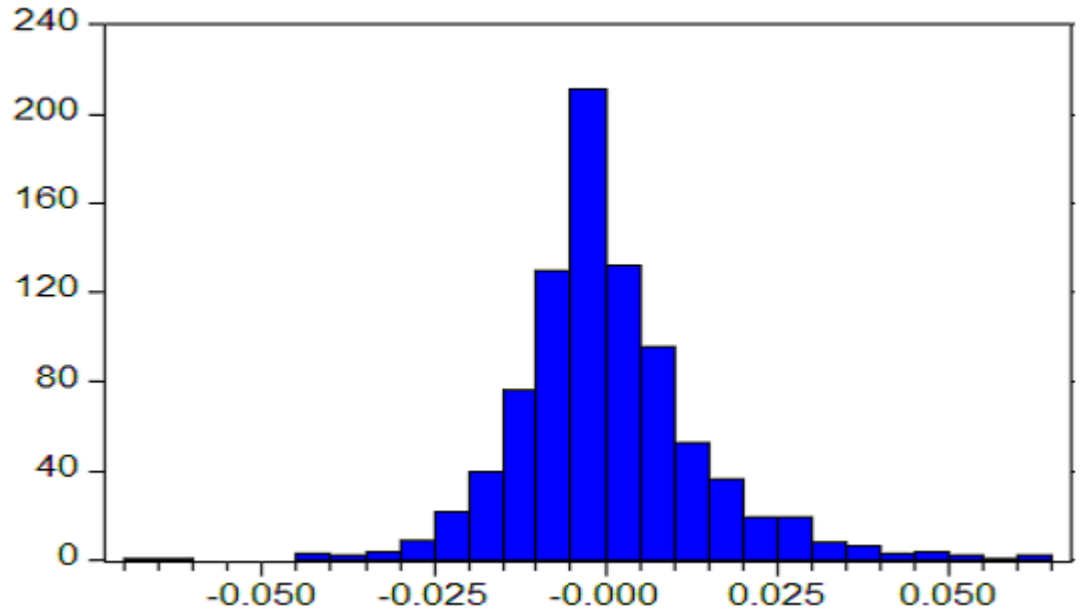
Grafik 5: 02.01.2009- 28.04.2014 WTI Getiri Serisi Grafiği



Tablo 2'ye göre petrol getiri serisinin oynaklık düzeyini gösteren standart sapma değeri 0,0226 olarak hesaplanmıştır. En büyük düşmeyi gösteren minimum değeri -0,01274 iken en büyük artışı gösteren maksimum değeri 0,1348 olarak bulunmuştur. Serinin normal dağılım özelliği çarpıklık ve basıklık katsayıları yanında bunlardan türetilen Jarque-Bera test istatistiği yardımıyla belirlenmektedir. Normal dağılım, simetrik özellik gösterdiğinden çarpıklık değeri 0, basıklık değerinin ise 3 olması beklenir. Ancak, petrol getiri serisi 0,075 değeriyle pozitif çarpık ve dolayısıyla asimetrik olup 5,0470 değeriyle aşırı basık özellik göstermektedir. Dolayısıyla getiriserisi sivri dağılıma sahip olduğundan şişman kuyruk (fat tail) sorunu bulunmaktadır. Jarque-Bera test istatistiği de getiri serisinin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir. Bu durum Grafik 4'te görülen histogram aracılığıyla da anlaşılmaktadır. Ljung -Box test istatistiğine göre 20 gecikmede bütün petrol ve doğal gaz getirilerinde hata terimleri arasında geçmişte yaşanan şoklara yönelik bağımlılık sönümlenmektedir. Seriler üzerinde finansal piyasalarda negatif şokların daha etkin olduğunu gözönünde bulunduracak olursak Amerika, Orta Doğu ve Hazar bölgesindeki gibi üreticilerden gelecek arza yönelik kısıtlayıcı haberler ve siyasi gerilmelerden kaynaklı yatırım ve güvenlik azalışları

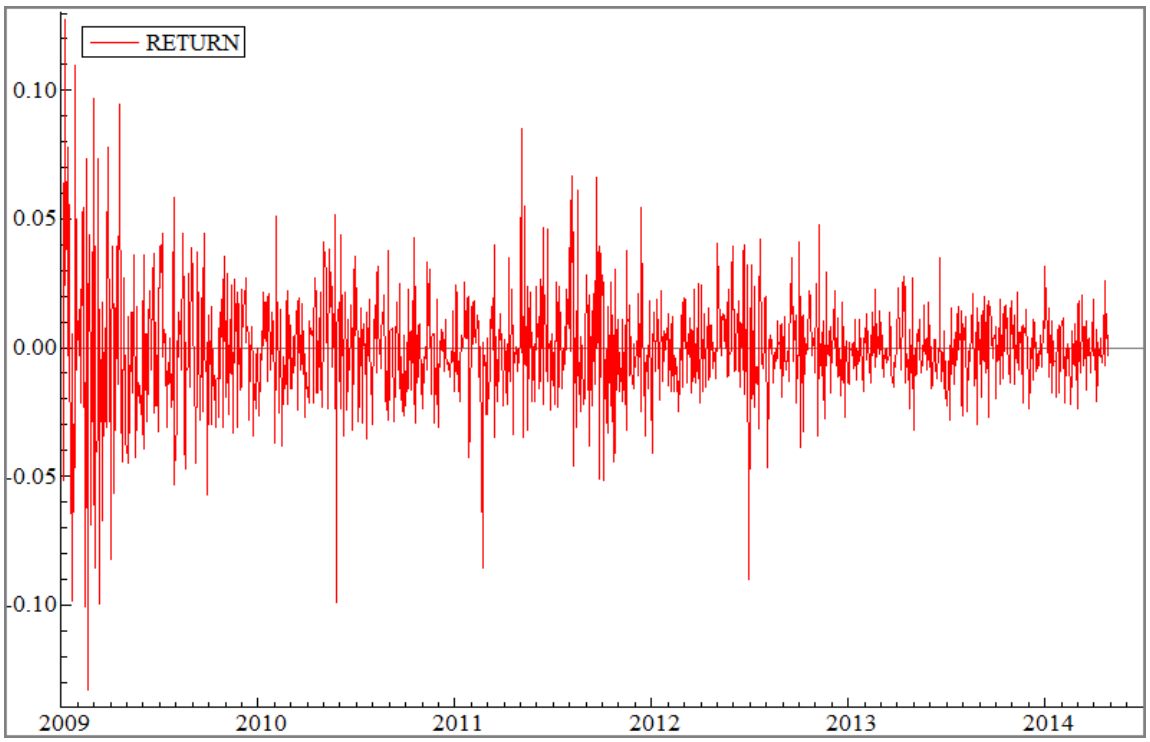
OECD ve OECD ülkelerin dışından gelecek talebe yönelik daralmalar ve büyüme rakamlarında ki olumsuz gelişmeler şişman kuyruklu yapının etkisiyle fiyat ve getiri serilerinde ciddi dalgalanma ve oynaklıklara yol açacaktır.

Grafik 6: 02.01.20109-28.04.2014 WTI Getiri Serisi Histogramı



Petrol getiri serisinin grafiği Grafik 7'de gösterilmektedir. Getiri serisi grafiğinden de anlaşılacağı üzere petrol getiri serisi mevsimsel dalgalanma gösterir niteliktedir. Bunun sebebinin büyüme beklentilerinin pozitife döndüğü ve ABD, Çin, Hindistan, AB gibi ülkelerde ve topluluklarda seyahat dönemini takiben ulaşım da mevsimsel dalgalanma olduğu söylenebilir.

Grafik 7: 02.01.2009–28.04.2014 WTI Serisi Grafiği



III. HAM PETROL VE DOĞAL GAZ FİYATLARINA YÖNELİK OYNAKLIK MODELLEMESİ

Dinamik öngörüde belirlenen takvim periyodunda elde edilen model parametreleri kullanılarak öngörüler yapılmaktadır. Dolayısıyla parametreler yalnızca bir kere tahmin edilmekte ve elde edilen bu bilgi setine dayanılarak öngörüler oluşturulmaktadır. Bu tip öngörü yönteminin en önemli sakıncası dönem uzadıkça yapılan öngörülerin uzun dönem varyansına yani koşulsuz varyansa yaklaşmasıdır. Bu sakıncayı gidermek için ortaya konabilecek alternatif yöntem kayan pencere (rolling window) öngörü yöntemini kullanmaktır. Bu yöntemde gözlem sayısı aynı kalmak koşuluyla her defasında ilk gözlem düşülerek öngörülen ilk veri örnekleme dahil edilir. Oynaklık modellerinin karşılaştırılması ve öngörü performansların değerlendirilmesi konusunda literatürde bir uzlaşı sağlanamamıştır. Bu konuda en önemli zorluk oynaklığın direkt olarak gözlenememesidir. Herhangi bir modelin diğerinden daha iyi sonuçlar verdiğini söyleyebilmek için bütün

modelleri karşılaştırabileceğimiz bir araç bulmak zordur. Bu amaçla, ilgili literatürde değişik modeller kullanılmaktadır[218].

Çalışmada kullanılan ve tahmin edilen modelin parametrelerinin doğru tanımlanıp tanımlanmadığının incelenmesinde kullanılan diğer diagnostik testler Jarque Bera testi, otoregresif değişen varyans için Engle (1982)'ın ARCH-LM testi, otokorelasyon için Box Pierce Q test istatistiği ve parametrelerin kararlılığı için Nyblom[219] (1989)'un Nyblom testidir. Bunların sonucunda, sıfır hipotezinin reddedilmemesi, yani test istatistiği değerinin anlamsız olması durumunda tahmin edilen modelin doğru tanımlandığı söylenebilir.

[218] Cüneyt Akar, "Volatilite Modellerinin Öngörü Performanslari: ARCH, GARCH, SWARCH Karşılaştırması", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt:8, Sayı:2, 2007, ss.9-10.
[219] Nyblom, Jukka "Testing for the Constancy of Parameters Over Time" **Journal of the American Statistical Association**, Cilt: 84, s.85,1989.

Tablo 3: 02.01.2009-28.04.2014 WTI Analiz Sonuçları

	GARCH (GED)	***IGARCH (GED)***	***GJRGARCH (GED)***	***EGARCH (GED)***	***FIAPARCH -BBM (SST)***	***FIGARCH -BBM (GED)***
ω	*0.128(0.08) [0.97]*	*0.030(0.17) [0.22]*	*0.093(0.10) [0.95]*	*0.035(0.94) [1.04]*	*0.000(1.00) [0.67]*	*0.039 (0.44) [0.16]*
α	*0.725(0.00)]0.51]*	*0.082(0.00) [0.14]*	*0.094(0.00) [0.55]*	*0.087(0.00) [3.92]*		
β	*0.915(0.00)]0.68]*	*0.917(0.00)*	*0.932(0.00) [0.68]*	*0.999(0.00) [0.04]*	*0.685 (0.00) [0.13]*	*0.776 (0.00) [0.36]*
γ1			*-0.074(0.00) [0.51]*	*0.020(0.24) [0.34]*	*-0.436(0.00) [0.40]*	*0*
γ2				*0.323(0.00) [2.67]*		
δ					*1.841(0.00) [0.00]*	*2*
φ1					*0.546 (0.00) [0.68]*	*0.606(0.00) [0.24]*
φ2						
d					*0.308(0.00) [0.07]*	*0.384(00) [0.08]*
Log(L)	2619	3193	2616	2580	3217	3258
AIC	-4.194	-5.133	-4.203	-4.130	-5.162	-5.152
Schwarz	-5.148	-5.07	-4.154	*-4.043*	-5.084	-5.082
ARCH	1.635*(0.09)* (1)	1.073 *(0.37)* (5)	1.155*(0.11)* (1)	*1.2419(0.28) (1)*	0.443(0.92) (5)	0.573(0.80) (1)
Q	4.774(0.31) (5)	36.973*(0.60) (10)*	57.304 *(0.08) (10)*	*50.763(0.74) (5)*	36.956.(897) (10)	35.736(0.66) (5)
Q^2	6.779(*0.07)* (5)	*50.134(0.38) (5)*	5.572(0.13) (10)	*88.862(0.003) (5)*	40.589 (0.76) (10)	29.261(0.98) (5)

Not: FIAPARCH ve FIGARCH modellerine yönelik Oxmetrics kendi yapısı içerisinde, ***α*** parametresi, ***β*** GARCH parametresi içerisinde yer almaktadır. Ayrıntılı bilgi için: http://www.doornik.com/oxmetrics.html/help, (27.06.2014). Köşeli parantez içerisindeki istatistikler Nyblom istikrar testine yöneliktir.

α => EGARCH ve GJRGARCH modellerinde formül itibariyle yorumlamak gerekirse, u_{t-1} 'in pozitif veya negatif bir şoka bağlı olarak oynaklık üzerinde etkisinden bahsedilebilir. Model tahminlerinde GJRGARCH yapısı içerisinde α = 0,094 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (0,094 + 0,093) formülü itibariyle 0,146 dönem süreklilik (persistence) gösteren pozitif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (-0,074) oynaklık üzerinde azaltıcı etki yaratması beklenirken, EGARCH yapısı içerisinde α = 0,087 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-

) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (0,087 + 0,099) formülü itibariyle 0,145 dönem süreklilik (persistence) gösteren pozitif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (0,020) oynaklık üzerinde arttırıcı etki yaratırken ikinci bir şokun yine γ_2 katsayısına bağlı olarak (0,032) pozitif olması halinde oynaklığı arttırıcı etkiler yaratmaktadır.

ß => GARCH, IGARCH, GJRGARCH, FIAPARCH modellerinde ß parametresi 1'e yakın bulunmuştur. Bu seriler üzerinde yüksek dereceden oynaklığın varlığına işaret etmektedir. ß parametresi GARCH katsayısının <1 olması şokların sönümlendiği anlamına gelmektedir. $-0,5 < d < 0,5$ arasında bir değer olması serinin kovaryans durağanlığını gösterirken mean revertion yani ortalamaya dönme eğilimi vardır.(w>0 ve prob değeri anlamlı bulunmuştur.)

γ_1, γ_2 => GJRGARCH, EGARCH, FIAPARCH modellerinde yer alan kaldıraç etkisi katsayısı γ_1 %5 anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı bulunmuştur. Bu WTI serisi üzerinde negatif ve pozitif haberlerin yarattığı etkiye bağlı olarak oynaklık üzerinde kaldıraç etkisinin varlığından söz etmeyi mümkün kılmaktadır. EGARCH modeli için γ_1 ve $\gamma_2 > 0$ (0,020 ve 0,323) olarak bulunması geçmişte yaşanan pozitif bir şokun (iyi haber) negatif bir şoka oranla oyanklığı daha fazla arttırdığını söylemek mümkündür. GJRGARCH ve FIAPARCH modelleri için $\gamma_1<0$ (-0,074 ve -0,436) ise u_{t-1}^{+} veya u_{t-1}^{-} olmasına bağlı olarak, (+) veya (-) olarak aldığı değerlere göre γ_1 (-) değer almasından ötürü oynaklığı azaltıcı veya arttırıcı etkilerde bulunacaktır.

δ => İlk olarak Ding, Granger ve Engel tarafından bulunduğundan bahsetmiştik. Bu yazarların çalışmalarında, asimetrik ve kuyruklu yapının varlığı halinde, ikiden farklı üssel dönüşümlerin kullanılması tavsiye edilmiştir. Burada da Tse'nin geliştirdiği modelde δ parametresi ile $(1-L)^d$ zaman serisi üzerindeki hafızayı yorumlarken, $(|u_t| - \gamma|u_t|)^{\delta}$ ile şokun hafızası gösterilmektedir. Şokun uzun hafızalı mı yoksa kısa hafızalı mı olduğu yorumlanmaktadır. Kaldıraç etkisinin uzun hafızadan mı kısa hafızadan mı kaynaklandığını ifade etmek mümkündür.

Ayrıca şunu da belirtmekte fayda var ki, $\gamma=0$ ve $\delta=2$ olması durumunda FIAPARCH modeli FIGARCH modeline dönüşecektir. Modelimizde $\delta < 2$ olarak bulunmuştur. Serinin modellenmesinde koşullu varyans yerine standard sapma ile modellenmesi daha doğru olacaktır. WTI ham petrol serisinin %5 anlamlılık

düzeyinde δ > 1 olması, hiperbolik bir şok sönümlenmesine maruz kaldığını ve kaldıraç etkisinin ɣ = -0.436 negatif şokların etkinliğinin uzun hafızadan kaynaklandığını göstermektedir. Bu negatif etki serinin üzerinden kalklamayan bir geçiş şoku göstermektedir. Analiz dönemi kapsamında yer almasa da Irak savaşı ve 2007/2008 finansal krizinin bu ilk etkiyi yarattığını söylemek mümkündür.

d => kısmi entegrasyon parametresi olan d'nin katsayıları incelendiği zaman FIGARCH ve FIAPARCH modellerinde, 0,308 ve 0,384 aralığında bulunmuştur. Bu seri üzerinde uzun hafızalı oynaklık etkisinden söz etmenin mümkün olduğunu, gelen şokların d<1 olması sebebiyle kalıcı olmadığını üssel bir hareketten söz edilebileceğine ve bu uzun dönem bağlılığının varlığını patlayan süreç, yani WTI ham petrol fiyatlarının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu ispatlamaktadır. d < 0,5 olması uzun hafızalı serinin 2010 yılının başlangıcından bu yana yaşanmış ciddi dalgalanmanın etkisi seri üzerinde devamlılık göstrmiştir. Bu etkinin ana kaynağı olarak, ABD Merkez Bankasının (Federal Reserve Bank) parasal genişleme kararı sonrasında petrolün parite itibariyle paydasında ABD Dolarını barındırması ve kur savaşlarına giden süreçte Doların başta Euro olmak üzere bütün para birimlerine karşı değer kaybetmesini takiben piyasalarda dalgalnmalar baş göstermiştir.

Burada Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen in kısmi durağanlık kavramını koşullu varyansa uygulayarak, kısmi entegre GARCH (FIGARCH) modelini geliştirmişlerdir. Modele göre şokların üssel bir oranda azalarak kaybolduğu I(0) zaman serisine göre veya mean revortion olmadığı I(1) zaman serisine karşın , oynaklığın kısmi fark (uzun dönem etki) parametresi 0<d<1 arasında olmaktadır ve şoklar yavaş ve hiperbolik olarak sönümlenmektedir. Bu nedenle kısmi entegre modeller yüksek oynaklık ve şok dönemlerindeki uzun süreli etkiyi içeren uzun hafıza modelleridir. Modelde uzun dönem oynaklık dinamiklerini kısmi entegre parametresi d ile kısa dönem dinamikleri ise geleneksel ARCH parametresi ile yorumlanmaktadır. 0<d<1 ise kısmi entegre parametresi ile süreklilik aralığına karşı esneklik sağlamaktadır.

Ljung-Box (standard ve squared) istatistiğine göre hata terimlerinde 20 gecikme için bütün modellerde prob değerinin %95 güven düzeyinde (0,05 değerinden yüksek) yer almış olması, hata terimlerinin gecikmeli değerleri arasında otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmektedir. Modelin hata terimlerinde kalan

ARCH etkisinin varlığı tekrar ARCH-LM testi ile araştırılmış ve hesaplanan değerler %95 güven düzeyinde 0,05 değerinden küçük bulunduğu için seride bütün modeller için ARCH etkisinin giderildiğine karar verilmiştir.

Tablo 4: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub Analiz Sonuçları

	GARCH (GED)	***IGARCH (GED)***	***GJRGARCH (SST)***	***EGARCH (SST)***	***FIAPARCH -BBM (SST)***	***FIGARCH -BBM (SST)***
ω	*0.155(0.09) [0.97]*	*0.086(0.09) [0.22]*	*0.115(0.12) [0.91]*	*0.000 (1.000) [0.91]*	*2.409(0.53) [0.67]*	*0.114(0.31) [0.84]*
α	*0.070(0.00) [0.58]*	*0.083(0.00) [0.14]*	*0.100(0.00) [0.56]*	*-0.06 (0.43) [0.56]*		
β	*0.914(0.00) [0.74]*	*0.091(0.00)*	*0.92(0.00) [0.71]*	*0.999 (0.000) [0.71]*	*0.917(0.00) [0.13]*	*-0.198 (0.49) [0.36]*
γ1			*-0.769(0.00) [0.57]*	*0.033(0.13) [0.57]*	*-0.516(0.09) [0.40]*	*0*
γ2				*0.313 (0.00) [0.11]*		
δ					*1.206(0.00) [0.68]*	*2*
φ1					*0.070(0.50) [0.09]*	*0.119(0.55) [0.24]*
φ2						
d					*0.917(0.00) [0.07]*	*0.891(0.00) [0.16]*
Log(L)	*2609*	*2592*	*2599*	*2552*	*2632*	*1239*
AIC	*-4.192*	*-4.175*	*-4.182*	*-4.107*	*-4.216*	*-4.204*
Schwarz	*-4.071*	*-4.089*	*-4.068*	*-4.005*	*-4.134*	*-4.129*
ARCH	*1.719(0.07) (1)*	*1.787(0.058) (1)*	*1.213(0.29) (5)*	*0.062 (0.05) (5)*	*1.615(0.09) (5)*	*1.263(0.24) (5)*
Q	*55.472(0.11) (5)*	*25.315(0.00) (5)*	*22.556(0.00 (10))*	*22.456 (0.00) (10)*	*51.332(0.10) (10)*	*49.580(0.14) (10)*
Q^2	*7.517(0.05) (5)*	*8.269(0.00) (5)*	*7.476(0.05) (10)*	*88.105(0.00) (5)*	*7.952(0.04) (5)*	*13.425(0.09) (10)*

Not: FIAPARCH ve FIGARCH modellerine yönelik Oxmetrics kendi yapısı içerisinde, ***α*** parametresi, ***β*** GARCH parametresi içerisinde yer almaktadır. Ayrıntılı bilgi için: http://www.doornik.com/oxmetrics.html/help, (27.06.2014). Köşeli parantez içerisindeki istatistikler Nyblom istikrar testine yöneliktir.

α => EGARCH ve GJRGARCH modellerinde formül itibariyle yorumlamak gerekirse, u_{t-1} 'in pozitif veya negatif bir şoka bağlı olarak oynaklık üzerinde etkisinden bahsedilebilir. Model tahminlerinde GJRGARCH yapısı içerisinde α = 0,10 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-) olması durumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (0,10 + 0,92) formülü itibariyle 0,290 dönem süreklilik (persistence) gösteren pozitif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (-0,769) oynaklık üzerinde azaltıcı etki yaratması beklenirken, EGARCH yapısı içerisinde α = -0,06 olarak bulunmuştur. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (-0,06 + 0,099) formülü itibariyle üreklilik (persistence) gösteren hesaplanamayacaktır. Ancak pozitif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (0.033) oynaklık üzerinde arttırıcı etki yaratırken ikinci bir şokun yine γ_2 katsayısına bağlı olarak (0.032) pozitif olması halinde oynaklığı arttırıcı etkiler yarattığı söylenebilecektir.

ß => GARCH, IGARCH, GJRGARCH, FIAPARCH modellerinde ß parametresi 1'e yakın bulunmuştur. Bu seriler üzerinde yüksek dereceden oynaklığın varlığına işaret etmektedir. ß parametresi GARCH katsayısının <1 olması şokların sönümlendiği anlamına gelmektedir. -0,5 < d < 0,5 arasında bir değer olması serinin kovaryans durağanlığını gösterirken mean revertion yani ortalamaya dönme eğilimi vardır.(w>0 ve prob değeri anlamlı bulunmuştur.)

γ_1, γ_2 => GJRGARCH, EGARCH, FIAPARCH modellerinde yer alan kaldıraç etkisi katsayısı γ_1 %5 anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı bulunmuştur. Bu Henry Hub doğal gaz serisi üzerinde negatif ve pozitif haberlerin yarattığı etkiye bağlı olarak oynaklık üzerinde kaldıraç etkisinin varlığından söz etmeyi mümkün kılmaktadır. EGARCH modeli için γ_1 ve $\gamma_2 > 0$ (0.033 ve 0.313) olarak bulunması geçmişte yaşanan pozitif bir şokun (iyi haber) negatif bir şoka oranla oyanklığı daha fazla arttırdığını söylemek mümkündür. GJRGARCH ve FIAPARCH modelleri için $\gamma_1<0$ (-0,076 ve -0,516) ise u_{t-1}^{+} veya u_{t-1}^{-} olmasına bağlı olarak, (+) veya (-) olarak aldığı değerlere göre γ_1 (-) değer almasından ötürü oynaklığı azaltıcı veya arttırıcı etkilerde bulunacaktır.

δ => Modelimizde FIAPARCH δ < 2 olarak bulunmuştur. Serinin modellenmesinde koşullu varyans yerine standard sapma ile modellenmesi daha

doğru olacaktır. Henry Hub doğal gaz serisinin %5 anlamlılık düzeyinde $\delta > 1$ olması, hiperbolik bir şok sönümlenmesine maruz kaldığını ve kaldıraç etkisinin $\gamma = -0.516$ negatif şokların etkinliğinin uzun hafızadan kaynaklandığını göstermektedir.

d => Kısmi entegrasyon parametresi olan d'nin katsayıları incelendiği zaman FIGARCH ve FIAPARCH modellerinde, 0,917 ve 0,891 aralığında bulunmuştur. Bu seri üzerinde uzun hafızalı oynaklık etkisinden söz etmenin mümkün olduğunu, gelen şokların d<1 olması sebebiyle kalıcı olmadığını üssel bir hareketten söz edilebileceğine ve bu uzun dönem bağlılığının varlığını patlayan süreç, yani Henry Hub doğal gaz fiyatlarının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu ispatlamaktadır. 2009 sonlarına denkleyen dönemde Rusya'nın Avrupa Birliği üye ve ülkelerini doğal gaz vanalarını kış aylarında kapatmakla tehdit ettiği dönem sonrasında getiri serisinde yaşanan dalgalanmanın etkisiyle birlikte d parametresi bize bu negatif şokun sönümlenme eğiliminde olduğunu ancak ARCH-LM ve Box Jenkins istatatistiklerinin bu denli büyük bir etkinin varlığının seri üzerinde ortalamaya dönem eğilimini yavaşlattığını göstermektedir.

Ljung-Box (standard ve squared) istatistiğine göre hata terimlerinde 20 gecikme için bütün modellerde prob değerinin %95 güven düzeyinde (0.05 değerinden yüksek) yer almış olması, hata terimlerinin gecikmeli değerleri arasında otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmketedir. Modelin hata terimlerinde kalan ARCH etkisinin varlığı tekrar ARCH-LM testi ile araştırılmış ve hesaplanan değerler %95 güven düzeyinde 0.05 değerinden küçük bulunduğu için seride EGARCH ve % 90 güven aralığında FIAPARCH ve FIGARCH modelleri için ARCH etkisinin giderildiğine karar verilmiştir.

IV. OYNAKLIK MODELLERİNİN PERFORMANS ANALİZLERİ VE KAYIP FONKSIYONLARI

Oynaklık genellikle zamana bağlı olarak değişkenlik gösterirken zamana bağlı olarak belirgin değişimler gösteren parametrelerin varlığı petrol ve doğal gaz fiyat oynaklığının en uygun model yardımıyla seçilmesi gerekliliğini doğurmaktadır.

Bu sebeple bütün mevcut verileri kullanarak genelleştirilmiş bir model tespit etmek yanlış çıkarımlara sebep olacaktır[220].

Clive W.J. Granger, 2003 Nobel ekonomi ödüllü yazar, örnekleme uygunluğu yerine seçilecek modelin tahmin performansının seçim kriterine taban oluşturması gerektiğini belirtmiştir. Bu sebeple farklı GARCH sınıfı modellerin örneklem dışı tahmin performanslarına güvenmemiz gerektiğine vurgu yapmıştır.

Tahminlerin değerlendirilmesi tahmin uygulamalarında anahtar bir rol üstlenmektedir. Popüler uygulamalardan birtanesi de farklı tahmin modelleriniden en düşük kayıp fonksiyon istatistiğine sahip olanı seçmektir. Bununla birlikte Bollerslev, Engle ve Nelson(1994) ve Lopez(2001) in belirttiği gibi bu rakip modelerin kaliteli bir şekilde değerlemeye tabii tutulması biraz güç olup birçok farklı kriter içermektedir.

Birçok araştırmacı en son kullanıcının karşılaştığı kayıp fonksiyonunun ortalamasının oynaklık tahminlerinde kullanılmasını önemini belirtmiştir. Örneğin Egle, Hong, Kane ve Noh(1993) ve West , Edison ve Cho (1993) oynaklık tahminlerinin değerlemesinin kar bazlı ve fayda bazlı değerlemeye tabii tutulmasını önermişlerdir. Fakat böylesine bir kayıp fonksiyonu tanımlamak yatırımcıların kişisel tercihlerinin belirsizliği ve gözlemlenemez olmasından ötürü pek mümkün olamamaktadır. Bu aşamadan sonra literatürde bazı istatistiksel kayıp fonksiyonlarına odaklanılmıştır**.**

Tahminlerin doğru değerlendirilmesinde oldukça geniş kapsamlı standart kayıp fonksiyonları mevcuttur. Kayıp fonksiyonları gerçekleşen ile tahmin edilen değerler arasında farklar oluşması durumunda bir değer atanılabilecektir. Bu sebeple tahmin değerlendirmelerinde temel amaç beklenen kayıbı minimize etmektir. Kayıp fonksiyonlarının karşılaştırmalı tahmin performanslarının sabit olmaması sebebiyle (Örneğin, mean square forecast error kayıp fonksiyonu extreme değerlere daha duyarlıdır. Kolektif bir kayıp fonksiyonları değerlemesi en iyi modelin belirlenmesinde gerekli olmaktadır). MSE ve MAE tahminlerin değerlendirilmesinde ençok başvurulan modellerdendir[221].

[220] Salisu ve Fasanya,s.167
[221] Cheong, s. 2349

Bu çalışmada tek bir en iyi ve en etkin kayıp fonksiyonunu seçmek yerine 2 adet kayıp fonksiyonu oluşturulmuş en düşük değerlerin yer aldığı modeler tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Mean Squared Error (MSE): İstatistikte tahmin edilen doğru bir değer ile bir tahmin edici tarafından verilen değerlerin arasındaki farkı ortaya çıkarmak adına kullanılmaktdır. MSE hataların kayıplarının karesine veya kuadratik kayıplarına ilişkin olarak beklenen değere yönelik bir risk fonksiyonudur. Tahmincinin verdiği değerle tahmin edilen değer arasındaki miktar farkı rassallıktan kaynaklanmaktadır. MSE hata terimelerinin ikinci momenti olup (orijine göre) tahmincinin üretmiş olduğu varyans ile yine varyansın sapmalarını ilişkilendirir. MSE aşağıdaki formüldeki gibi hesaplanmaktadır[222].

$P^{-1} \sum_{t=R}^{T} (Y_{t+1-} f_{t,1})^2$

Mean Absolute Errors (MAE): Kayıp fonksiyonları arasında oldukça kullanışlı bir performans modelidir. MSE kriterindeki olası sapmaların varlığı halinde güçlü tahminler yapabilmek için oldukça. MAE fonksiyonuda üst ve alt tahminlerde tıpkı R^2LOG gibi kısıtlar uygulayarak ölçekteki geçişkenliğe bağlı olarak değişkenlik göstermez. MAE aşağıda ki formülde ki gibi hesaplanmaktadır[223].

$P^{-1} \sum_{t=R}^{T} |Y_{t+1-} f_{t,1}|$

Ayrıca koşullu ortalama ve oynaklık modellerin örneklem dışı tahmin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla Ortalama Hataların Karekökü (MSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) kayıp fonksiyonlarına başvurulmuştur. MSE ve MAE kayıp fonksiyonları modeller arasında tahmin performaslarının sıralanması yerine modelin kendi örneklem dışı tahmin gücüne yönelik doğruluk derecesini hesaplamaktadır.

[222] Lee (2007), s. 6
[223] Lee (2007), s. 6

Tablo 5: 02.01.2009-28.04.2014 WTI GARCH Modelleri Performans Analizi

	MEAN SQUARED ERROR (MSE)	**MEAN ABSOLUTE ERROR (MAE)**
GARCH(GED)	0.0006185	0.007786
IGARCH(GED)	0.0000722	0.000234
GJRGARCH(GED)	0.0006204	0.007767
EGARCH(GED)	0.0006237	0.007762
FIAPARCH-BBM(SST)	0.0000773	0.000243
FIGARCH-BBM(SST)	**0.0000319**	**0.000143**

Tablo 6: 02.01.2009-28.04.2014 Henry Hub GARCH Modelleri Performans Analizi

	MEAN SQUARED ERROR(MSE)	**MEAN ABSOLUTE ERROR(MAE)**
GARCH(GED)	*0.0006222*	0.007757
IGARCH(GED)	0.0006166	**0.007012**
GJRGARCH(GED)	0.0006195	0.007774
EGARCH(GED)	0.0006616	0.01285
FIAPARCH-BBM(SST)	0.0006192	0.007791
FIGARCH-BBM(SST)	**0.0006165**	0.007848

Kayıp Fonksiyonları seçim kriterleri kullanılarak en iyi oynaklık tahmincisinin belirlenmesi adına yapılan testlerde WTI ham petrolü serisi için minimum kayıbı veren FIGARCH-BBM (SST) modeli MAE ve MSE kriterlerine göre tercih edilecektir. Henry Hub doğal gaz serisi için MAE kriterine göre IGARCH (GED) modeli ve MSE kriterine göre FIGARCH-BBM (SST) modeli tercih edilecektir. Uzun veya kısa pozisyonda yeralan yatırımcılar opsiyon oynaklığını belirlemeye yönelik olarak FIGARCH-BBM (SST) modelinin parametresine bağlı olarak oynaklık parametresini kullanmaları gerekmektedir. FIGARCH-BBM (SST)'

nin oynaklık yüzdesine ve koşullu standard sapmasına göre oluşturulması ile en iyi hedge stratejisi geliştirilecektir.

WTI ham petrol ve Henry Hub doğal gaz getiri serileri incelendiği zaman özellikle 2009 sonlarında ve 2010 yılının ilk çeyreğini kapsayan ciddi oynaklıklara sahip iki ayrı dönem tespit edilmiştir. Bu aşırı sapan değerlerin serilerin oynaklığının tespitinde kullanılan hata terimlerinin, varyanslarının ve standard sapmalarının tahmincilerinin etkinliğine dair şüpheler duyulmuştur. Buradan hareketle çalışmanın bu kısmında söz konusu şokların yaratmış olabileceği otkorelasyon etkisini modellerin içerisinden ayrıştırabilmek adına dönem aralığı ikinci bir düzeyde 04.01.2010-28.04.2014 olarak incelemeye tabii tutulmuştur. Bulgular aşağıda ki, tablolar ve grafikler yardımıyla sunulmuştur.

Tablo 7: Doğal Gaz (Henry Hub) ve Ham Petrol (WTI) Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler: 04.01.2010-28.04.2014

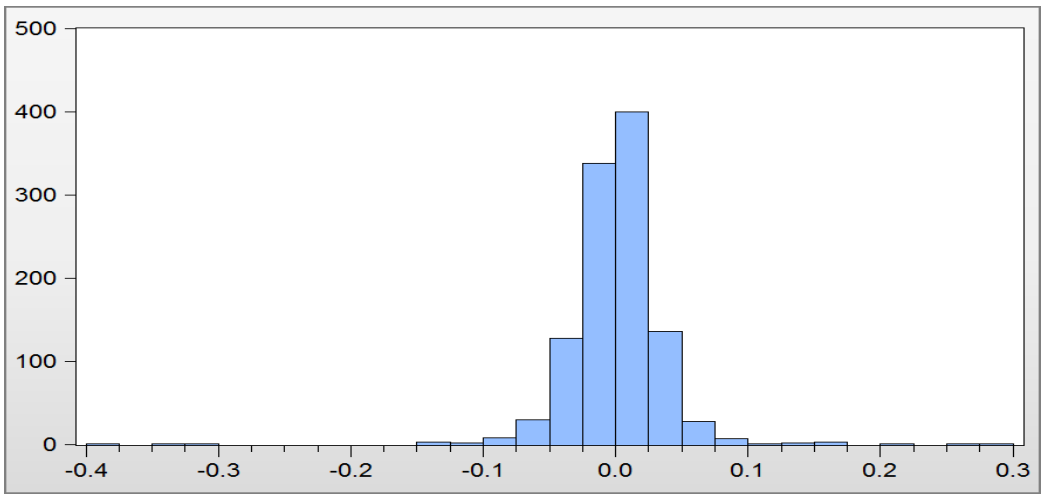
	Henry Hub	**WTI**
GÖZLEM SAYSI	1088	1088
ORTALAMA	0,0001	0,0001
STANDART SAPMA	0,03741	0,0170
Minimum	-0,39000	-0,0853
Maksimum	0,27843	0,0989
Çarpıklık	-1,34879	0,0251
Aşırı Basıklık	30,9302	5,3079
JARQUE BERA(olasılık)	18675.26(0.00)	57.859(0.00)
Q(20)(prob)	20.2160(0.128)*	19.968(0.029)

Not:Jarque -Bera istatistiği Null Hipotezinde getiri örneklem dağılımının normalitesini test eder. *Q(20) ise getiri serisinin Ljung -Box ının 20. dereceden otokorelasyonunu ölçmektedir.

Tablo 7'ye göre doğal gaz getiri serisinin oynaklık düzeyini gösteren standart sapma değeri 0,03741 olarak hesaplanmıştır. Bu değer bir önceki dönem aralığında ki standard sapma değeri olan 0,043 standard sapma değerinden oynaklık açıklamalarına yönelik olarak daha düşüktür. En büyük düşmeyi gösteren minimum değeri -0,3900 iken en büyük artışı gösteren maksimum değeri

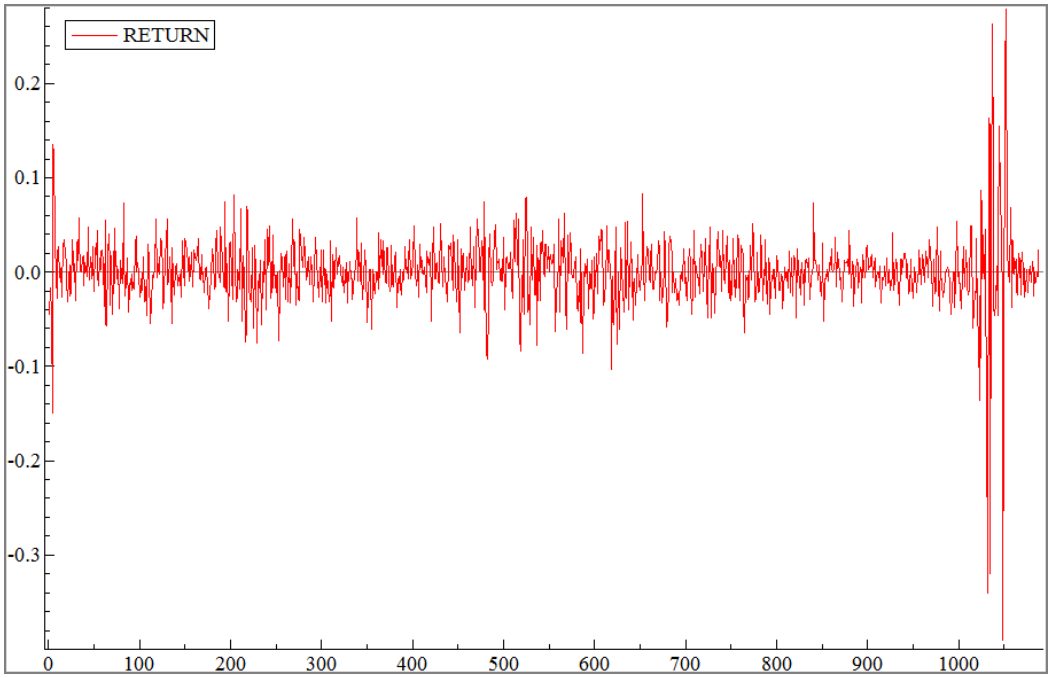
0,2784 olarak bulunmuştur. Serinin normal dağılım özelliği çarpıklık ve basıklık katsayıları yanında bunlardan türetilen Jarque-Bera test istatistiği yardımıyla belirlenmektedir. Normal dağılım, simetrik özellik gösterdiğinden çarpıklık değeri 0, basıklık değerinin ise 3 olması beklenir. Ancak doğal gaz getiri serisi -1,348 değeriyle negatif çarpık ve dolayısıyla asimetrik olup 30,93 değeriyle değeriyle aşırı sivri özellik göstermektedir. Dolayısıyla, getiri serisi sivri dağılıma sahip olduğundan şişman kuyruk (fat tail) sorunu belirgin olarak seri üzerinde bulunmaktadır. Bu değer, bir önceki dönem aralığından çok daha yüksek olup, serinin arz kısıtları, talep dengesizlikleri ve bir önceki bölümde sayılan birçok negatif faktörden ciddi etkilendiğini ortaya koymaktadır. Zaten seri üzerinde 2014 Şubat ve Mart aylarında Kırım sorunun belirginleşmesi ile fiyatların bir hayli oynak olduğu getiri serisi grafiğinden görülmektedir. Jarque-Bera test istatistiği de getiri serisinin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir. Bu durum Grafik 8'de görülen histogram aracılığıyla da anlaşılmaktadır. Ljung -Box test istatistiğine göre 20 gecikmede bütün petrol ve doğal gaz getirilerinde hata terimleri arasında geçmişte yaşanan şoklara yönelik bağımlılık sönümlenmektedir. Seriler üzerinde finansal piyasalarda negatif şokların daha etkin olduğunu gözönünde bulunduracak olursak OPEC gibi üreticilerden gelecek arza yönelik kısıtlayıcı haberler ile OECD ve OECD ülkelerin dışından gelecek talebe yönelik gerilemeler şişman kuyruklu yapının etkisiyle fiyat ve getiri serilerinde ciddi dalgalanma ve oynaklıklara yol açacaktır.

Grafik 8: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Histogramı



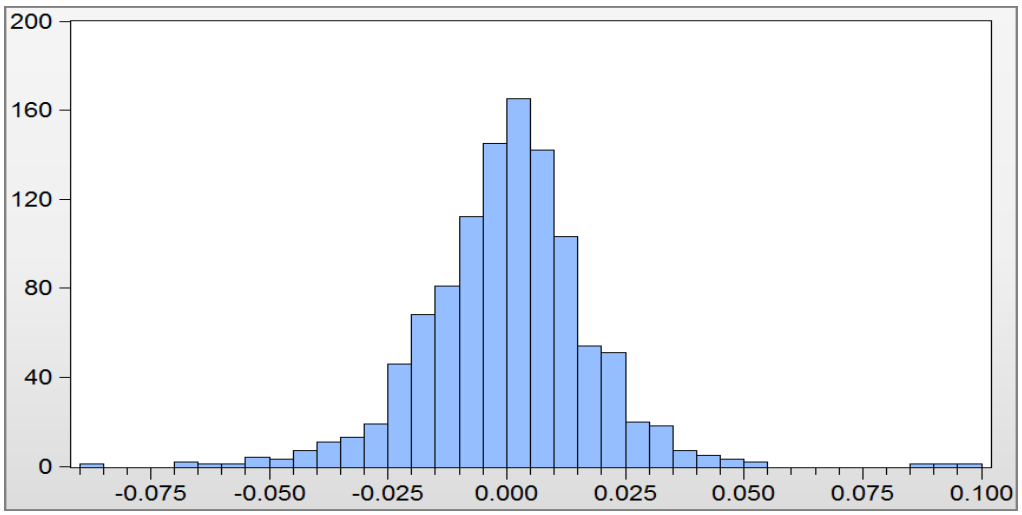
Doğal gaz getiri serisinin grafiği Grafik 9'de gösterilmektedir. Getiri serisi grafiğinden de anlaşılacağı üzere doğal gaz getiri serisi mevsimsel dalgalanma gösterir niteliktedir. Bunun sebebinin büyüme beklentilerinin pozitife döndüğü ve ABD, Çin, Hindistan, AB gibi sanayii talebinin arttığı ve hanehalkının konut ve sanayii de ısınma faaliyetlerinin yükselme eğilimine girdiği soğuk aylarda mevsimsel dalgalanma olduğu söylenebilir.

Grafik 9: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Getiri Serisi Grafiği



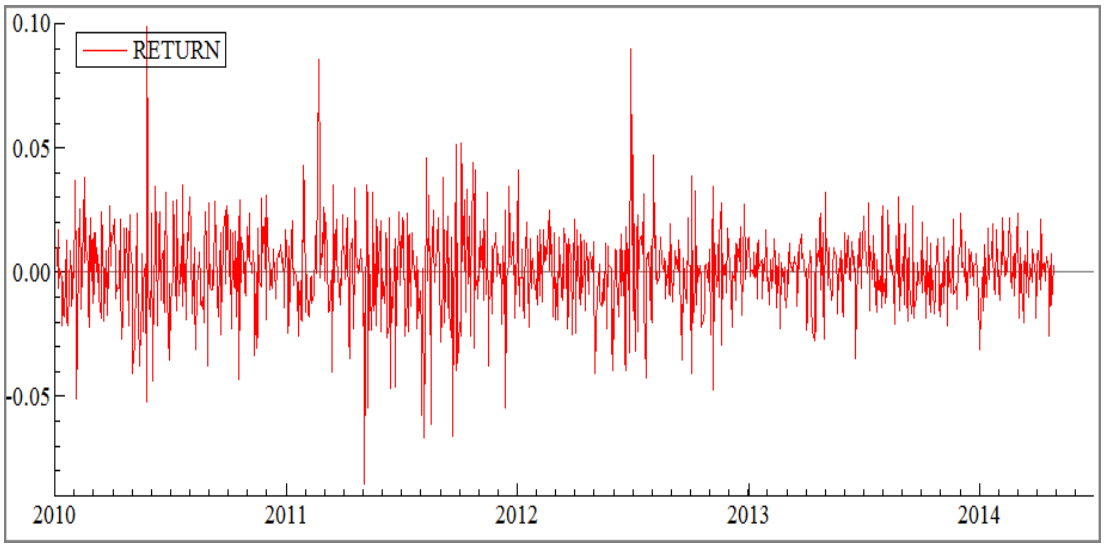
Tablo 7'ye göre petrol getiri serisinin oynaklık düzeyini gösteren standart sapma değeri 0,0170 olarak hesaplanmıştır.Bu değer bir önce ki döneme ait En büyük düşmeyi gösteren minimum değeri -0,0853 iken en büyük artışı gösteren maksimum değeri 0,0989 olarak bulunmuştur. Ancak, petrol getiri serisi 0,0251 değeriyle pozitif çarpık ve dolayısıyla asimetrik olup 5,3079 değeriyle aşırı basık özellik göstermektedir. Dolayısıyla getiri serisi sivri dağılıma sahip olduğundan şişman kuyruk (fat tail) sorunu bulunmaktadır. İncelenen dönem itibariyle bir önceki analiz dönemine göre fiyatların daha sivri bir yapı kazandığı pozitif çarpıklığın azalarak daha negatif haber odaklı bir yapıya kavuştuğu hatta bu haberlere karşı daha fazla tepkiler verdiği değerlendirmeler arasındadır. Jarque-Bera test istatistiği de getiri serisinin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir. Bu durum Grafik 10'da görülen histogram aracılığıyla da anlaşılmaktadır. Ljung -Box test istatistiğine göre 20 gecikmede bütün petrol ve doğal gaz getirilerinde hata terimleri arasında geçmişte yaşanan şoklara yönelik bağımlılık sönümlenmektedir. Seriler üzerinde finansal piyasalarda negatif şokların daha etkin olduğunu gözönünde bulunduracak olursak Amerika, Orta Doğu ve Hazar bölgesinde ki gibi üreticilerden gelecek arza yönelik kısıtlayıcı haberler ve siyasi gerilmelerden kaynaklı yatırım ve güvenlik azalışları OECD ve OECD ülkelerin dışından gelecek talebe yönelik daralmalar ve büyüme rakamlarında ki olumsuz gelişmeler şişman kuyruklu yapının etkisiyle fiyat ve getiri serilerinde ciddi dalgalanma ve oynaklıklara yol açacaktır.

Grafik 10: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Getiri Serisi Histogramı



Petrol getiri serisinin Grafik 11 ’de gösterilmektedir. Getiri serisi grafiğinden de anlaşılacağı üzere petrol getiri serisi mevsimsel dalgalanma gösterir niteliktedir. Bunun sebebinin büyüme beklentilerinin pozitife döndüğü ve ABD, Çin, Hindistan, AB gibi ülkelerde ve topluluklarda seyahat dönemini takiben ulaşım da mevsimsel dalgalanma olduğu söylenebilir.

Grafik 11: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Serisi Grafiği



Yukarıdaki tablo ve grafiklerde 04.01.2010-28.04.2014 dönemine ait şoklardan arındırılmamış WTI ham petrol ve Henry Hub doğal gaz getiri serilerine yönelik tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Devam eden kısımda, WTI hampetrol ve Henry Hub doğal gaz getiri serilerine yönelik olarak 04.01.2010-28.04.2014 dönemini kapsayan oynaklık modellemeleri analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 8: 04.01.2010-28.04.2014 WTI Analiz Sonuçları

	GARCH (GED)	***IGARCH (GED)***	***GJRGARCH (GED)***	***EGARCH (GED)***	***FIAPARCH-CHUNG (SST)***	***FIGARCH-CHUNG (SST)***
ω	*0.123(0.39) [1.01]*	*0.028(0.40) [0.25]*	*0.084 (0.17) [0.95]*	*0.040(0.81) [1.04]*	*68.740(0.41) [0.22]*	*5.05(0.07) [0.37]*
α	*0.081(0.14) [0.54]*	*0.078(0.12) [0.15]*	*0.019(0.23) [0.55]*	*-0.120(0.24) [3.92]*		
ß	*0.9879(0.00) [0.71]*	*0.921(0.00)*	*0.905(0.00) [0.68]*	*0.999(0.00) [0.04]*	*0.685(0.00) [0.08]*	*0.802 (0.00) [0.28]*
γ1			*-0.092(0.02) [0.51]*	*-0.091(0.00) [0.34]*	*0.447(0.00) [0.18]*	*0*
γ2				*0.497(0.00) [2.67]*		
δ					*1.360(0.00) [0.27]*	*2*
φ1					*0.596(0.00) [0.18]*	*0.618(0.00) [0.27]*
φ2						
d					*0.351(0.00) [0.22]*	*0.427(0.01) [0.41]*
Log(L)	*2654*	*2652*	*2668*	*2593*	*2674*	*2667*
AIC	*-5.361*	*-5.357*	*-5.385*	*-5.239*	*-5.393*	*-5.382*
Schwarz	*-5.316*	*-5.318*	*-5.330*	*-5.199*	*-5.329*	*-5.328*
ARCH	*1.895(0.15) (1)*	*2.301(0.08) (1)*	*1.661(0.19)(1)*	*0.550(0.57) (1)*	*0.778(0.45) (1)*	*0.494(0.78) (1)*
Q	*0.332(0.84) (5)*	*0.696(0.70) (5)*	*0.644 (0.72) (5)*	*1.767(0.88) (5)*	*0.331(0.84) (5)*	*35.736(0.66) (5)*
Q^2	*10.67(0.22) (10)*	*12.414(0.13) (10)*	*10.2932(0.24) (10)*	*6.337(0.09) (5)*	*3.912 (0.27) (5)*	*4.386(0.22) (5)*

Not: FIAPARCH ve FIGARCH modellerine yönelik Oxmetrics kendi yapısı içerisinde, ***α*** parametresi, ***ß*** GARCH parametresi içerisinde yer almaktadır. Ayrıntılı bilgi için: http://www.doornik.com/oxmetrics.html/help, (27.06.2014). Köşeli parantez içerisindeki istatistikler Nyblom istikrar testine yöneliktir.

α => EGARCH ve GJRGARCH modellerinde formül itibariyle yorumlamak gerekirse, u_{t-1} 'in pozitif veya negatif bir şoka bağlı olarak oynaklık üzerinde etkisinden bahsedilebilir. Model tahminlerinde GJRGARCH yapısı içerisinde α = 0,019 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (0,19 + 0,905) formülü itibariyle süreklilik 7.6 (persistence) gösteren pozitif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (-0,092) oynaklık üzerinde azaltıcı etki yaratması beklenirken, EGARCH yapısı içerisinde α = -0,12 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / ln (-0,12 + 0,099) formülü itibariyle dönem süreklilik (persistence) hesaplanamazken, pozitif u_{t-1}

şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (-0,091) oynaklık üzerinde azaltıcı etki yaratırken ikinci bir şokun yine γ_2 katsayısına bağlı olarak (0,497) pozitif olması halinde oynaklığı arttırıcı etkiler yaratmaktadır.

ß => GARCH, IGARCH, GJRGARCH, FIAPARCH modellerinde ß parametresi 1'e yakın bulunmuştur. Bu seriler üzerinde yüksek dereceden oynaklığın varlığına işaret etmektedir. ß parametresi GARCH katsayısının <1 olması şokların sönümlendiği anlamına gelmektedir. $-0,5 < d < 0,5$ arasında bir değer olması serinin kovaryans durağanlığını gösterirken mean revertion yani ortalamaya dönme eğilimi vardır.(w>0 ve prob değeri anlamlı bulunmuştur.)

γ_1, γ_2 => GJRGARCH, EGARCH, FIAPARCH modellerinde yer alan kaldıraç etkisi katsayısı γ_1 %5 anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı bulunmuştur. Bu WTI serisi üzerinde negatif ve pozitif haberlerin yarattığı etkiye bağlı olarak oynaklık üzerinde kaldıraç etkisinin varlığından söz etmeyi mümkün kılmaktadır. EGARCH modeli için $\gamma_1<0$ ve $\gamma_2 > 0$ (-0,09 ve 0,49) olarak bulunması geçmişte yaşanan negatif bir şokun (kötü haber) pozitif bir şoka oranla oyanklığı daha fazla arttırdığını bir sonraki pozitif şokun ise (iyi haber) aynı etkiyi yaptığını söylemek mümkündür. GJRGARCH ve FIAPARCH modelleri için $\gamma_1<0$ (-0.092 ve 0,44) ise u_{t-1}^{+} veya u_{t-1}^{-} olmasına bağlı olarak, (-) veya (+) olarak aldığı değerlere göre γ_1 (-,+) değer almasından ötürü oynaklığı azaltıcı veya arttırıcı etkilerde bulunacaktır.

δ => İlk olarak Ding, Granger ve Engel tarafından bulunmuştur. Bu yazarların çalışmalarında, asimetrik ve kuyruklu yapının varlığı halinde, ikiden farklı üssel dönüşümlerin kullanılması tavsiye edilmiştir. Burada da Tse'nin geliştirdiği modelde δ parametresi ile $(1-L)^d$ zaman serisi üzerindeki hafızayı yorumlarken, $(|u_t| - \gamma|u_t|)^{\delta}$ ile şokun hafızası gösterilmektedir. Şokun uzun hafızalı mı yoksa kısa hafızalı mı olduğu yorumlanmaktadır. Kaldıraç etkisinin uzun hafızadan mı kısa hafızadan mı kaynaklandığını ifade etmek mümkündür.

Ayrıca şunu da belirtmekte fayda var ki, $\gamma=0$ ve $\delta=2$ olması durumunda FIAPARCH modeli FIGARCH modeline dönüşecektir. Modelimizde $\delta < 2$ olarak bulunmuştur. Serinin modellenmesinde koşullu varyans yerine standard sapma ile modellenmesi daha doğru olacaktır. WTI ham petrol serisinin %5 anlamlılık düzeyinde $\delta > 1$ olması, hiperbolik bir şok sönümlenmesine maruz kaldığını ve kaldıraç etkisinin $\gamma = 1.36$ pozitif şokların etkinliğinin uzun hafızadan

kaynaklandığını göstermektedir. Bu negatif etki serinin üzerinden kalklamayan bir geçiş şoku göstermektedir. Analiz dönemi kapsamında yer almasa da Irak savaşı ve 2007/2008 finansal krizinin bu ilk etkiyi yarattığını söylemek mümkündür.

d => kısmi entegrasyon parametresi olan d'nin katsayıları incelendiği zaman FIGARCH ve FIAPARCH modellerinde, 0,35 ve 0,42 aralığında bulunmuştur. Bu seri üzerinde uzun hafızalı oynaklık etkisinden söz etmenin mümkün olduğunu, gelen şokların d<1 olması sebebiyle kalıcı olmadığını üssel bir hareketten söz edilebileceğine ve bu uzun dönem bağlılığının varlığını patlayan süreç, yani WTI ham petrol fiyatlarının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu ispatlamaktadır. d < 0,5 olması uzun hafızalı serinin 2010 yılının başlangıcından bu yana yaşanmış ciddi dalgalanmanın etkisi seri üzerinde devamlılık göstermiştir. Bu etkinin ana kaynağı olarak, bir önceki dönemde ki açıklamalara uygun olarak, ABD Merkez Bankasının (Federal Reserve Bank) parasal genişleme kararı sonrasında petrolün parite itibariyle paydasında ABD Dolarını barındırması ve kur savaşlarına giden süreçte Doların başta Euro olmak üzere bütün para birimlerine karşı değer kaybetmesini takiben piyasalarda dalgalnmalar baş göstermiştir.

Burada Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen in kısmi durağanlık kavramını koşullu varyansa uygulayarak, kısmi entegre GARCH (FIGARCH) modelini geliştirmişlerdir. Modele göre şokların üssel bir oranda azalarak kaybolduğu I(0) zaman serisine göre veya mean revortion olmadığı I(1) zaman serisine karşın , oynaklığın kısmi fark (uzun dönem etki) parametresi 0<d<1 arasında olmaktadır ve şoklar yavaş ve hiperbolik olarak sönümlenmektedir. Bu nedenle kısmi entegre modeller yüksek oynaklık ve şok dönemlerindeki uzun süreli etkiyi içeren uzun hafıza modelleridir. Modelde uzun dönem oynaklık dinamiklerini kısmi entegre parametresi d ile kısa dönem dinamikleri ise geleneksel ARCH parametresi ile yorumlanmaktadır. 0<d<1 ise kısmi entegre parametresi ile süreklilik aralığına karşı esneklik sağlamaktadır.

Ljung-Box (standard ve squared) istatistiğine göre hata terimlerinde 20 gecikme için bütün modellerde prob değerinin %95 güven düzeyinde (0,05 değerinden yüksek) yer almış olması, hata terimlerinin gecikmeli değerleri arasında otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmektedir. Modelin hata terimlerinde kalan ARCH etkisinin varlığı tekrar ARCH-LM testi ile araştırılmış ve hesaplanan değerler

%95 güven düzeyinde 0,05 değerinden küçük bulunduğu için seride bütün modeller için ARCH etkisinin giderildiğine karar verilmiştir.

Tablo 9: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub Analiz Sonuçları

	GARCH (GED)	***IGARCH (GED)***	***GJRGARCH (GED)***	***EGARCH (SST)***	***FIAPARCH-BBM(SST)***	***FIGARCH-BBM(SST)***
ω	*0.11(0.44) [0.97]*	*0.02(0.42) [0.22]*	*0.07(0.12) [0.95]*	*0.004(0.97) [1.04]*	*50.46(0.35) [0.23]*	*4.81(0.07) [0.3]*
α	*0.07(0.11) [0.51]*	*0.07(0.13) [0.14]*	*0.01(0.31) [0.55]*	*-0.12(0.24) [3.92]*		
β	*0.88(0.00) [0.68]*	*0.092(0.00)*	*0.91(0.00) [0.68]*	*0.999 (0.000) [0.04]*	*0.75(0.00) [0.09]*	*0.79(0.00) [0.28]*
γ1			*0.09(0.01) [0.51]*	*-0.091(0.00) [0.34]*	*0.43(0.00) [0.18]*	*0*
γ2				*0.49 (0.00) [2.67]*		
δ					*1.42(0.00) [0.28]*	*2*
φ1					*0.57(0.00) [0.10]*	*0.61(0.00) [0.26]*
φ2						
d					*0.36(0.00) [0.21]*	*0.42(0.00) [0.41]*
Log(L)	*2652*	*2650*	*2660*	*2593*	*2673*	*2666*
AIC	*-5.363*	*-5.360*	*-5.377*	*-5.239*	*-5.396*	*-5.386*
ARCH	*2.003(0.13) (1)*	*2.477(0.08) (1)*	*2.208(0.11) (1)*	*0.55(0.57) (1)*	*0.827(0.43) (1)*	*0.779(0.45) (1)*
Q	*1.05(0.95) (5)*	*1.812(0.87) (5)*	*1.129(0.95) (5)*	*1.767 (0.88) (5)*	*1.023(0.96) (5)*	*1.632(0.89) (5)*
Q2	*10.84(0.21) (10)*	*12.545(0.12) (5)*	*11.34(0.18) (10)*	*6.337(0.09) (5)*	*4.135(0.24) (5)*	*4.470(0.21) (5)*

Not: FIAPARCH ve FIGARCH modellerine yönelik Oxmetrics kendi yapısı içerisinde, ***α*** parametresi, ***β*** GARCH parametresi içerisinde yer almaktadır. Ayrıntılı bilgi için: http://www.doornik.com/oxmetrics.html/help, (27.06.2014). Köşeli parantez içerisindeki istatistikler Nyblom istikrar testine yöneliktir.

α => EGARCH ve GJRGARCH modellerinde formül itibariyle yorumlamak gerekirse, u_{t-1} 'in pozitif veya negatif bir şoka bağlı olarak oynaklık üzerinde etkisinden bahsedilebilir. Model tahminlerinde GJRGARCH yapısı içerisinde α = 0,01 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (-) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem itibariyle ln 0,5 / (ln 0,01 + 0,091) formülü itibariyle 8.31 dönem süreklilik (persistence) gösteren pozitif u_{t-1}^{+} şokun γ_1

katsayısına bağlı olarak (0,09) oynaklık üzerinde azaltıcı etki yaratması beklenirken, EGARCH yapısı içerisinde α = -0,12 olarak bulunmuştur. O halde u_{t-1} (+) olması drumunda oynaklık bu parametre dolayısıyla azalacaktır. İlk dönem negatif u_{t-1} şokun γ_1 katsayısına bağlı olarak (-0,091) oynaklık üzerinde arttırıcı etki yaratırken ikinci bir şokun yine γ_2 katsayısına bağlı olarak (0,49) pozitif olması halinde oynaklığı azaltıcı etkiler yaratmaktadır.

ß => GARCH, IGARCH, GJRGARCH modellerinde ß parametresi 1'e yakın bulunmuştur. Bu seriler üzerinde yüksek dereceden oynaklığın varlığına işaret etmektedir. ß parametresi GARCH katsayısının <1 olması şokların sönümlendiği anlamına gelmektedir. -0,5 < d < 0,5 arasında bir değer olması serinin kovaryans durağanlığını gösterirken mean revertion yani ortalamaya dönme eğilimi vardır. (w>0 ve prob değeri anlamlı bulunmuştur.)

γ_1, γ_2 => GJRGARCH, EGARCH, FIAPARCH modellerinde yer alan kaldıraç etkisi katsayısı γ_1 %5 anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı bulunmuştur. Bu WTI serisi üzerinde negatif ve pozitif haberlerin yarattığı etkiye bağlı olarak oynaklık üzerinde kaldıraç etkisinin varlığından söz etmeyi mümkün kılmaktadır. EGARCH modeli için $\gamma_1<0$ ve $\gamma_2 > 0$ (-0,09 ve 0,49) olarak bulunması geçmişte yaşanan birincil negatif bir şokun (kötü haber) poztif bir şoka oranla oyanklığı daha fazla arttırdığını söylemek mümkündür. GJRGARCH ve FIAPARCH modelleri için $\gamma_1>0$ (0,09 ve 0,436) ise u_{t-1}^{+} veya u_{t-1}^{-} olmasına bağlı olarak, (+) veya (-) olarak aldığı değerlere göre γ_1 (-) değer almasından ötürü oynaklığı azaltıcı veya arttırıcı etkilerde bulunacaktır.

δ => Modelimizde $\delta < 2$ olarak bulunmuştur. Serinin modellenmesinde koşullu varyans yerine standard sapma ile modellenmesi daha doğru olacaktır. WTI ham petrol serisinin %5 anlamlılık düzeyinde $\delta > 1$ olması, hiperbolik bir şok sönümlenmesine maruz kaldığını ve kaldıraç etkisinin γ = 1.42 pozitif şokların etkinliğinin uzun hafızadan kaynaklandığını göstermektedir. Bu negatif etki serinin üzerinden kalklamayan bir geçiş şoku göstermektedir. Analiz dönemi kapsamında yer almasa da ilk seri analizinde olduğunun aksine Irak savaşı ve 2007/2008 finansal krizinin bu ilk etkilerinin.

d => kısmi entegrasyon parametresi olan d'nin katsayıları incelendiği zaman FIGARCH ve FIAPARCH modellerinde, 0,36 ve 0,42 aralığında bulunmuştur. Bu

seri üzerinde uzun hafızalı oynaklık etkisinden söz etmenin mümkün olduğunu, gelen şokların d<1 olması sebebiyle kalıcı olmadığını üssel bir hareketten söz edilebileceğine ve bu uzun dönem bağlılığının varlığını patlayan süreç, yani WTI ham petrol fiyatlarının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu ispatlamaktadır. d < 0,5 olması uzun hafızalı serinin 2010 yılının başlangıcından bu yana yaşanmış ciddi dalgalanmanın etkisi seri üzerinde devamlılık göstrmiştir. Bu etkinin ana kaynağı olarak, ABD Merkez Bankasının (Federal Reserve Bank) parasal genişleme kararı sonrasında petrolün parite itibariyle paydasında ABD Dolarını barındırması ve kur savaşlarına giden süreçte Doların başta Euro olmak üzere bütün para birimlerine karşı değer kaybetmesini takiben piyasalarda dalgalnmalar baş göstermiştir.

Burada Baillie, Bollerslev ve Mikkelsen in kısmi durağanlık kavramını koşullu varyansa uygulayarak, kısmi entegre GARCH (FIGARCH) modelini geliştirmişlerdir. Modele göre şokların üssel bir oranda azalarak kaybolduğu I(0) zaman serisine göre veya mean revortion olmadığı I(1) zaman serisine karşın , oynaklığın kısmi fark (uzun dönem etki) parametresi 0<d<1 arasında olmaktadır ve şoklar yavaş ve hiperbolik olarak sönümlenmektedir. Bu nedenle kısmi entegre modeller yüksek oynaklık ve şok dönemlerindeki uzun süreli etkiyi içeren uzun hafıza modelleridir. Modelde uzun dönem oynaklık dinamiklerini kısmi entegre parametresi d ile kısa dönem dinamikleri ise geleneksel ARCH parametresi ile yorumlanmaktadır. 0<d<1 ise kısmi entegre parametresi ile süreklilik aralığına karşı esneklik sağlamaktadır.

Ljung-Box (standard ve squared) istatistiğine göre hata terimlerinde 20 gecikme için bütün modellerde prob değerinin %95 güven düzeyinde (0,05 değerinden yüksek) yer almış olması, hata terimlerinin gecikmeli değerleri arasında otokorelasyonun bulunmadığına işaret etmektedir. Modelin hata terimlerinde kalan ARCH etkisinin varlığı tekrar ARCH-LM testi ile araştırılmış ve hesaplanan değerler %95 güven düzeyinde 0,05 değerinden küçük bulunduğu için seride bütün modeller için ARCH etkisinin giderildiğine karar verilmiştir.

Tablo 10: 04.01.2010-28.04.2014 WTI GARCH Modelleri Performans Analizi

	MEAN SQUARED ERROR(MSE)	***MEAN ABSOLUTE ERROR(MAE)***
GARCH(GED)	0.0000590	0.000221
IGARCH(GED)	0.0000670	0.000227
GJRGARCH(GED)	0.0000626	0.000226
EGARCH(GED)	**0.0000403**	**0.000175**
FIAPARCH-CHUNG(SST)	0.0000521	0.000205
FIGARCH-BBM(SST)	0.0000483	0.000186

Tablo 11: 04.01.2010-28.04.2014 Henry Hub GARCH modelleri Performans Analizi

	MEAN SQUARED ERROR(MSE)	***MEAN ABSOLUTE ERROR(MAE)***
GARCH(GED)	*0.0000575*	0.000775
IGARCH(GED)	0.0000596	0.000212
GJRGARCH(GED)	0.0000454	0.000191
EGARCH(GED)	**0.0000403**	**0.000175**
FIAPARCH-BBM(SST)	0.0000553	0.000211
FIGARCH-BBM(SST)	0.0000432	0.000185

Kayıp Fonksiyonları seçim kriterleri kullanılarak en iyi oynaklık tahmincisinin belirlenmesi adına yapılan testlerde WTI ham petrolü serisi için minimum kayıbı veren EGARCH (GED) modeli MAE ve MSE kriterlerine göre tercih edilecektir. Henry Hub doğal gaz serisi için MAE ve MSE kriterine göre EGARCH (GED) modeli tercih edilecektir. Uzun veya kısa pozisyonda yeralan yatırımcılar opsiyon oynaklığını belirlemeye yönelik olarak EGARCH (GED) modelinin parametresine bağlı olarak oynaklık parametresini kullanmaları gerekmektedir. EGARCH (GED)'in oynaklık yüzdesine ve koşullu standard sapmasına göre oluşturulması ile en iyi hedge stratejisi geliştirilecektir.

SONUÇ

Teknolojik ilerlemenin ivme kazandığı ve buna bağlı olarak finansal piyasalar arasındaki bağların daha sıkı bir hal kazandığı, özellikle 2000 sonrası dönemde emtiaların (pamuk, canlı et, pirinç, buğday, kahve, elektrik, petrol ve doğal gaz… v.b.) türev araçlar gibi gelişmiş finansal ürünlerle sisteme entegre bir hale dönüşmüştür. Bu varlıklar üzerinde işlem yapan yatırımcıların ve bu emtiaları hammadde olarak kullanan başta devletlerin üretim tesislerinin ve reel ekonomi karar alıcıların yaptıkları işlemlerin sonuçlarına katlanması, özellikle bu tür emtialara yönelik vadeli işlem, alivre ve takas sözleşmelerinin hacimsel anlamda derin piyasalar olmaması ve büyük montanlı işlemler gerçekleştirilmesi, bu piyasalarda etkin bir risk korunma stratejisinin ve buna bağlı olarak etkin bir korunma oranının geliştirilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Son yıllarda, meydana gelen finansal krizlerin genel olarak bankacılık ve döviz kuru kaynaklı olup kredi kanalı yoluyla reel sektöre, diğer yatırım araçları ile konut ve emtialara yayıldığı görülmektedir. Kriz aynı zamanda ülkelerin ekonomik sorunları, cari açıkları, yapısal eksiklikleri, etkin olmayan hükümet politikaları ve yolsuzluğa kadar başka etkenleri de içermektedir. Finansal ve reel piyasalarda olabilecek krizlere karşı mücadelede birçok finansal ve denetsel kuruluş finans mühendisliği ve yönetimi kavramları üzerine çalışmalar sergilemektedir. Elbetteki bu krizlerin kapitalizmin kendisini yenilemesi için gerek faktör olduğu gerçeğini değiştirmemekle birlikte, aslolan bu krizleri öngörebilmek ve önleyebilmek olduğu gerçeğidir. Bu noktada risk yönetim konusu yatırımcıların ve politika yapıcıların elinin altındaki en önemli araç olmaktadır.

Son 30 yılda tüm dünyada finansal piyasalarda yaşanan krizler, risk ölçümü ve yönetiminin öneminin anlaşılmasına bağlı olarak risklerin önlenmesine yönelik çeşitli yasal ve kurumsal düzenlemeler yapılmıştır. Risk yönetimindeki yetersizliklerden kaynaklanan finansal kuruluşlardaki başarısızlıklar yüksek maliyetli sonuçlara ve iflaslara yol açmıştır. En yakın geçmişte yaşanan Orange County, Long Term Capital Management (LTCM), Parmalat ve Enron bu başarısızlıkların en önemli örnekleridir. Yaşanan bu finansal skandalların temel sebebi; risk yönetimi ilkelerini izlemeden sadece kârı maksimize etmeyi hedefledikleri için iflasa

sürüklenmeleridir. Dolayısıyla, iflasların önüne geçebilmek veya maruz kalınabilecek zararları minimize etmek üzere hem içsel hem de dışsal denetim ve gözetimin artırılması gerektiği, risk yönetimine ağırlık verilmesi ve risklerin doğru ölçülmesine yönelik modellerin geliştirilmesi gerektiği bir kez daha vurgulanmalıdır.

Küresel ekonomi üzerinde büyük belirleyici rolü olan petrol ve doğal gaz piyasaları her zaman dalgalanan bir sürece sahip olmuşlardır. Özellikle küresel finansal kriz sürecinde ve takip eden iyileşme sinyallerine bağlı olarak, petrol fiyatları yüksek oynaklık düzeylerinde seyretmektedir. Bu açıdan, bu çalışmanın amacı ham petrol fiyatlarının oynaklığının sebeplerinin ve etkilerinin belirlenmesidir. Oynaklığın hesaplanması için GARCH, IGARCH, EGARCH, GJRGARCH, uzun hafızalı FIAPARCH ve FIGARCH gibi bazı koşullu değişen varyans modelleri GED, Student/t ve Çarpık Student/t dağılımlarıyla ve son beş yıllık veri (02.01.2009 – 28.04.2014 ve 04.01.2010- 28.04.2014) dönemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmanın iki farklı dönemde araştırmaya tabii tutulmasında ki amaç WTI ve Henry Hub serilerinin başlangıç dönemlerinde aşırı oynaklığın tespit edilmesi ve böylesine bir etkinin parametreler üzerinde yarattığı etkiyi ve seçilecek modele yönelik tahmin performansını nasıl etkilediğini görmek olmuştur. Modellerin tahmin sonuçları ham petrol ve doğal gaz fiyatlarının en uygun biçimde EGARCH (GED) modelleriyle yorumlandığını göstermiştir. Ham petrol ve doğal gaz fiyatları oynaklığının finansal riskler açısından değerlendirilmesi için temel kayıp foksiyonları tahminleri, en uygun modeller için hesaplanmıştır. Tahmin sonuçları, beklendiği şekilde ham petrol ve doğal gaz fiyatlarının yüksek oynaklıklarla karakterize olduğunu ve özellikle uzun hafıza etkilerine sahip olduğunu göstermektedir.

FIGARCH ve FIAPARCH modellerinden 02.01.2009-28.04.2014 ve 04.01.2010-28.04.2014 dönem aralığında elde edilen sonuçlara göre, WTI ham petrol uzun hafızalı serinin 2010 yılının başlangıcından bu yana yaşanmış ciddi dalgalanmanın etkisi seri üzerinde devamlılık göstrmiştir. Bu etkinin ana kaynağı olarak, ABD Merkez Bankasının (Federal Reserve Bank) parasal genişleme kararı sonrasında petrolün parite itibariyle paydasında ABD Dolarını barındırması ve kur savaşlarına giden süreçte Doların başta Euro olmak üzere bütün para birimlerine karşı değer kaybetmesini takiben piyasalarda dalgalnmalar baş göstermiştir. Yine EGARCH ve GJRGARCH modellerine bağlı olarak, başta OPEC gibi fiyatlar

üzerinde belirleyici özellikleri olan kurumlar olmak üzere arz kısıtlarına yönelik olarak yaşanacak negatif gelişmeler ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin büyüme rakamlarına dair endişeler asimetrik ve şişman kuyruk özelliği gösteren petrol serisi üzerinde ciddi oynaklıklara sebep olacaktır. En önemli sonuçlardan birisi olarak, petrol serisi uzun dönemde gelen şoklar hiperbolik bir şekilde sönümlenmekte ve bu serinin ortalamaya dönme eğilimi gösterdiğini söylemek mümkündür. Ancak, tanımlayıcı istatistiklere bakıldığı zaman 2010 sonrasında başlayan analizler, WTI getiri serisinde basit anlamda oynaklık anlamına gelen standard sapma değerinin 0,023 gibi bir değerden 0,017'ye gerilediği bu oynaklığın bir sene içerisinde ciddi azalma sergilediği bunda "Arap Baharı" olarak adlandırılan sürece yönelik kaygıların yarattığı dalgalanmaların hiperbolik birşekilde sönümlendiği yorumunu çıkarmak mümkündür. Elbette ki burada NATO (North Atlantic Treaty Organisation), Birleşmiş Milletler, FED,ECB ve OPEC gibi para ve enerji piyasalarında etkin kuruluşların istikrara yönelik girişimlerinin yadsınması mümkün görülmemektedir.Çarpıklık değeri itibariyle 0,07'den 0,02'ye gerilerken aşırı basıklık yapı 5,04'ten 5,3'e yüksekelerek daha bir sivri hal azanmıştır.Eğer savaş ve jeopolitik gerginlikler temel belirleyiciler olmazsa kendi temel belirleyicilerinden hareketle daha az oynak bir yapıda olacağı ve yatırımcıların riskten uzak bir piyasada işlem yapacaklarını dikkate alırsak bu çalışmada elde edilen parametrelere ve korunma oranlarına ağlı olarak oynaklığın daha durağan ama fiyatların artan bir trend içerisine gireceğini söylemek mümkündür.Elbette ki serideki sivrilik yani şişman kuyruk sorunu mevsimsel taşep değişmeleri, püskürme ve geri çekilme dönemlerinde, yatırım, üretim ve stok haberlerine karşı daha hassas bir yapıya bürünmüştür.

Henry Hub doğal gaz serisi 02.01.2014-28.04.2014 dönem aralığında EGARCH ve GJRGARCH modellerine göre, finansal piyasalarda negatif şokların daha etkin olduğunu gözönünde bulundurarak, Amerika, Orta Doğu ve Hazar bölgesinde ki gibi üreticilerden gelecek arza yönelik kısıtlayıcı haberler ve siyasi gerilmelerden kaynaklı yatırım ve güvenlik azalışları OECD ve OECD ülkelerin dışından gelecek talebe yönelik daralmalar ve büyüme rakamlarında ki olumsuz gelişmeler şişman kuyruklu yapının etkisiyle fiyat ve getiri serilerinde ciddi dalgalanma ve oynaklıklara yol açacaktır. FIAPARCH ve FIGARCH modellerinden

hareketle şokların kalıcı olmadığını ve seri üzerinde etkilerinin yok olma sürecinin üssel bir hareketle gerçekleştiği görülmüştür. Bu uzun dönem bağlılığının varlığını patlayan süreç, yani Henry Hub doğal gaz fiyatlarının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu ispatlamaktadır. 2009 sonlarına denkleyen dönemde Rusya'nın Avrupa Birliği üye ve ülkelerini doğal gaz vanalarını kış aylarında kapatmakla tehdit ettiği dönem sonrasında getiri serisinde yaşanan dalgalanmanın etkisiyle birlikte FIAPARCH ve FIGARCH modellerinde d parametresi bize bu negatif şokun sönümlenme eğiliminde olduğunu ancak ARCH-LM ve Box Jenkins istatatistiklerinin bu denli büyük bir etkinin varlığının seri üzerinde ortalamaya dönem eğilimini yavaşlattığını göstermektedir. Son dönemde yeniden Kırım meselesi üzerinden Rusya, AB ülkeleri ve Amerika ile soğuk savaş yıllarından kalan gerginlikler yaşamaktadır. Bunun etkileri, getiri serisi üzerinde 2013 sonlarından 2014'ün ilk çeyeğinde aşırı oynak yapılar oluşturmuştur. Özellikle tanımlayıcı istatistikler anlamında ikinci incelenen dönem aralığında şokların seri üzerinden arındırılması sonrasında WTI serisinin basit anlamda oynaklık değeri olan standard sapma değeri 0,043'ten 0,037'ye gerilemiştir. Bu yapı serinin daha az oynak bir yapıya kavuştuğuu göstermektedir. Elbetteki Bunda jeopolitik gerginliklerin ve para politikalarına yönelik daha güvenilir bir global finans ortamının Merkez Bankalarınca yaratıldığının ibr göstergesidir. Basıklık değerleri incelendiği zaman aşırı bir sivrilik kazanan seride çarpıklık değeri poztiften -1.34 gibi bir negatif değere dönüşüm seri üzerinde negatif haberlerin pozitif gelişmeler kaynaklı getirilerden daha fazla bir kayıba sebebiyet vereceğini söylemek mümkündür. Şubat-Mart dönemlerinde ki püskürme ve geri çekilmelere bağlı olarak mevsimsel hareketlerin yanısıra Kırım, Ukrayna krizi gibi soğuk savaş dönemlerinden kalan çekişmeler Henry Hub doğal gaz fiyatlarının oynaklık seviyesini aşırı derecede etkilemeye devam edecektir. Son olarak, Henry Hub doğal gaz serisi üzerinde yeni döenm aralığında Irak Savaşı ve 2007-2008 finansal krizinin etkilerinin FIAPARCH δ parametresine bağlı olarak kalktığını söylemek mümkündür.

Teorik olarak hedge işlemlerinde en önemli unsur en doğru Optimal Korunma Oranı (Optimal Hedge Rasyosu (OHR)) 'nın tespitidir. En çok kullanılan korunma stratejisi portföy varyansını minimize eden "Minimum Varyans Korunma Oranı" dır. Minimum varyans kriterine göre risk yönetiminin gerek duyduğu şey OHR olup

burada amaç nakitte olunan pozisyonu tutarını tazmin edecek alım ve satımı yapılacak vadeli işlemlerin optimum miktarını belirlemek olmaktadır. Böyle bir rasyoyu belirlemeye yönelik erken dönem çalışmalarda nakitin vadeli işlem fiyatlar üzerindeki doğrusal regresyon modelinin eğim katsayısından yararlanılmış ve zamana göre sabit bir hedge rasyosu elde edilmiştir[224].

Bu çalışmada ARCH sınıfı modellerin "Kayıp Fonksiyonları"na bağlı olarak (Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error (MAE)) ve Ortalama Hata kareler (Mean Squarred Error (MSE)) performans analizlerinden elde edilen sonuçlara göre WTI ham petrol ve Henry Hub doğal gaz spot piyasada 1 birimlik alınan pozisyona karşılık vadeli işlem, alivre ve takas sözleşmelerinde alınacak korunma miktarının $\sigma = \sqrt{\frac{\omega}{1-\alpha-\beta}}$ koşullu standard sapma değeri itibariyle belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, 02.01.2009-28.04.2014dönemi snuçlarından hareketle daha oynak bir piyasadan elde edilen parametreler itibariyle WTI ham petrol spot piyasadan alınacak 1 birimlik pozisyonu korumaya yönelik vadeli işlem, alivre ve takas piyasalarda 0,71 (FIGARCH BBM (SST)) birimlik korunma işlemi yapılmalıdır. Henry Hub doğal gaz serileri için koşullu standard sapma değerleri FIGARCH BBM(SST) ve IGARCH (GED) sırasıyla, spot piyasada alınacak 1 birimlik pozisyonu korumaya yönelik olarak vadeli işlem, alivre ve takas piyasalarda 1,41 ve 1.62 birimlik işlem yapılmalıdır. 04.01.2010-28.04.2014 itibariyle daha sakin bir piyasadan elde edilen performans sonuçlarına göre hem WTI petrol piyasasından hem de Henry Hub doğal gaz piyasasından elde edilen parametreler ışığında EGARCH (GED) modeline göre WTI ham petrol spot piyasadan alınacak 1 birimlik pozisyonu korumaya yönelik vadeli işlem, alivre ve takas piyasalarda 0,5 (EGARCH(GED)) birimlik işlem yapılamalıdır. Henry Hub doğal gaz serileri için koşullu standard sapma değeri EGARCH (GED) , spot piyasada alınacak 1 birimlik pozisyonu korumaya yönelik olarak vadeli işlem, alivre ve takas piyasalarda 0.17 birimlik işlem yapılmalıdır.

Elde edilen sonuçlar WTI ham petrol ve Henry Hub doğal gaz serisinin yüksek dereceden oynak olduğunu söylemek mümkündür. WTI ham petrol serisi üzerine gelen şoklarınilk dönem itibariyle 0,146 dönem sonra sönümlendiğini ve α+ß

[224] Chang ve diğerleri, s. 1-2

katsayısı toplamının birden küçük bulunması sebebiyle şokların her iki seri için uzun hafıza özelliğine sahip olmadığını ve serilerin durağan olduğunu söylemek doğru olacakken, Henry Hub doğal gaz serisi için negatif kısa hafıza (α) katsayısı sonucunda sönümlenme süresi hesaplanamamıştır. WTI ve Henry Hub serileri üzerinde pozitif şokların daha etkili olduğu bulgular arasındadır. Seriler üzerinde hiperbolik bir yapıda sönümlenen patlayan bir yapıya sahip olduğu tespit edilirken, bu fiyatların ortalamaya dönme eğilimine sahip olduğu söylenebilecektir.

Çalışmanın sonucu olarak yatırımcıların, karar vericilerin ve politika yapıcıların son yıllarda finansalizasyonuna sahip olduğumuz ham petrol ve doğal gaz piyasalarında daha etkin korunma stratejileri adına gelişmiş türev ürünlerden en yüksek seviyede faydalanmayı ihmal etmemeleri gerektiği ve piyasa yapıcıların enerji emtiaları piyasalarına yönelik olarak, daha etkin risk yönetim stratejileri uygulanabilmesi adına bu piyasaları finansal anlamda derinleştirici ve tabana yayıcı bir politika izlemeleri gerekliliği önemle vurgulanmalıdır.

KAYNAKÇA

Adrangia, Bahram, Arjun Chatratha, Kanwalroop Kathy Dhandaa ve Kambiz Raffiee. "Chaos İn Oil Prices? Evidence Futures Markets", **Energy Economics,** Cilt: 23, Sayı:4, 2001, ss. 405-425.

Agnolucci, Paolo. "Volatility In Crude Oil Futures: A Comparison Of The Predictive Ability Of GARCH And Implied Volatility Models", **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı: 2, 2009, ss.316-321.

Akar, Cüneyt. "Volatilite Modellerinin Öngörü Performanslari: ARCH, GARCH, SWARCH Karşılaştırması", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt 8, Sayı:2, 2007, ss. 201-217, http://web.deu.edu.tr/isletme/ifddergi/web_files/82201217.pdf, (24.05.2014)

Aloui Chaker, Samir Mabrouk. "Value-At-Risk Estimations Of Energy Commodities Via Long-Memory, Asymmetry and Fat-Tailed GARCH Models", **Energy Policy,** Cilt: 38, Sayı:5, 2010, ss. 2326-2339.

Apergis, Nicholas, James E. Payne. "Natural Gas Consumption And Economic Growth: A Panel İnvestigation Of 67 Countries", **Applied Energy,** Cilt: 87, Sayı: 8**,** 2010, ss.2759-2763.

Atukeren, Erdal. "Oil Prices and the Swiss Economy", **Swiss Institute for Business Cycle Research (KOF)**, 2003, ss.1-22.

Aydın, Levent ve Mustafa Acar. "Economic İmpact Of Oil Price Shocks On The Turkish Economy In The Coming Decades: A Dynamic CGE Analysis", **Energy Policy,** Cilt: 39, Sayı: 3, 2011, ss. 1722-1731.

Balcılar, Mehmet ve Zeynel Abidin Ozdemir. "The Causal Nexus Between Oil Prices And Equity Market İn The U.S.: A Regime Switching Model", **Energy Economics,** Cilt: 39, Sayı:4, 2013, ss. 271-282.

Bollerslev, Tim. "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity", **Journal of Econometrics,** Cilt: 31, 1986, ss. 307-327.

Brown, Stephen P. A. ve Mine K. Yucel. "Energy Prices And Aggregate Economic Activity: An Interpretative Survey" **The Quarterly Review of Economics and Finance,** Cilt: 42, Sayı: 2, 2002, ss. 193-208.

Brown, P.A.S., Yücel, M.K. and Thompson, J. "Business Cycles: The Role of Energy Prices", **Federal Reserve Bank of Dollars. Research Department Working Paper 0304,** 2003, ss. 1-19, http://www.dallasfed.org/assets/documents/research/papers/2003/wp0304.pdf, (17.03.2014)

Bulut, Burçak. **Forecasting The Prices Of Non-Ferrous Metals With Garch Models & Volatility Spillover From World Oil Market To Non-Ferrous Metal Markets**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2010, ss. 1-62, http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12612393/index.pdf, (16.04.2014)

Chang, Kuang-Liang ve Shih-Ti Yu. "Does Crude Oil Price Play an Important Role in Explaining Stock Return Behavior? ", **Energy Economics,** Cilt: 39, Sayı:11, 2013, ss.159-168.

Chatrath, Arjun, Bahram Adrangi ve Kanwalroop Kathy Dhanda, "Are Commodity Prices Chaotic?", **Agricultural Economics,** Cilt: 27, Sayı:2, 2002, ss. 123-137.

Cheong, Chin Wen. "Modeling and Forecasting Crude Oil Markets Using ARCH-Type Model", **Energy Policy,** Cilt: 37, Sayı:6, 2009, ss.2346-2355.

Chevallier, Julien ve Benoît Sévi. "On The Volatility – Volume Relationship In Energy Futures Markets Using Intraday Data", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı:6 2012, ss. 1896-1909.

Coleman, Les. "Explaining Crude Oil Prices Using Fundamental Measures", **Energy Policy,** Cilt: 40, Sayı:6, 2012, ss. 318-324

Dahl, Carol ve Thomas E. Duggan. "Survey of Price Elasticities from Economic Exploration Models of US Oil and Gas Supply" , **Journal of Energy Fiice & Development,** Cilt: 3, Sayı: 2, 1998, ss. 129-169.

Dede, Buğra. **Türkiye'de Petrol Fiyatlari ve Ekonomik Büyüme**, (Yayınlamış Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2012.

Demirer, Rıza ve Ali Kutan. "The Behavior of Crude Oil Spot and Vadeli işlems Prices Around OPEC and SPR Announcements: An Event Study Perspective", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı: 6, 2010, ss. 1467-1466.

Ellen, Saskia ter ve Remco C.J. Zwinkels. "Oil Price Dynamics, A Behavioral finance Approach With Heterogeneous Agents", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı: 6, 2010, ss.1427-1434.

Energy Information Administration, **Office of Oil and Gas**, "An Analysis of Price Volatility in Natural Gas Markets", 2007, ss. 1-21, http:// www.eia.gov/ pub/ oil_gas / natural_gas/ feature_articles/ 2007/ ngprivolatility /ngprivolatility.pdf,, (02.01.2014)

Enerji Kütüphanesi: http://www.theenergylibrary.com/node/13202, (27.02.2014)

Fan Ying, Jin-Hua Xu. "What Has Driven Oil Prices Since 2000? A Structural Change Perspective", **Economics,** Cilt: 33, Sayı: 6, 2011, ss. 1082-1094.

Firuzan Esin. “Türkiye Petrol Fiyatlari Oynakliğinin Modellenmesi”, **Ekonometri ve İstatistik,** Sayı:12, 2010, ss. 1-17.

Fong, Wai Mun ve Kim Hock See,“A Markov Switching Model Of The Conditional Volatility Of Crude Oil Vadeli işlems Prices”,2002, **Energy Economics,** Cilt: 24, Sayı: 1, 2002, ss. 71-95.

Gholz Eugene ve Daryl G. Press. "Energy Alarmism: The Myths That Make Americans Worry about Oil", **Cato Institute Policy Analysis Series**, 2007, ss. 1-16.

Geman, Hélyette, Steve Ohana. “Forward Curves, Scarcity And Price Volatility In Oil And Natural Gas Markets”, **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı: 4, 2009, ss. 576-585.

Gogineni, Sridhar. “ The Stock Market Reaction to Oil Prices Changes”. **Division of Finance, Michael F. Price College of Business, University of Oklahoma, Norman,** 2008, http://www.fma.org/Texas/Papers/TheStockMarketReactionsOilPriceChanges.pdf, (16.11.2013).

Güler, Sevinç, Ramazan Tunç ve Çağatay Orçun. “Petrol Fiyat Riski Ve Hisse Senedi Fiyatlari Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: Türkiye’de Enerji Sektörü Üzerinde Bir Uygulama”, **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,** Cilt: 24, Sayı: 4, 2010, ss. 297-315, http://e-dergi.atauni.edu.tr/atauniiibd/article/view/1025006546/1025006125, (30.01.2014).

Güner Nuray ve Zeynep Önder.“Information and Volatility: Evidence from an Emerging Market”, **Emerging Markets Finance & Trade,** Cilt: 38, Sayı: 6, Turkey in the Financia Liberalization Process (II), 2002, ss. 26-46.

Hacihasanoğlu, Erk ve Uğur Soytaş. "Emtia Fiyatlari İle Hisse Senedi Piyasalari ArasInda ki İlişki", **Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi,** Cilt:12, Sayı: 1, 2011, ss. 53-65, http://696504.deu.edu.tr/ifddergi/index_files/Makale%2004%20_2011-1_.pdf (09.11.2013).

Hamilton, James D., " A Neoclassical Model of Unemployment And The Business Cycle." **Journal of Political Economy,** Cilt: 96, Sayı: 3, 1998, ss. 593-617.

Hansen, Petter ve Lars Lindholt. "The Market Power of OPEC 1973-2001", **Applied Economics,** Cilt: 40, Sayı: 22, 2008, ss. 2939-2958.

He, Ling-Yun ve Shu-Peng Chen. "Are Crude Oil Markets Multifractal ? Evidence From MF-DFA And MF-SS A Perspectives", **Physica A 389,** 2010, pp. 3218-3229.

Henriques, Irene, Perry Sadorsky. "The Effect Of Oil Price Volatility On Strategic Investment", **Energy Economics,** Cilt: 33, Sayı: 1, 2011, ss. 79-87.

Horn, Manfred. "OPEC's Optimal Crude Oil Price", **Energy Policy, Cilt: 32,** Sayı: 2, 2004, ss. 269-280.

Iğde, Esra. **Yapısal Değişiklik Altında Birim Kök Testleri Ve Bazı Makro İktisadi Değişkenler Üzerine Uygulamalar,** (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2010

Istemi, Berk, **Issues On Crude Oil Price Volatility: Determinants And Impact Of Futures Trading**", (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi) Ekonomi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,İzmir, 2010.

Jin, Xiaoye, Sharon Xiaowen Lin ve Michael Tamvakis. "Volatility Transmission And Volatility Impulse Response Functions In Crude Oil Markets", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı: 1, 2012, ss. 125-2134.

Kang, Sang Hoon, Sank Mok Kang ve Seong Min Yoom. "Forecasting Volatility Of Crude Oil Markets", **Energy Econ,** Cilt: 31, Sayı: 1, 2009, ss. 119-125.

Kang, Sang Hoon ve Seong-Min Yoon. "Modeling And Forecasting The Volatility Of Petroleum Futures Prices" , **Energy Economics,** Cilt:36, Sayı: 3, 2013, ss. 354-362.

Kaufmann, Robert K. ve Ben Ullman. "Oil Prices, Speculation, And Fundamentals: Interpreting Causal Relations Among Spot And Futures Prices",**Energy Economics,** Cilt:31, Sayı:4, 2009, ss.550-558.

Killian, Lutz ve Daniel P. Murhpy."Recent Oil Price Fluctuations Linked to World Economy", https:// www.lsa.umich.edu/ UMICH/ econ/Home/ Research/ Economics %20Research %20in %20the %20 Department/Kilian%20Oil %20Price %20Fluctuationspdf, (27.02.2014).

Krichene, Noureddine. **IMF Working Paper**, 2006 WP/06/299, s.9, https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2006/wp06299.pdf, (17.12.2013).

Kyrtsou, Catherine, Anastasios G. Malliaris, Apostolos Serletis. "Energy sector pricing: On the Role Of Neglected Nonlinearity", **Energy Economics,** Cilt: 31, Sayı: 3, 2009, ss. 492-502.

Le, Thai-Ha ve Youngho Chang.**"**Oil Price Shocks And Trade İmbalances**"** , **Energy Economics,** Cilt: 36, Sayı: 3, 2013, ss.78-96.

Lee Tae-Hwy. **"Loss Functions in Time Series Forecasting"**, Department of Economics University of California, Riverside, USA, 2007.

Lhabitant, François-Serge. **"Handbook of Hedge Funds"**, John Wiley & Sons, Inc., Great Britain, 2006.

Lin, Boqiang ve Presley K. Wesseh Jr, "What Causes Price Volatility And Regime Shif s In The Natural Gas Market", **Energy,** Cilt: 55, Sayı: 6, 2013, ss. 553-563.

Mandelbrot, Benoit. "The Variation of Certain Speculative Prices", **Journal of Business,** Cilt: 36,1963, ss. 394-419.

Marion, Nancy P. ve Lars.E.O Svensson. "Adjustment to Expected and Unexpected Oil Price Increases.", **National Bureau of Economic Research Working Paper,** Sayı: 997, 1982, ss.1-31, http://www.nber.org/papers/w0997.pdf, (01.06.2014).

Masih Korea Rumi, Sanjay Peters ve Lurion De Mello. "Oil Price Volatility and Stock Price fluctuations in an Emerging Market: Evidence from South", **Energy Economics,** Cilt: 33, Sayı: 6, 2011, ss. 975-986.

Mcmillan, David ve Alan E. H Speight. "Volatility Spillovers in East European Black-Market Exchange Rates", **Journal of International Money and Finance,** Cilt: 20, Sayı: 3, 2001, ss. 367-371.

Meng, Li."A CGE Analysis Of Oil Price Change 2009", **Journal of Quantitative &Technical Economics,** Cilt: 4, Sayı:1 200, ss. 45-56.

Mohammadi Hassan, Lixian Su. "International Evidence On Crude Oil Price Dynamics Applications of ARIMA-GARCH Models", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı: 5, 2010, ss. 1001-1008.

Mu, Xiaoyi. " Weather, Storage, And Natural Gas Price Dynamics: Fundamentals And Volatility", **Energy Economics,** Cilt: 29, Sayı:1, 2007, ss. 46-63.

Mussa, Michael. "The Impact of Higher Oil Prices on the Global Economy", **International Monetary Fund**, 2000, ss. 1-34, https://www.imf.org/external/pubs/ft/oil/2000/oilrep.pdf, (14.02.2014)

Narayan Paresh Kumar ve Seema Narayan. "Modelling Oil Price Volatility", **Energy Policy,** Cilt: 35, Sayı: 1, 2007, ss. 6549-6553.

Nelson, Daniel "Conditional Heteroskedasticity In Asset Returns: A New Approach", **Econometric,** Cilt: 59, Sayı: 2, 1991, ss. 347-370, http://www.unc.edu/~eghysels/lectures/ecn386/Nelson1991.pdf, (15.07.2014).

Nyblom, Jukka "Testing for the Constancy of Parameters Over Time" **Journal of the American Statistical Association**, Cilt:84, Sayı:405, 1989, ss. 223-230.

Opec **World Oil Outlook 2013,** http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/WOO_2013.pdf.,

(17.07.2013).

Özsağır, Arif, Birol Erkan, Mehmet Şentürk ve Oğuz Kara. "Ham Petrol Fiyatlarındaki Volatilitenin Gayri Safi Yurtiçi Hasila Büyümesi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği", **Journal of Management and Economics,** Cilt:18, Sayı:1, 2011, ss.1-17.

Patterson, Kerry " **A Primer for Unit Root Testing** ", ISBN: 978–1–403–90204–7, Palgrave Macmillan in the US is a division of St Martin's Press LLC, 175 Fifth Avenue, New York, NY 10010, USA2010.

Petrol Sanayi Derneği: www.petder.org.tr/ admin/ my/ my/ Ham petroldenPompaya.doc, (28.02.2014).

Phillips, Peter , Jun Yu. "Dating the Timeline of Financial Bubbles During the Subprime Crisis ", **Cowles Foundation Discussion Paper No. 1770,** 2010, ss. 1-41.

Polat, Hakkı. **Koşullu Varyans Modelleri ve Günlük Petrol Fiyatları Üzerine Ampirik Bir Uygulama** , Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**,** Eskişehir, 2012

Quéré, Agnès Bénassy ,Valérie Mignon ve Alexis Penot."China and The Relationship Between the Oil Price and the Dollar", **Centre D'etudes Prospetıves Et D'ınformatıons Internatıonales (CEPPII) Working Paper No:16**, 2005, ss. 1-31

Regnier, Eva. "Oil And Energy Price Volatility", **Energy Economics,** Cilt: 29, Sayı:: 3, 2007, ss.405 – 427.

Robinson, Terry. "Have European Gas Prices Converged", **Energy Policy 35,** 2007, ss. 603-615.

Sadorsky, Patrik. "Modeling And Forecasting Petroleum FuturesVolatility". **Energy Econ. Cilt:28**, Sayı:3, 2006, ss. 157-170.

Salisu, Afees A. ve Ismail O. Fasanya. "Comparative Performance of Volatility Models for Oil Price"**, International Journal of Energy Economics and Policy** Cilt: 2, Sayı: 3, 2012, ss. 167-183.

Sari, Ramazan, Shawkat Hammoudeh ve Uğur Soytas. "Dynamics Of Oil Price, Precious Metal Prices, And Exchange Rate", **Energy Economics,** Cilt: 32, Sayı:2 2010, ss. 351-362.

Serletis, Apostolos., Herbert, John. "The Message In North American Energy Prices". **Energy Econ,** Cilt: 21, Sayı: 5, 1999, ss. 471-483.

Siliverstovs, Boriss, Guillaume L'He´garet, Anne Neumann ve Christian von Hirschhausen. "International market integration for natural gas? A cointegration analysis of prices in Europe, North America and Japan", **Energy Economics,** Cilt: 27, Sayı: 4, 2005, ss. 603-615.

Solak, Ali Osman. "Petrol Fiyatlarını Belirleyici Faktörler", **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt: 4**,** Sayı: 2, 2012.

Symeonidis,,Lazaros Marcel Prokopczuk, Chris Brooks ve Emese Lazar. "Vadeli işlems Basis, Inventory And Commodity Price Volatility: An Empirical Analysis ", **Economic Modelling,** Cilt: 29, Sayı:4, 2012, pp. 2651-2663.

Tang, Ta-Lun. ve Shwu Jane Shieh, "Long Memory In Stock Index Futures Markets: A Value/At/ Risk Approach", Physica A, Sayı: 366, 2006, ss. 437-448

Tse,Yiuman, Ju Xiang, "Market Quality and Price Discovery: Introduction of the E-Mini Energy Futures", **Global Finance Journal,** 2005, ss.164-179.

Tonn, Victor Lux, H.C. Li , Joseph McCarthy. Wavelet Domain Correlation Between The Futures Prices Of Natural Gas And Oil", **The Quarterly Review of Economics and Finance,** Cilt: 50, Sayı: 2, 2010, ss. 408-414.

Tsoskounoglou, Miltos , E. Tritopoulou, George Ayerides. "The end of Cheap Oil: Current Status and Prospects", **Energy Policy,** Cilt: 36, Sayı: 10, 2008, ss. 3897-3806.

U.S. Energy Information Administration, **International Energy Outlook 2013,** http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf, (21.03.2014).

Ural, Mert. **Yatırım Fonlarının Performans ve Risk Analizi** 1. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2010.

Ural, Mert ve Erhan Demireli."Gerçekleşen Volatilite: Ham Petrol Fiyatlari Üzerine Bir Uygulama", **14. Ulusal Finans Sempozyumu Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi 3 – 6 Kasım 2010 – Konya,** ss.1-9, http://efinans.co/wp-content/uploads/2013/11/305-313.pdf, (01.04.2014).

Wang, Yudong, Chongfeng Wu. "Forecasting Energy Market Volatility Using GARCH Models:" Can Multivariate Models Beat Univariate Models?", **Energy Economics,** Cilt: 34, Sayı: 6, 2012, ss. 2167-2187.

Xekalaki, Evdokia ve Stavros Degiannakis. "**ARCH Models for Financial Applications**", John Wilwy and Sons, Inc. Greece, 2010.

Yang, Steven Li -Qianqian. "The Relationship Between Implied And Realized Volatility:Evidence From The Australian Stock Index Option Market", **Rev Quant Finan Acc,** Cilt: 32, Sayı: 4, 2009, 405–419, DOI 10.1007/s11156-008-0099-2.

Yilmaz, Çiçek. **Estimating Value At Risk Using Garch Models: Evidence From The Turkish Banks,** (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), The Graduate School Of Social Sciences Of Izmir University Of Economics, 2008.

Yilmaz, Tolgahan. **Modeling Volatility Of Turkish Stock Index Futures**, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Ünversitesi, İzmir, 2009.