

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞERLİ MADENLERİN FİNANSAL KRİZ
DÖNEMLERİNDEKİ OYNAKLIĞININ OTOREGRESİF
KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ İLE
İNCELENMESİ

İbrahim Sezer BELLİLER

Danışman

Doç. Dr. Hamdi EMEÇ

İZMİR - 2018

YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : İBRAHİM SEZER BELLİLER
Öğrenci No : 2014800503
Tez Başlığı : Değerli Madenlerin Finansal Kriz Dönemlerindeki Oynaklığının Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile İncelenmesi
Savunma Tarihi : 29.01.2018
Danışmanı : Doç.Dr.Hamdi EMEÇ

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr.Hamdi EMEÇ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Özlem KİREN GÜRLER	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Ayşen KAYA	EGE ÜNİVERSİTESİ	

İBRAHİM SEZER BELLİLER tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği (X / oy çokluğu) ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Demet ÖZDAMAR
Müdür

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Değerli Madenlerin Finansal Kriz Dönemlerindeki Oynaklığının Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle İncelenmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım tüm yapıtların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

İbrahim Sezer BELLİLER

....../....../2017

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Değerli Madenlerin Finansal Kriz Dönemlerindeki Oynaklığının Otoregresif
Koşullu Değişen Varyans Modelleri İle İncelenmesi**

İbrahim Sezer BELLİLER

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ekonometri Anabilim Dalı

Ekonometri Programı

Değerli maden olarak kabul edilen altın, gümüş, platin ve paladyumun kullanım alanları ve finansal piyasalardaki yeri ve önemi birbirinden oldukça farklıdır. Özellikle günümüz koşullarında küresel ölçekte yaşanan ekonomik, siyasi ve politik istikrarsızlık, riskten korunma amacıyla değerli madenlere yönelik yatırımları arttırmıştır.

Bu çalışmanın amacı değerli madenlerin fiyatlarında meydana gelen oynaklığı, Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri ile inceleyip değerli madenlerin kriz dönemlerindeki davranışlarını belirlemek ve elde edilen bulgular çerçevesinde değerli madenlerden oluşturulacak portföyün özelliklerini açıklamaktır. Çalışmanın ilk bölümünde değerli madenler, bireysel olarak ele alınmış değerli madenlerin arz talep karakteristikleri, kullanım alanları, finansal piyasalardaki yatırım araçları ve getiri performansları hem küresel hem yerel ölçekte incelenmiştir. İkinci bölümde durağanlık kavramı, birim kök testleri, ARIMA ve Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modellerinin kuramsal çerçevesi incelenmiştir. Üçüncü bölümde, değerli madenlerin 02.04.1990-02.02.2017 yılları arasında günlük kapanış fiyatları alınarak veri seti oluşturulmuştur. Değerli madenlerin oynaklığı Otoregresif ve Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH)-(GARCH) tipi modeller yardımı ile belirlenmiştir. Veri seti 1997 Asya krizi ve 2008 Küresel Krizi içerdiğinden dolayı ilgili tarihlerde değerli madenlerin oynaklık kırılmaları kukla değişken yardımı ile belirlenmeye

alışılmıştır. 2008 Küresel krizinde altın, gümüş ve paladyum getiri serilerinde oynaklık kırılmasının meydana geldiği bulunmuştur. Portföy ayrıştırması ve yatırımcının riskinin en aza indirebilmesi için birbiri ile zıt ilişkili değerli madenler tespit edilmeye çalışılmış, bu bağlamda altın ve gümüş madeninin birbiri ile paralel oynaklık davranışları sergilediği gözlemlenmiştir. Birbiri ile daha az ilişkili olan altın-platin ya da paladyum-gümüş gibi yatırım araçlarını aynı portföyde konumlandırması yatırımcıya risk ayrıştırması açısından avantaj sağlayabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değerli Madenler, Oynaklık, Değerli Maden Oynaklığı, Ardışık Koşullu Değerlen Varyans Modelleri.

ABSTRACT

Master's Thesis

Analysis Of Precious Metals' Volatility With Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Models At Periods Of Financial Crises

İbrahim Sezer BELLİLER

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Econometrics

Econometrics Program

Being accepted as precious metals, gold, silver, platinum and palladium are quite different each other with regard to their usage areas, the place and importance of financial markets. Especially under today's conditions, economic, political and geopolitical instability being experienced on the global scale, increased precious metals investments.

Purpose of this study, analyze volatility of precious metals with the aim of Autoregressive Conditional Heteroskedasticity models and determine volatility behavior of precious metals and explain properties of precious metals' portfolios. First chapter of this study, precious metals took individually and examined supply and demand characteristics, usage areas and return performances on the both local and global scale. Second chapter, studied of theoretical framework of stationarity concept, unit root tests, ARIMA and Autoregressive Conditional Heteroskedasticity models. Third chapter, precious metals' data set constructed in the period of 02.04.1990 and 02.02.2017 with daily closing prices. Volatility of precious metals determined with the help of Autoregressive and Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)- (GARCH) typed models. Due to data set contained 1997 Asian Crisis and 2007 Global Crisis, volatility breaks were tried to determine with the method of dummy variable. Volatility break was found in gold, silver and palladium return series in 2008 Global Crisis. Due to portfolio diversification and risk minimalization, tried to find negatively

correlated precious metals, in this manner gold and silver were observed that same volatility behaviour. Putting on same portfolio of precious metals, provide some advantages that gold - platinum or palladium - silver which have poorly correlated with each other.

Keywords: Precious metals, Volatility, Volatility of Precious Metals, Autoregressive Conditional Heteroskedasticity



**DEĞERLİ MADENLERİN FİNANSAL KRİZ DÖNEMLERİNDEKİ
OYNAKLIĞININ OTOREGRESİF KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS
MODELLERİ İLE İNCELENMESİ**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

**DEĞERLİ MADENLER VE DEĞERLİ MADENLERE DAYALI YATIRIM
ARAÇLARI**

1.1. ALTIN	4
1.1.1. Altının Tarihçesi	6
1.1.2. Altın Arz ve Talebi	6
1.1.3. Altın Fiyatlaması	8
1.1.4. Risk Yönetimi Açısından Altın	10
1.1.5. Yatırım Aracı Olarak Altın	10
1.2. GÜMÜŞ	15
1.2.1. Gümüşün Tarihçesi	16
1.2.2. Gümüşün Arz ve Talebi	17
1.2.3. Yatırım Aracı Olarak Gümüş	20
1.3. PLATİN	22
1.3.1. Platinin Tarihçesi	22
1.3.2. Platin Arz ve Talebi	23

1.3.3. Yatırım Aracı Olarak Platin	26
1.4. PALADYUM	29
1.4.1. Paladyumun Tarihçesi	30
1.4.2. Paladyum Arz ve Talebi	31
1.5. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE DEĞERLİ MADENE DAYALI YATIRIM ARAÇLARI	35
1.5.1. Külçe ve Sikke	36
1.5.2. Türkiye'de Değerli Maden Sertifikaları	37
1.5.3. Değerli Madenlere Dayalı Hisse Senetleri	37
1.5.4. Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları	39
1.5.5. Dünyada Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları	39
1.5.6. Türkiye'de Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları	43
1.5.6.1. Akbank Altın Fonu	43
1.5.6.2. Garanti Bankası Altın Fonu	44
1.5.6.3. İş Bankası Altın Fonu	44
1.5.6.4. Ziraat Bankası Altın Katılım Fonu	44
1.5.6.5. Yapı Kredi Bankası Altın Fonu	45

İKİNCİ BÖLÜM

ZAMAN SERİLERİNDE DEĞİŞEN VARYANS VE OYNAKLIĞI TAHMİN ETMEDE KULLANILAN METODLAR

2.1. DURAĞANLIK KAVRAMI VE BİRİM KÖK TESTLERİ	47
2.1.1. Zayıf Durağan Süreç	47
2.1.2. Kesin Durağan Süreç	48
2.1.3. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi	48
2.1.4. Philips Perron (PP) Testi	49
2.1.5. Kwiatkowski Philips Schmidt Shin (KPSS) Test	49
2.2. ARIMA MODELLERİ	50
2.2.1. Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) Modelleri	50

2.2.2. Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modeli ve Box-Jenkins Yaklaşımı	51
2.2.3. ARIMA Model Belirleme ve Tahminleme Süreçleri	52
2.3. OYNAKLIK	53
2.4. DEĞİŞEN VARYANS MODELLEMELERİ	55
2.4.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modellemesi	55
2.4.1.1. ARCH Sürecinin Olabilirlik Fonksiyonuna Göre Tahmini	57
2.4.1.2. ARCH Etkisinin Belirlenmesi	60
2.4.1.3. ARCH Modelinin Zayıflıkları	61
2.4.1.4. ARCH Modelinin Kısıtları	62
2.4.2. GARCH Modeli	63
2.4.2.1. GARCH Modelinin Kısıtları	65
2.4.2.2. GARCH (1, 1) Süreci	66
2.4.2.3. GARCH Modelinin Tahminlenmesi	66
2.4.2.4. GARCH Modeli Tahmin Algoritması	68
2.4.2.5. GARCH Etkisinin Test Edilmesi	69
2.5. MODEL SEÇİM KRİTERLERİ	69

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DEĞERLİ MADENLERİN OYNAKLIĞININ KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ İLE BELİRLENMESİ

3.1. LİTERATÜR TARAMASI	71
3.3. VERİ SETİ VE VERİ SETİNİN DURAĞANLIĞIN İNCELENMESİ	75
3.4. ARIMA MODELLERİNİN BELİRLENMESİ	84
3.5. ARCH ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	89
3.6. FİNANSAL KRİZLER İLE GARCH MODELLEMESİ	93
SONUÇ	100
KAYNAKÇA	103

KISALTMALAR

ACF	Otokorelasyon Fonksiyonu
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
AR	Otoregresif
ARCH	Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
ARMA	Otoregresif Hareketli Ortalama
ARIMA	Otoregresif ve Bütünleşik Hareketli Ortalama
GARCH	Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans
HKT	Hata Kareler Toplamı
HQ	Hannan-Quinn Bilgi Kriteri
L	Gecikme İşlecisi
LO	Logaritma Olabilirlik
MA	Hareketli Ortalama
PACF	Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
SIC	Schwarz Bilgi Kriteri
SPK	Sermaye Piyasaları Kurumu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Altın Fiyatını Etkileyen Ekonomik ve Siyasi Göstergeler	s.9
Tablo 2: 2002-2015 yılları Arası Altın Talebi	s.14
Tablo 3: Dünya Gümüş Arz ve Talebi	s.19
Tablo 4: Gümüş Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1970-2016 Yılları Arası	s.20
Tablo 5: Platin Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1960-2016 Yılları Arası	s.28
Tablo 6: Paladyum Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1970-2012 Yılları Arası	s.34
Tablo 7: Rand Rafineri Şirketinin Külçe Altın Üretim Standartları	s.36
Tablo 8: Yüksek Performanslı Değerli Maden Yatırım Fonları	s.39
Tablo 9: Rydex Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği	s.40
Tablo 10: Tocqueville Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği	s.41
Tablo 11: Vanguard Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği	s.42
Tablo 12: Değerli Madenlerin Getiri Performansı Karşılaştırması	s.42
Tablo 13: Altına Dayalı Yatırım Fonu Performans Karşılaştırması	s.45
Tablo 14: ARIMA Modelinin ACF ve PACF Yardımı ile Belirlenmesi	s.52
Tablo 15: Logaritmik Farklı Değerli Maden Serilerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	s.75
Tablo 16: Düzey Değerlerine Ait ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.80
Tablo 17: Serilerin Birinci Farklarına Ait ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları	s.83
Tablo 18: Serilerin Birinci Farklarına Ait KPSS Birim Kök Testi Sonuçları	s.84
Tablo 19: Değerli Maden Serileri İçin Model Seçim Kriterleri Tablosu	s.86
Tablo 20: ARIMA Model Sonuçları	s.88
Tablo 21: Serilere Ait ARCH Test İstatistikleri	s.90
Tablo 22: Serilere Ait ARCH(1) Model Sonuçları	s.91
Tablo 23: ARCH(1) Modellerinin Hata Terimlerine Yapılan ARCH-LM Testi	s.92
Tablo 24: Asya Krizi için Kurulan GARCH(1,1) Model Sonuçları	s.94
Tablo 25: Küresel Kriz için Kurulan GARCH(1,1) Model Sonuçları	s.95
Tablo 26: GARCH(1,1)'in (ARCH-LM) ve Otokorelasyon Testi	s.97
Tablo 27: Gümüş Serisine Ait GARCH(1,2) Modelinin Sonuçları	s.98
Tablo 28: Gümüş Serisi için GARCH Modeli Seçim Tablosu	s.99

Tablo 29: Gümüş Serisi için GARCH(1, 2) Modeline Yapılan ARCH-LM Testi.

s.99



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: 1960-2016 Yıllar Arası Tarihsel Altın Fiyatları	s. 5
Şekil 2: Günümüze Kadar Çıkarılan Altın Madeni	s. 5
Şekil 3: 2016 Yılı Altın Üreticisi Ülkeler	s. 7
Şekil 4: 2016 Altın Rezervine Sahip Ülkeler	s. 8
Şekil 5: 2017 Yılı Merkez Bankaları Altın Rezervleri	s. 13
Şekil 6: 1960-2016 Arası Tarihsel Yıllık Gümüş Fiyatları	s. 15
Şekil 7: 1960-2016 Yılları Arası Tarihsel Yıllık Platin Fiyatları	s. 23
Şekil 8: 1975-2015 Yılları Arası Platin Arzı	s. 25
Şekil 9: 1975-2015 Yılları Arası Platin Talebi	s. 25
Şekil 10: 1960-2016 Yılları Arası Tarihsel Yıllık Paladyum Fiyatları	s. 31
Şekil 11: 1980-2016 Yılları Arası Ülkelere Göre Paladyum Arzı	s. 32
Şekil 12: 1980-2016 Yılları Arası Kullanım Alanlarına Göre Paladyum Talebi	s. 33
Şekil 13: ARIMA Modelinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminleme Süreci	s. 53
Şekil 14: Değerli Madenlerin Zaman Yolu Grafikleri	s. 77
Şekil 15: Değişkenlerin Düzey Değerine Ait Korelogram Analizi Sonuçları	s. 78
Şekil 16: Serilerin Birinci Farkına Ait Zaman Yolu Grafiği	s. 81
Şekil 17: Değişkenlerin Birinci Farklarına Ait Korelogram Analizi Sonuçları	s. 82
Şekil 18: Seçilen ARIMA Modellerinin Artıklarının Korelogram Sonuçları	s. 88

GİRİŞ

Küreselleşen finansal piyasalarda bilgi akışının hızla yoğunlaşması, yatırım araçlarının getirilerindeki ani değişimleri arttırmaktadır. Yatırım araçlarının getirilerinde oluşan yukarı veya aşağı yönlü ani değişim, oynaklığın basit bir tanımı olarak kabul edilebilir (Poon, 2005: 20; Ezzati, 2013: 1, Daly, 2011: 46). Finansal küreselleşmenin piyasalara getirdiği kırılganlık, oynaklığın ölçülmesinin önemini giderek arttırmıştır. Ekonomik karar birimleri, portföy yöneticileri ve yatırımcılar oynaklığın öngörülenmesi ile daha sağlıklı kararlar alabilmektedirler. Bu öngörümleme belirli bir doğruluk payı çerçevesinde yapılmaktadır.

Yatırım aracı olarak değerli madenlerin (altın, gümüş, platin ve paladyum) getirilerinde meydana gelen dalgalanmaların açıklanabilmesi, portföy oluşturma sürecinde oldukça önem arz etmektedir. Değerli madenlerin getirilerinde oluşan oynaklığın modellenmesi bu bağlamda önem kazanmaktadır.

Finansal piyasaların, çabuk değişen konjunktüre karşı reel sektöre kıyasla daha kırılgan olduğu bilinmektedir. Hızla değişen jeopolitik, ekonomik, siyasi faktörler ışığında değerli madenler yatırımcılar için çoğu zaman güvenli liman olarak görülmüştür. Özellikle siyasi, ekonomik ve jeopolitik istikrarsızlık karşısında altına yönelme diğer yatırım araçlarına kıyasla ciddi oranda artmaktadır.

Oynaklığın artması her zaman negatif bir durum gibi algılanmamalıdır. Finansal bir getiri serisinde, getirinin ortalamasının altına çekilmesi ve ortalama farkın artması ile oluşabilecek negatif oynaklık, yatırımcı açısından kötü bir senaryo olabileceği gibi ortalamasının üstüne hızla çıkan getiri ise yatırımcı tarafından istenilen bir durum olabilmektedir. Bu bağlamda krizleri fırsata çevirme kavramı oynaklığın doğru öngörülenmesi ile mümkün olacaktır (Poon, 2005: 1).

Oynaklık, değerli maden piyasalarında rutin olarak gözlemlenebileceği gibi ekonomik kriz dönemlerinde bu oynaklıklar oldukça artmakta, hatta oynaklık kırılmalarına yol açmaktadır. Yatırımcılar kriz dönemlerinde istikrarsız ekonomik konjunktürden korunmak amacıyla hisse senedi, tahvil ya da hazine bonoları yerine altın, gümüş gibi değerli madenlere yönelmektedirler. Değerli madenlerde oluşacak oynaklıkların yönünü ve şiddetini ekonomik kriz ortamlarında belirlemek, bu bağlamda önem taşımaktadır.

Geleneksel ekonometri, değişkenler arasındaki ilişkiyi klasik doğrusal regresyon modelleri ile açıklamaya çalışmaktadır. Tahmin edilen modelin hata terimlerinin sabit olması varsayımı gibi oldukça katı kısıtlamalar, finansal ekonometrinin yöntemini geleneksel ekonometrik yöntemlerden ayırtmıştır. Çünkü finansal zaman serilerinde değişkenler kendi geçmiş değerleriyle önemli ölçüde ilişkilidir. Bu çerçevede zamana bağlı olarak meydana gelen değişimler klasik doğrusal regresyondaki sabit varyans varsayımını ihlal etmektedir (Gujarati ve Porter, 2009: 367).

Finansal zaman serilerinin temelini oluşturan yatırım araçlarının getirileri, geçmiş getirilerinden etkilenmektedir. Getiri serisinde meydana gelen bir dönem önceki artış ya da azalış cari dönemde artış ya da azalış olarak meydana gelme eğilimindedir. Bu eğilim finansal zaman serilerinde oynaklık kümelenmesi olarak tanımlanmaktadır. (Engle ve diğerleri 1990: 596)

Engle(1982) tarafından literatüre kazandırılan Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) ile başlayan oynaklık modellemeleri; Bollerslev(1986) ile geliştirilip, Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelleri ile finansal ekonometrinin temel yöntemi haline gelmiştir.

Bu çalışmada değerli madenler olarak nitelendirilen altın, gümüş, platin ve paladyum madenleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı değerli madenlerin kriz dönemlerindeki oynaklık davranışlarını inceleyerek yatırımcılara portföy oluşturma sürecinde dikkat etmeleri gereken durumları açıklamaktır.

Oynaklığın yakalanması ve değişen varyans etkisinin belirlenebilmesi için veri setinin günlük gözlemler gibi yüksek frekanslı olmasında fayda vardır (Goodhart ve O'Hara, 1997: 73). Bu amaç doğrultusunda 02.04.1990-02.02.2017 dönemi için değerli madenlerin günlük kapanış fiyatları ele alınıp analiz toplam 6785 veri ile gerçekleştirilmiştir. Değerli madenlerin kapanış fiyatları altın ve gümüş için Londra külçe piyasası birliğinden (London Bullion Market Association) (LBMA) paladyum ve platin için Londra Platin & Paladyum Piyasasından (London Platinum & Palladium Market) alınmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde değerli madenler ferdi olarak ele alınıp değerli madenlerin özellikleri, kullanım alanları, arz-talep dengeleri araştırılmıştır. Ayrıca değerli madenler için yapılacak yatırım araçlarının çeşitleri ve Türkiye’de aktif

olarak kullanılan yatırım araçları açıklanmıştır. Güncel gelişmeler çerçevesinde Türkiye’de ihraç edilen değerli madenlere yönelik yatırım araçları da incelenmiştir.

İkinci bölümde oynaklığın iktisadi tanımı yapıp oynaklığın ölçülmesinde kullanılan yöntemler değerlendirilmiştir. Ekonometrik analiz çerçevesinde kullanılacak yöntemlerin teorik açıklamaları ele alınmış olup uygulanan yöntemlerin teorik varsayımları incelenmiştir.

Üçüncü bölümde değerli madenlerin oynaklığı, Otoregresif Hareketli Ortalama ve Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri ile analiz edilmiştir. Değerli maden serilerinin oynaklığı analiz edilmeden önce serilerin logaritmik farkları alınıp getiri serileri elde edilmiştir. Getiri serilerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları incelenmiştir. Değerli maden serilerinin durağanlığının araştırılması için serilerin düzey seviyesindeki zaman yolu grafikleri incelenip korelogram analizi ve birim kök testleri uygulanmıştır. Seriler durağan hale getirildikten sonra doğrusal zaman serisi modellemesine gidilerek seriler için en uygun Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) modelleri, Box-Jenkins yaklaşımı ile belirlenmiştir. Belirlenen modellerin hata terimlerine, değişen varyans testleri yapıldığında ARIMA modellerinin hata terimlerinin Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) etkisi taşıdığı bulunmuştur. Bu nedenle değerli maden serileri koşullu oynaklık modelleri ile belirlenip en uygun GARCH modelleri, model seçim kriterleri yardımı ile seçilmiştir.

Analizin yapıldığı aralık 1997 Asya krizini ve 2007 Küresel krizi içerdiği için krizlerin oynaklık üzerindeki etkileri GARCH modellerine eklenen kukla değişken yöntemi ile açıklanmıştır.

Sonuç bölümünde ise değerli maden modellerinin parametre yorumları yapıp kriz dönemlerinde oynaklık artışı yaşanan seriler için konu ile ilgilenen araştırmacılara ve yatırımcılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Birbiri ile benzer oynaklık örüntüsüne sahip olan altın ve gümüş madeninin portföy ayrıştırma sürecinde aynı portföye dahil edilmesi yerine birbiri ile zayıf veya negatif ilişkili madenlerin portföy optimizasyonu açısından daha faydalı olabileceği açıklanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DEĞERLİ MADENLER VE DEĞERLİ MADENLERE DAYALI YATIRIM

ARAÇLARI

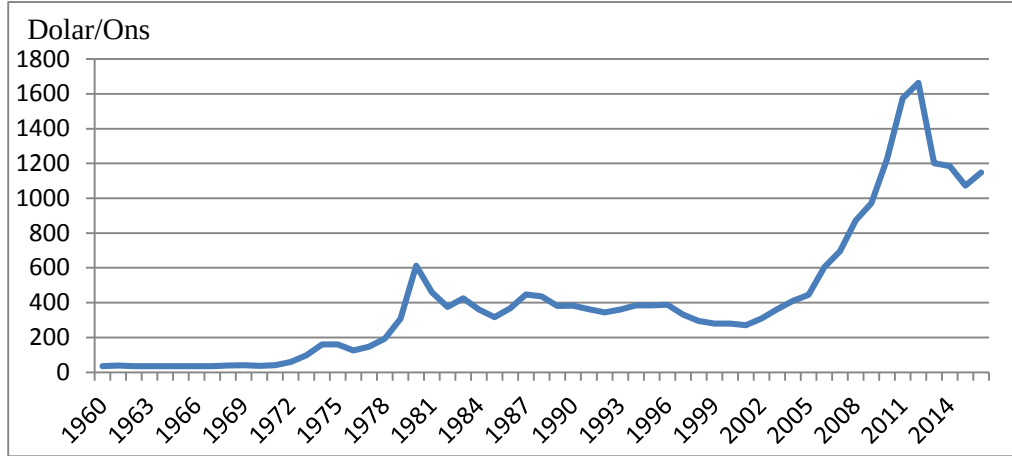
Yüzyıllardan beri, altın ve diğer belirli değerli madenler değer saklama aracı, mübadele aracı ve hesap birimi olarak işlev görmektedir. İktisadi bunalım veya kriz havasının hakim olduğu durumlarda, yatırımcılar portföylerini, değerli madenlere yatırım yaparak değiştirmiştir. Uzun dönemli perspektiften bakıldığı zaman değerli madenlere yapılan yatırımlar, genel olarak fiyat seviyesinde meydana gelen enflasyondan korunmak amacıyla düşünülmektedir (Darst, 2013: 1).

Birinci bölümde değerli madenlerin karakteristik özellikleri tanıtılmış olup, değerli madenlerin arz-talep verileri incelenmiştir. Değerli madenlerin fiyat hareketlerini daha iyi kavrayabilmek için değerli madenlerin kullanım alanları, tarihçeleri, talep ve arz dengelerinde meydana gelen değişimler ve değerli madenlerin tarihi fiyatları analiz edilmiştir. Her değerli maden bireysel olarak ele alınıp, ilgili madenler, yatırım aracı olarak ayrıca değerlendirilmiştir.

1.1. ALTIN

Altın değerli madenler arasında göze en çok çarpan ve tarihsel geçmişi itibari ile en bilinen maden türüdür. Altın periyodik cetvelde “Au” olarak gösterilmekle birlikte ismini Latince “aurum” kelimesinden alır. Bu kelimenin Latince anlamı “parlayan şafak” olarak bilinir. Altın madeni estetik özelliği nedeniyle ziynet eşyası olarak, rezerv aracı olması niteliğinden dolayı külçe halinde saklanması, değişim aracı olma özelliği ile para olarak kullanımından dolayı diğer madenlere göre her zaman daha önde olmuştur. İfade edilen bu özelliklerin dışında altın madeninin kimyevi olarak da son derece önemli özellikleri bulunmaktadır. Altın madeni oksijen ile reaksiyona girmediği için paslanmaz. Altın, öz direncinin çok az olması dolayısıyla en düşük elektrik akımını dahi kayıpsız iletebilmektedir. Altının bir diğer özelliği değerli madenlerin arasında daha yumuşak yapıya sahip olmasıdır. Bu nedenle altın, kolay dövülebilir bir madendir. (Çıtak, 2006: 14).

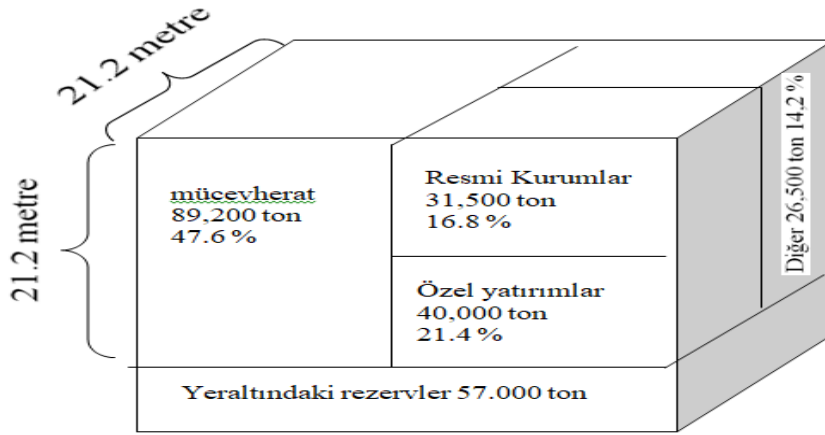
Şekil 1: 1960-2016 Yıllar Arası Tarihsel Altın Fiyatları



Kaynak: (Ganz, 2011: 56)

Şekil 1 incelendiğinde tarihsel altın fiyatlarının 1960 yılından 2016 yılına kadar izlediği seyir görülmektedir. Altın, 1960 yılından 1971 yılına kadar 35 dolar/ons seviyesinde işlem görmüştür. 1970’li yıllardan 2000’li yıllara kadar yaklaşık 400 dolar/ons dolayında işlem gören altın, 2000’li yıllardan itibaren ani bir yükselişle 1650 dolar/ons seviyelerine kadar tırmanmıştır.

Şekil 2: Günümüze Kadar Çıkarılan Altın Madeni



Kaynak: <http://www.gold.org/about-gold/gold-supply/gold-mining/how-much-gold-has-been-mined> (14.07.2017)

Şekil 2’de günümüze kadar çıkarılan altın, kenar uzunlukları ortalama 21,2 metre olan bir küp olarak görselleştirilmiştir. Şekil 2 incelendiği zaman günümüze kadar çıkarılan altın, % 47.6’lık oranla mücevherat olarak kullanılmıştır. Altına

olan talebin diğerk iki büyük kalemi sırasıyla % 21.4 ile özel yatırımlar, %16.8 ile de resmi kurumlar olarak bulunmuştur.

1.1.1. Altının Tarihçesi

Altın, keşfedildiğinden itibaren hep değerli bir maden olarak görölmüştür. Altın eski çağlar boyunca da süs eşyası, takı ve dini sembolik nesnelerin yapımında kullanılmıştır. Altının milattan önce 4000 yılında Orta ve Doğu Avrupa'nın bir kısmında kullanıldığı bilinmektedir (Çıtak, 2006: 149). Fakat altın ile ilgili yazılı kaynaklara geçen ilk eser, milattan önce 1320-1200 yılları arasında 19. Antik Mısır Hanedanlığında bulunan altın madeni haritası olarak kaydedilmiştir (Pohl, 2011: 208). Altın, uzun yıllar boyunca üretilen bir maden olmasına rağmen asıl kitle üretimi, 1848 yılından sonra Kaliforniya'da altının bulunması haberinin tüm dünyaya yayılmasından sonra başlamıştır (<http://geology.com/usgs/gold/>).

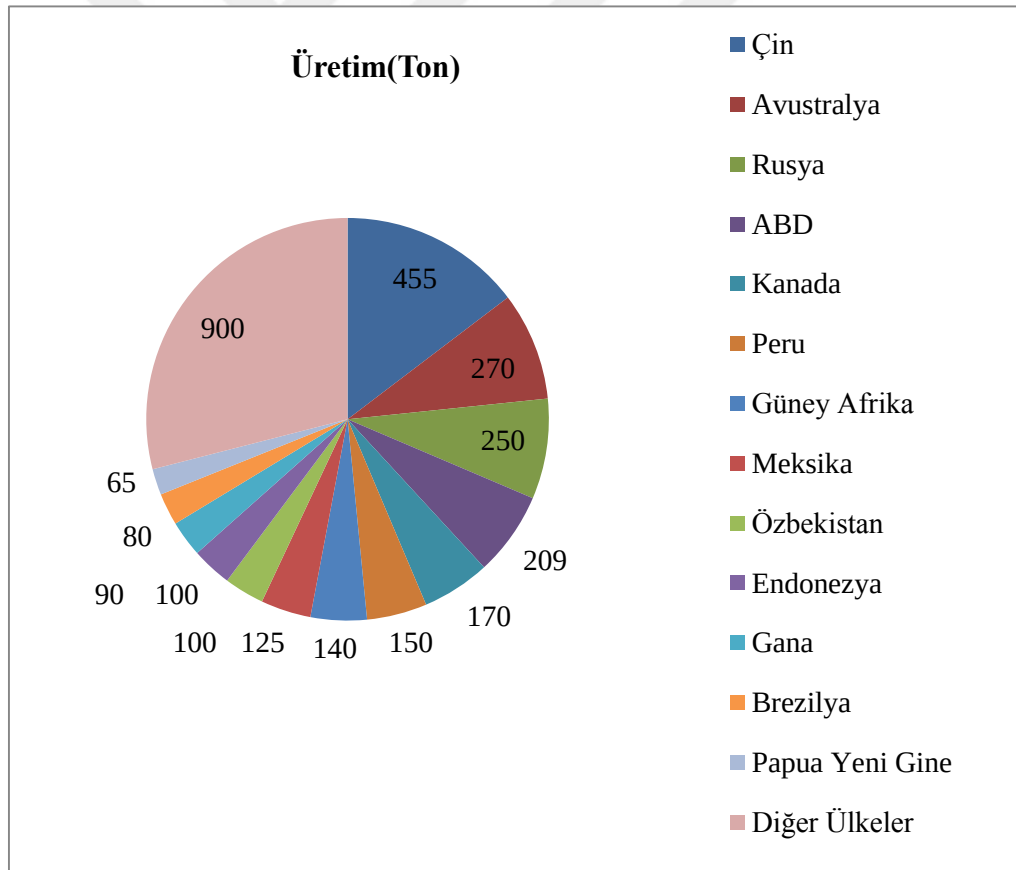
İlk altın üretimini Mısırlılar başlatmış olup, bugün Mısır, Sudan ve Suudi Arabistan'ın yer aldığı coğrafyada altın üretimini gerçekleştirmişlerdir. Afrika'daki altın üretiminin ilk merkezi ise bugünkü Gana topraklarında bulunmaktadır. 15. Yüzyılın ilk yarısında Gana'da altın üretimi 5-8 ton seviyesine gelmiştir. 16. Yüzyıl ortalarında İspanyol istilacılar Meksika ve Peru'da bulunan yeni altın yataklarına ulaştıklarından sonra 17. Yüzyıl itibariyle küresel üretim, 10-12 ton dolaylarına ulaşmıştır. Kaliforniya'da altın rezervlerinin bulunmasından önce en büyük üretici, 75 tonluk dünya üretiminde 35 tonluk üretim payına sahip olan Rusya olmuştur. 1848 yılında Kaliforniya'da altın yataklarının bulunması ile aynı döneme denk gelen Avusturya'da bulunan altın yataklarının keşfi ile altın üretimi, dünya genelinde 95 tona ulaşmıştır. 1873 yılında Güney Afrika'nın Doğu Transvaal bölgesinde altın yataklarına ulaşılması ile birlikte kronolojik sıralamada büyük üretim yapan altın madenlerinin son halkası da tamamlanmış olmaktadır (Çıtak, 2006: 65).

1.1.2. Altın Arz ve Talebi

Altının en önemli arz kaynağı, maden üretimidir. Her yıl altın arzı, ortalama %75 oranında maden üretiminden karşılanmaktadır. Maden üretimi, altındaki fiyat

değişimlerine karşı çok hızlı cevap verememektedir. Yeni altın madenlerinin araştırılması ve bulunması arasında genelde uzun bir zaman dilimi vardır. Bu nedenle altın fiyatlarının ani ve sert değişimi karşısında maden üretiminin bu fiyatlara aynı oranda cevap verebilmesi oldukça zordur. Bir diğer deyişle altın arzı, fiyattaki değişimlere karşı inelastik bir yapıya sahiptir. Altın arzının başka önemli kalemi, hurda altın üretimidir. Hurda altın arzı, altın fiyatlarındaki ani ve sert değişimlere karşı daha duyarlıdır (<http://www.gold.org/research/latest-world-official-gold-reserves>). Altın arzında diğer önemli kalem de merkez bankalarıdır. Merkez bankaları bulundurdıkları altın rezervleri ile altın arzında önemli bir paya sahiptir. Spekülasyon dürtüsü ile merkez bankaları arzın talebi karşılayamadığı zamanlarda piyasaya altın satarlar (Gothelf, 2005: 189-190).

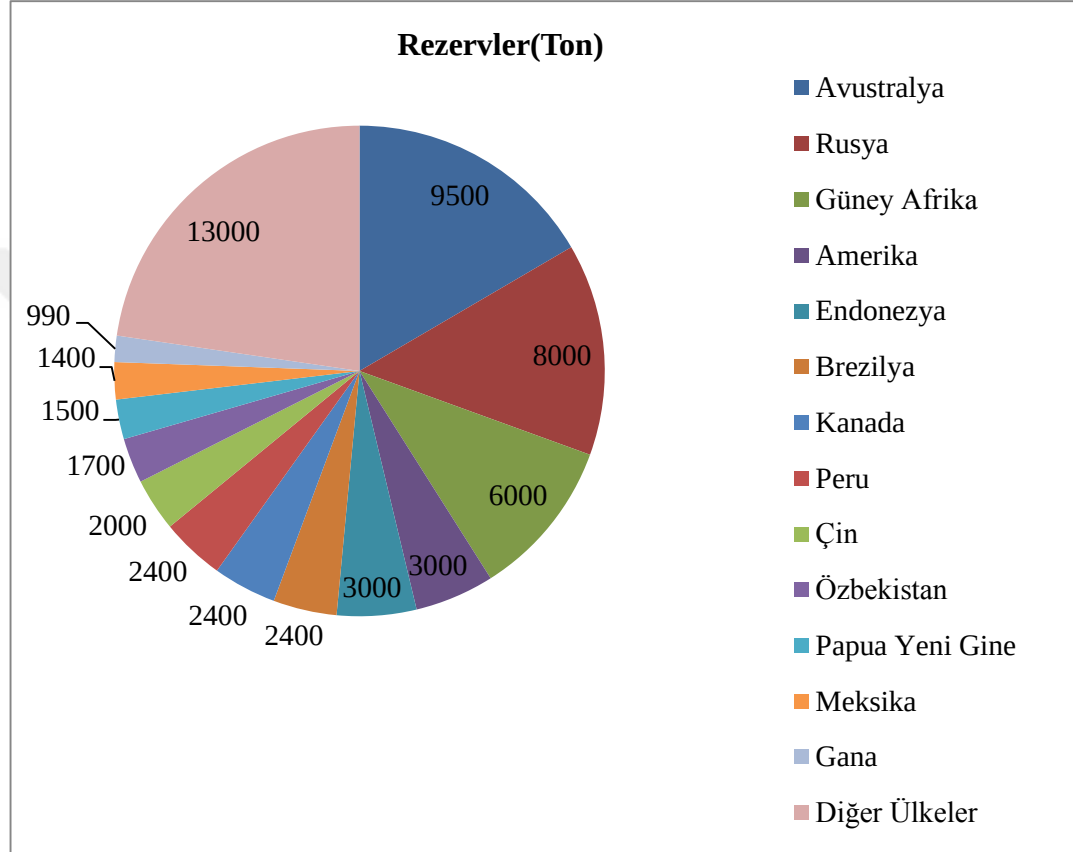
Şekil 3: 2016 Yılı Altın Üreticisi Ülkeler



Kaynak: <http://www.gold.org/data> (20.07.2017)

Şekil 3, 2016 yılında altın üreticisi olan ülkeleri göstermiştir. Ülkelerin sahip oldukları altın rezervleri, ülkelerin altın üretimleri ile doğru orantılı olmayabilir. Örneğin Çin, yıllık 455 ton altın üretimine rağmen dünya altın rezervlerinin sadece %4'üne sahiptir (Darst, 2013: 28).

Şekil 4: 2016 Altın Rezervine Sahip Ülkeler



Kaynak: <http://www.gold.org/data> (20.07.2017)

Şekil 4, 2016 yılında altın rezervlerine sahip ülkeleri göstermektedir. Şekil 4'te görüldüğü gibi Avusturalya 9500 ton ile en büyük altın rezervine sahiptir. İkinci büyük rezerv, 8000 ton altın rezervi ile Rusya'ya aittir. Üçüncü büyük rezerv, 6000 ton ile Güney Afrikaya aittir.

1.1.3. Altın Fiyatlaması

Altın fiyatları, klasik iktisat kuramında açıklanan normal bir malın fiyat oluşumundan farklı bir şekilde oluşmaktadır. Klasik iktisat kuramına göre herhangi

bir malın fiyatı, öncelikle o mala olan arz ve talep koşulları ile belirlenir. Altın fiyatları belirlenirken madenden çıkarılan altın, fiyatlama üzerinde etkili değildir. Sadece, altın fiyatlarında meydana gelen çok büyük artış ve azalışlar, maden üretiminden gelen altın arzında etkili olabilmektedir. Bir diğer kalem olan mücevher talebi de altın fiyatları üzerinde etkili olmaktadır. Mücevher talebi, altın fiyatını belirleyen olmaktan çok altın fiyatlarının belirlediği bir kalem olarak gösterilmektedir. Amerikan doları ile altın fiyatı arasında negatif bir ilişki vardır. Genelde döviz kurunun artması ile altın fiyatının düşmesi birbirini takip etmektedir (Çıtak, 2006: 18). Çıtak (2006) altın fiyatlarını etkileyen ekonomik ve siyasi göstergeleri Tablo 1’de tabloşturmıştır. Tablo 1, enflasyonist baskı ortamında altın fiyatlarının artma eğiliminde olduğunu deflasyonist ortamda ise altın fiyatlarının azalma eğiliminde olduğunu özetlemektedir.

Tablo 1: Altın Fiyatını Etkileyen Ekonomik ve Siyasi Göstergeler

Ekonomik ve Siyasi Göstergeler	Altın Fiyatı	
	Azalış	Artış
Ekonomik ve Siyasi İstikrarsızlık		✓
Faiz Oranlarının Yükselmesi	✓	
Faiz Oranlarının Düşmesi		✓
Devlet Tahvili Hazine Bonosu İtfası		✓
Merkez Bankalarının Döviz Alışı		✓
Merkez Bankalarının Döviz Satışı	✓	
Hazine İhalelerinde Beklenen Yüksek Satış	✓	
Döviz Kurlarında Hızlı Artış		✓
Sabit Getirili Menkul Kıymetlerin Fiyatlarının Düşmesi	✓	
Rezerv Rakamlarının Yüksek Açıklanması		✓
Enflasyon Rakamlarının Yüksek Açıklanması		✓

Kaynak: (Çıtak, 2006: 19)

1.1.4. Risk Yönetimi Açısından Altın

Altın, Uluslararası Para Fonu (IMF) tarafınca kabul edilmiş para niteliği taşıyan tek kıymetli maden olarak bilinmektedir (Fisher, 2004: 115). Altın fiyatları diğer değerli madenlere göre daha az oynak bir yapıya sahip olduğu için portföyde riski azaltıcı bir etki yaratmaktadır. Yatırımcı, portföyünde menkul kıymetlere yer veriyorsa aynı portföyde altına da yer vermesinde fayda vardır. Yapılan birçok araştırmaya göre altın ve menkul kıymetler borsalarının getirileri çoğu zaman negatif ilişkili olmuştur. Modern portföy kuramının kurucusu olarak bilinen Harry Markowitz'e göre portföy yönetiminde yer verilen yatırım araçlarının riski, tekil olarak önemli değildir. Uygun koşullar sağlandığında portföydeki yatırım araçlarının kolektif riski en aza, hatta sıfıra indirilebilmektedir (aktaran Çıtak, 2006: 20).

1.1.5. Yatırım Aracı Olarak Altın

Günümüz koşullarında altına yatırım yapmanın birçok yöntemi olmaktadır. Türkiye'de altın, diğer kıymetli madenlere göre daha eski ve daha gelişmiş yatırım araçlarına sahiptir. Altına dayalı yatırım araçları genel olarak aşağıdaki gibi konumlanabilir (Borsası, 1999: 127-128; Çelikdemir ve Çetin, 2015: 28-35; Darst, 2013: 1).

- **Külçe ve Sikke Şeklinde olan Fiziki Altın;** Dünyada ve Türkiye'de devletlerin ve borsaların çıkardığı birçok şekilde altın sikke ve külçe altın bulunmaktadır. Türkiye de altın borsası tarafından belirli standartlara uygun olarak külçe ve sikke şeklinde piyasaya fiziki altın sürmektedir. Külçe altın, kesme şekline ve boyutlarına göre sınıflandırılabilir. Külçe altının kesme şekli, kesme ve dökme altın olmak üzere iki farklı türde olmaktadır. Dökme altın, eritilmiş olan altının boyutları belirlenmiş olan kalıplara dökülmesi ile elde edilmektedir. Altının marka basılma işlemi kalıptan çıkartıldıktan sonra manuel olarak yapılmaktadır. Kesme altın külçe, düz altın şeritlerinin istenilen kalıpta ve boyda kesilmesi ile üretilir. Kesme külçe altın için yapılan markalama, üretim aşamasında otomatik olarak yapılmaktadır. Külçe altının büyüklüğü ise küçük ve büyük boy olmak

üzere iki kategoride değerlendirilir. Büyük külçeler genelde 100 ve 400 ons ağırlığında üretilir. Kilogram olarak 2, 3, 5 ve 10 kiloluk külçeler halinde de üretilebilirler. Küçük külçeler ise 1000 gram ve daha küçük ağırlıkta üretilebilmektedir. Altın üretimi için elli kabul görmüş rafineri bulunmaktadır. Türkiye’de bulunan rafineriler toplam 338 adet standart küçük külçe altın üretmektedir (Kaplan, 2004: 56).

- **Altın Sertifikası;** Altın sertifikası, hem altındaki değer artışına hem de paranın zaman değerindeki artışa paralel olarak yatırımcısına getiri sağlamak amacıyla belirli bir miktardaki altını temsil etmek için ihraç edilen finansal üründür (<https://www.hazine.gov.tr/tr-TR/Anasayfa>). Türkiye’de altın sertifikası niteliğinde bir yatırım aracı daha 2017 yılı itibari ile uygulamaya girmiştir. 2017 yılı ilk yarısında başbakan yardımcısı Mehmet ŞİMŞEK, “altın tahvili” ve “altına dayalı kira sertifikası” olarak iki farklı yatırım aracını finansal piyasaya entegre edileceğini açıklamıştır. Yeni yatırım araçları ile “yastık altı” diye tabir edilen altınların ekonomiye kazandırılması amaçlanmaktadır¹.
- **Altın Yatırım Fonları;** Altın yatırım fonlarının dünyada genel geçer bir tanımı olmamakla birlikte Türkiye’de altın yatırım fonu, sadece altına dayalı ulusal ve uluslara arası borsalarda işlem gören sermaye piyasası araçları ile altını fiziki olarak kendi portföyünde bulunduran fonlar olarak açıklanmaktadır (Çıtak, 2006: 95). Bireysel yatırımcı fiziki altın satın almak yerine yatırımını altın yatırım fonu şeklinde gerçekleştirebilme olanağına sahip olacaktır. Altın yatırım fonunun küçük yatırımcı için bir takım avantajları vardır. Fiziki olarak altının alınması ve muhafaza edilmesi küçük yatırımcı açısından zor olacağı için altına dayalı yatırım fonuna yatırım yapılması altının saklama ve transfer problemlerini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle altın yatırım fonları, yatırımcıların gün geçtikçe daha çok talep ettiği yatırım aracı olmaktadır.
- **Vadeli İşlem Sözleşmeleri;** Vadeli işlem piyasası, alıcı ve satıcıları vadeli alım satım yapma amacıyla bir araya getiren piyasa türüdür. Vadeli işlemler,

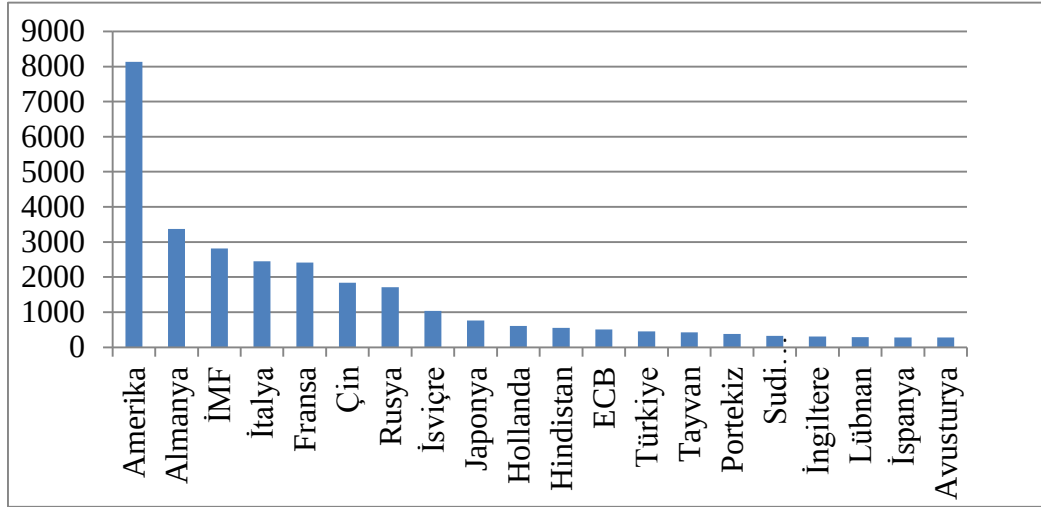
¹ Anadolu Ajansı, “ ‘Altın’ kazanç kapısında sona gelindi.”, **Hürriyet**, <http://www.hurriyet.com.tr/altin-kazanc-kapisinda-sona-gelindi-40502486>, (24.08.2017).

nitelikleri belirlenmiş, standart bir malın gelecekteki bir fiyat üzerinden teslimini şarta bağlayan alım satım işlemleridir. Vadeli işlem sözleşmeleri, tarafların belirli bir finansal üründen, belirli bir miktarda, daha önceden belirlenmiş ileri bir tarihte, önceden üzerinde anlaşılmış bir fiyattan, alımı veya satımı konusundaki yükümlülüklerini içerir. Bu sözleşmelerin kural ve standartları, ilgili borsalar tarafından belirlenmektedir (İstanbul Altın Borsası, 1999: 127). Vadeli işlemler, işlemin yapıldığı tarihte belirlenen fiyattan ilerideki bir tarihte teslimat yapılmasına olanak sağladığı için, spot piyasalarda oluşan ve yatırımcıları karar alma süreçlerini negatif şekilde etkileyen risk faktörünü azaltıcı bir rol oynamaktadır (İstanbul Altın Borsası, 1999: 128).

- **Altın Bankacılığı;** Altına yatırım yapmak isteyen yatırımcı, yatırımını bankaların sunduğu bir takım yatırım aracıyla yapabilmektedir. Bunlardan ilki altın depo hesabıdır. Altın depo hesabı, herhangi bir gerçek veya tüzel yatırımcının elindeki altını bankaya yatırmak suretiyle açtığı hesaptır (İstanbul Altın Borsası, 1998: 25). Yatırımcı aynı zamanda bankalar kanalı ile vadeli ve vadesiz altın hesabı açabilme olanağına sahiptir. Vadesiz altın hesabı açma sureti ile yatırımcı, ilgili bankanın sağladığı olanaklar çerçevesinde düşük meblağlarda dahi internet üzerinden altın alım satımı yapma olanağına sahiptir (Çelikdemir ve Çetin, 2015: 31). Bir diğer altın yatırım aracı ise birikimli altın hesabıdır. Yatırımcı birikimli altın hesabı açma yoluyla her ay belirli bir miktardaki altını, vadesiz hesabından veya kredi kartı ile satın alabilmektedir². Dünya konjonktüründe jeopolitik istikrarsızlık olduğu durumlarda yatırımcı güvenli liman olarak her zaman altına yönelmiştir. Bu nedenle altın bankacılığında yatırım araçları geliştirilmiş ve zenginleştirilmiştir (Darst, 2013: 1).

² Garanti Bankası, “Birikimli Altın Hesabı”, 24.08.2017, https://www.garanti.com.tr/tr/bireysel/mevduat_ve_yatirim/birikim/birikimli_altin_hesabi.page

Şekil 5: 2017 Yılı Merkez Bankaları Altın Rezervleri



Kaynak: <http://www.gold.org/research/latest-world-official-gold-reserves>, (26.08.2017)

Şekil 5’de 2017 yılında ülkelerin merkez bankalarının altın rezervi miktarları verilmiştir. En yüksek rezerve sahip üç kuruluş sırasıyla, Amerika merkez bankası, Almanya merkez bankası ve IMF(Uluslararası Para Fonu)’dir. Toplamda 14321 ton ile en yüksek rezerve sahip üç kuruluş, geri kalan ülkelerin merkez bankalarının altın rezervleri toplamına yakındır.

“Plastik para” ve “elektronik” paranın son derece yaygınlaştığı günümüzde merkez bankalarının kasalarında birçoğunun pasif olarak durduğu ve yüksek oranlarda stoklanmış değerli madenler, akıllarda soru işareti bırakmaktadır. Merkez bankalarının kasalarında bulunan yüksek miktarlardaki altın rezervi hala “küresel güç” olarak benimsenmektedir. Günümüzün yükselen ekonomik güçleri olarak kabul edilen Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan sürekli ve ani bir yükselişle büyüyen ekonomileri ile doğru orantılı olarak merkez bankalarında stokladıkları altın miktarlarını, her geçen gün arttırmaktadır. Merkez bankalarının sergiledikleri bu tutum, güçlü ekonomiye sahip olduklarının bir sinyali olarak kabul edilmektedir (Aizenman ve Inoue, 2013: 71).

Merkez bankalarının elde ettikleri bu pozisyon, maliyetsiz olarak gerçekleşmemektedir. Yapılan birçok araştırmaya göre, altının getiri performansının Amerikan devlet tahvili getiri performansından daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fakat küresel resesyon yada kriz zamanlarında altın, çekiciliğini her zaman korumuştur (Baur ve McDermott, 2010:2).

Tablo 2: 2002-2015 yılları Arası Altın Talebi

Yıllar	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
İmalat	3,040	2,909	3,024	3,138	2,742	2,866	2,621	2,133	2,479	2,426	2,336	2,613		2786
Mücevher	2,680	2,524	2,613	2,709	2,284	2,404	2,186	1,760	2,059	1,962	1,908	2,209	2,152	2,455
Endüstri ve Dışçılık	360	385	411	429	458	462	435	373		463	428	404	389	330
Külçe ve Sikke Cinsinden Perakende Yatırım	373	314	397	412	413	446	649	995	202	1,486	1,255	1,654	1,063	1,011
Diğer perakende yatırım	-	-	-57	-24	-28	-14	213	-	-	-	-	-	-	-
Borsa yatırım fonları ve benzeri	-	-	133	208	260	253	321	338	338	154	279	-880	-159	-133
TOPLAM ALTIN TALEBİ	3,413	3,223	3,497	3,734	3,386	3,552	3,805	3,493	3,812	3,994	4,453	3,756	4,413	4,258

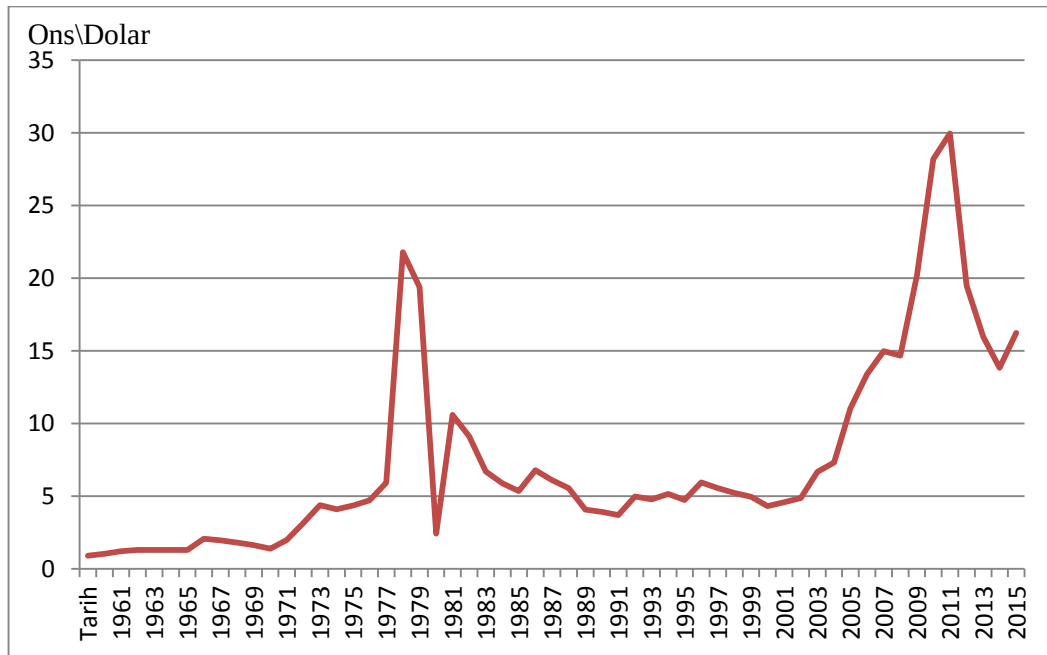
Kaynak: <http://www.gold.org/data> (27.08.2017)

Tablo 2, 2002-2015 yılları arasındaki altın talebinin kalemlerini ifade etmektedir. Yıllar itibariyle altına olan talep artmakla birlikte, talep kalemlerinde meydana gelen bazı değişiklikler dikkat çekmektedir. Külçe ve sikke cinsinden altın talebinde ciddi bir artış meydana gelmiştir. Talepteki bu artış, altın fiyatlarının son 10 yılda yükseliş göstermesiyle doğru orantılıdır. Mücevher olarak altın talebi ise fiyatlar ile ters orantılı olarak değişmiştir. Fiyatların artması ile mücevher olarak altın talebi düşmüş, fiyatların azalması ile mücevher olarak altın talebi yükseliş göstermiştir.

1.2. GÜMÜŞ

Gümüş, 47 atom numarasına sahip sembolü “Ag” olan değerli madendir. Yumuşak yapısından dolayı gümüş, kolay şekil verilebilen bir madendir. Gümüş, beyaz rengi ile ilgi çekici görünüme sahiptir. Ayrıca gümüş elektriği ve sıcaklığı en iyi ileten metallerden biridir. Gümüş, sikke para olarak, mücevherat olarak kullanılmasının yanı sıra fotoğrafçılık sektöründe ve endüstri alanında da yoğun olarak kullanılan bir maden türüdür (Darst, 2013:41).

Şekil 6: 1960-2016 Arası Tarihsel Yıllık Gümüş Fiyatları



Kaynak: (Ganz, 2011: 54)

Şekil 6’da 1960 ile 2016 yılları arasındaki gümüş fiyatları verilmiştir. Gümüş fiyatları 1978 yılı hariç 2002 yılına kadar altına benzer bir şekilde sakin bir seyir izlemiştir. 1977 yılına kadar gümüş, 5 dolar/ons seviyesinde işlem görürken fiyatının 1978 yılında aniden 20 dolar/ons seviyesine çıkmasının nedeni ayrıntılı olarak başlık 1.2.3.’te açıklanmıştır. Gümüşün fiyatının 2007 ile 2012 yılları arasında da ani yükseliş göstermesi, 2007 küresel krizinin sebepleri arasında gösterilebilmektedir. Gümüşün fiyatında meydana gelen kırılmaların nedeni, üçüncü bölümde yapılacak ekonometrik analiz çerçevesinde açıklanmaya çalışılacaktır.

1.2.1. Gümüşün Tarihçesi

Gümüş, yüzyıllar boyunca insanoğlunun ilgisini çeken bir maden olmuştur. Eski uygarlıklara yönelik yapılan kazılar sonucunda ortaya çıkarılan eşyalara bakıldığında gümüşün saygınlığı daha iyi anlaşılmaktadır. Yüklü miktarda bulunan ziynet eşyaları, dini sembolik eşyalar ve gümüşten yapılmış el yapımı eşyalar da eski uygarlıkların gümüşe verdiği önemi doğrulamaktadır (Darst, 2013:41).

1492’de yeni dünyanın keşfi ve teknolojiadaki önemli gelişmelerle birlikte özellikle Latin Amerika’da onaltıncı, onyedinci ve onsekizinci yüzyılda gümüş madenciliği ciddi oranda artmıştır. 1500 yılından 1800 yılına kadar Bolivya, Peru ve Meksika’da dünyadaki gümüş ticareti ve üretiminin yüzde 85’inden fazlası yapılmıştır. Üretimin geri kalanının büyük kısmı Almanya, Macaristan ve Rusya’da geri kalan küçük bir bölümü ise diğer Avrupa Ülkeleri, Şili ve Japonyada yapılmıştır. 1850’den sonra diğer ülkeler de üretimlerini arttırmıştır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Nevada eyaletinde Comstock gümüş cevherini bulmasıyla gümüş üretimini önemli ölçüde arttırmıştır. Küresel gümüş üretimi, 1870 yılına kadar 40 milyon troy ons’dan 80 milyon troy ons’a çıkmıştır. 1876-1920 arasındaki süreçte dünya, teknoloji ve inovasyonun hızla gelişmesine şahit olmuş, yeni gümüş cevherlerinin keşif sürecine girmiştir. 1875-1900 yılları arasındaki 25 yıllık süreçte, gümüş üretimi ilk 75 yıla göre 4’e katlanmış, yıllık yaklaşık 120 milyon troy ons dolaylarına çıkmıştır. Yirminci

yüzyılda madencilik alanında meydana gelen bir takım gelişmeler, küresel gümüş üretiminin artmasına neden olmuştur. Yeni maden çıkarma tekniklerinde yaşanan gelişmeler, gümüş arzı için kritik önem taşımıştır. Çünkü dünyadaki gümüş damarlarının büyük bir kısmı 19. yüzyılın sonlarına doğru tüketilmiştir (<http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-production>).

1.2.2. Gümüşün Arz ve Talebi

Meksika, gümüş üretimde bilinen en büyük üreticidir. Meksika, yıllardan beri en büyük üretici olmasına rağmen üretim kapasitesini arttırmak için hala çalışmalar yapmaktadır. Gümüş, endüstride sıkça kullanıldığı için Meksika, ürettiği gümüşün büyük bir kısmını sanayileşmiş ülkelere ihraç etmekte, küçük bir kısmını ise iç piyasaya sürmektedir. Gümüş üretiminde ikinci sırada ise Peru bulunmaktadır. Peru, üretiminin nerdeyse tamamını ihraç etmektedir. Peru'nun gümüş tüketimi nerdeyse yok denecek kadar azdır. Bu nedenle Peru, ürettiği gümüşü, gümüş üretimi yapılmayan İtalya, Japonya ve Hindistan'a ihraç etmektedir (İstanbul Altın Borsası, 2000: 91). 2016 yılında 112 milyon ons gümüş üretimi ile Çin, üçüncü sırada bulunmaktadır. Türkiye ise 2016 yılındaki 5 buçuk milyon ons üretimiyle dünya gümüş üreticileri arasında 18. sırada yerini almıştır (<http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-demand/>)

Gümüş madenine olan talep denildiği zaman akla ilk gelen, gümüş mücevheratı talebi olmaktadır. Fakat gümüş talebindeki en büyük kalemi ise endüstriyel kullanımdaki talep, oluşturmaktadır. Tüketilen gümüşün %55'i endüstriyel kullanımdan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel tüketimi oluşturan bazı ana başlıklar ise şunlardır: elektronik, tıp, su arıtma, güneş enerji pilleri ve kimyasal katalizörlerdir. 2000'li yılların ortasına kadar gümüşten yapılan fotoğraf filmleri elektronik görüntüye oranla 200 kat daha fazla piksel yoğunluğuna sahip olduğundan dolayı gümüş madeni fotoğrafçılık sektöründe en yoğun kullanılan maden olmuştur. Dijital fotoğrafçılığın yaygınlaşması ile birlikte gümüşe olan talep giderek azalmıştır (Mohide, 1992: 81; Darst, 2013: 42; <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-demand/>).

Gümüşe olan talebin geri kalan % 45'lik kısmını ise mücevherat, sikke ve külçe ve gümüşten yapılma eşyalar oluşturmaktadır. 2016 yılında gümüşe olan talep, 1027,8 milyon ons ile bir önceki yıla nazaran %11 düşmüştür. Bunun nedeni perakende yatırımda meydana gelen düşüşten kaynaklanmaktadır. Gümüş kullanılan güneş pillerine olan talebin artmasından dolayı gümüşün endüstriyel kullanımdaki talebinde, yüzde 34'lük rekor bir artışa yol açmıştır. Dünyada en çok gümüş tüketen ülkeler arasında Çin, birinci sırada gelmektedir. Çini, Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya takip etmektedir. Gümüş, etilen oksitten yapılan antifriz, formaldehit ve plastiğin üretiminde kilit önem taşımaktadır. Bu sektörde oluşan talep 10,2 milyon ons ile rekor seviyeye ulaşmıştır. Talepteki en büyük düşüş ise 2016 yılında %29 oranında düşen 206,8 milyon ons seviyesinde olan külçe ve sikke yatırımındaki düşüşten kaynaklanmıştır. Gümüşe olan talepte meydana gelen düşüşün nedeni çoğunlukla Hindistan'ın tüketiminde meydana gelen düşüşten kaynaklanmıştır. Gümüş mücevheratındaki talep düşmesi ise dünya genelinde ekonomik durgunluktan kaynaklanmaktadır (<http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-demand/>).

Tablo 3'de 2007 ile 2016 yılları arasında gümüş madenine olan arz ve talep kalemleri verilmiştir. Gümüş madenine olan arz, 2007-2016 yılları arasında ortalama 1 milyar ons dolaylarındadır. Gümüş madenine olan fiziksel talep, son dört yıldır fiziksel arzı geçtiği görülmektedir. Özellikle 2007 yılında gümüş sikke ve külçe talebi, 60 milyon ons civarındayken talep, yıllar itibarı ile 200 milyon ons sınırını geçmiştir. Gümüş sikke ve külçeye olan talebin hızlı bir şekilde artması, gümüşün yatırım amacı olarak artık daha çok tercih edilebilen bir maden haline geldiği şeklinde yorumlanabilmektedir.

Tablo 3: Dünya Gümüş Arz ve Talebi

(milyon ons)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arz										
Maden Üretimi	667.7	684.7	717.3	753.0	758.3	791.7	823.7	868.6	890.8	885.8
Net Hükümet Satışları	45.5	30.5	15.6	44.2	12.0	7.4	7.9	-	-	-
Hurda Gümüş	203.7	200.4	200.1	226.4	260.1	253.8	191.0	165.3	141.1	139.7
Net Vadeli Arz	-24.1	-8.7	-17.4	50.4	12.2	-47.1	-34.8	16.8	7.8	-18.4
Toplam Arz	889.8	907.0	915.16	1074.1	1042.7	1005.8	987.8	1050.7	1039.7	1007.1
Talep										
Mücevherat	182.3	177.6	176.9	190.0	191.5	187.4	221.8	227.9	228.3	207.0
Sikke&Külçe	61.6	196.6	92.9	147.7	208.4	159.2	240.6	234.0	290.7	206.8
Sofra Takımı	60.2	58.4	53.2	51.6	47.2	43.7	58.8	60.7	62.9	52.1
Endüstriyel Üretim	646.0	641.8	528.2	633.8	661.4	600.0	604.5	595.7	569.6	561.9
...Elektrik & Elektronik	262.5	271.7	227.4	301.2	290.8	266.7	260.0	263.4	245.9	233.6
...Lehim Alaşımı	58.6	61.8	53.8	61.2	63.2	61.1	63.7	66.7	61.5	55.4
...Fotoğrafçılık	117.0	98.2	76.4	67.5	61.2	54.2	50.5	48.5	46.6	45.2
...Fotovoltaik	-	-	-	-	75.8	58.2	55.9	51.8	57.2	76.6
...Etilen Oksit	7.9	7.4	4.8	8.7	6.2	4.7	7.7	5.0	10.2	10.2
...Diğer Endüstriyel	200.0	202.7	165.8	195.2	164.1	155.0	160.8	160.5	148.4	141.0
Fiziksel Talep	950.2	1074.5	851.1	1023.1	1108.5	990.2	1125.8	1118.3	1151.5	1027.8
Fiziksel Fazla/Açık	-60.3	-167.5	64.5	50.9	-65.8	15.6	-137.9	-67.6	-111.8	-20.7
ETP envanter	54.8	101.3	156.9	129.5	-24.0	55.3	2.5	1.5	-17.7	47.0
Değiş-tokuş Envanteri	21.5	-7.1	-15.3	-7.4	12.2	62.2	8.8	-5.3	12.6	79.8
Net Bakiye	-136.6	-261.7	-77.2	71.1	-54.0	-101.9	-149.2	-63.8	-106.7	-147.5
Gümüş Fiyatı	13.38	14.99	14.67	20.19	35.12	31.15	23.79	19.08	15.68	17.17

Kaynak: <http://www.silverinstitute.org/site/wp-content/uploads/2011/07/WSS2017SD.jpg> (05.08.2017)

1.2.3. Yatırım Aracı Olarak Gümüş

Değerli madenlere olan yatırım, ziynet eşyasından çok sikke ve külçe olarak yapılmaktadır. Fiziksel yatırım olarak sikke ve külçeye yatırım yapılmasının nedeni mücevheratın değerini işçilik ve kar payı yüzünden kaybetmesi, bu nedenle karlı bir yatırım aracı olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda fiziksel yatırım aracı olarak külçe ve sikkenin alınması daha doğru olacaktır. Gümüş madenine olan yatırım günümüzde internet üzerinden fiziki olmayan yatırım şeklinde de olabilmektedir. Günümüzde birçok banka müşterisine vadesiz gümüş hesabı hizmeti ile gümüş alım satımını mümkün kılmaktadır. Altına göre daha düşük fiyata sahip olan gümüş bu çevrevede küçük yatırımcıyada önemli bir avantaj sunabilmektedir.

Borsa İstanbul'da eski adıyla İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında gümüş ve platin, 9 Temmuz 1999 tarihi itibarı ile işlem görmeye başlamıştır (<http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/piyasalar/kiymetli-madenler-ve-kiymetli-taslar-piyasasi>).

Tablo 4: Gümüş Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1970-2016 Yılları Arası

Fiyatlardaki Yüzdelerik Değişim	
Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1970	-10.9%
1971	-15.9%
1972	47.8%
1973	59.8%
1974	34.0%
1975	-4.6%
1976	5.0%
1977	9.1%

Fiyatlardaki Yüzdelerik Değişim	
Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1978	27.0%
1979	361.3%
1980	-44.1%
1981	-47.3%
1982	32.1%
1983	-17.9%
1984	-28.9%
1985	-8.3%

Tablo 4 Devamı: Gümüş Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1970-2016 Yılları Arası

Fiyatlardaki Yüzdelerik Değişim

Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1986	-7.9%
1987	24.8%
1988	-10.1%
1989	-14.0%
1990	-19.4%
1991	-7.7%
1992	4.8%
1993	38.4%
1994	-4.1%
1995	4.9%
1996	-7.4%
1997	25.7%
1998	-15.1%
1999	6.8%
2000	-14.8%
2001	29.2%
2002	46.4%
2003	14.7%
2004	14.8%
2005	29.2%

Fiyatlardaki Yüzdelerik Değişim

Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
2006	46.4%
1997	25.7%
1998	-15.1%
1999	6.8%
2000	-14.8%
2001	29.2%
2002	46.4%
2003	14.7%
2004	14.8%
2005	29.2%
2006	46.4%
2007	14.7%
2008	-23.0%
2009	48.2%
2010	83.2%
2011	-9.94%
2012	9.02%
2013	-34.89%
2014	-18.10%
2015	-13.46%
2016	17.51%

Kaynak: www.quandl.com/data/LBMA/SILVER-Silver-Price-London-Fixing, (25.07.2017)

Not: Gümüş, platin ve paladyum fiyatlarındaki yüzdelerik değişim dolar/ons bazında verilmiştir.

Tablo 4'e bakıldığında gümüşün bir önceki yıllara göre yüzdelerik değişiminin nispeten oynak bir yapı sergilediği görülebilir. 1979 yılı göze çarpan bir yıldır. Çünkü bu yılda gümüş fiyatının bir önceki yıla göre yaklaşık %361

oranında arttığı gözlemlenmiştir. 1970’li yıllarda Teksaslı petrol zengini Haroldson Lafayette Hunt’un oğulları Nelson Bunker Hunt ve William Herbert Hunt o yıllarda Amerikan vatandaşlarının altın bulundurmasının yasa dışı olmasından dolayı enflasyona karşı korunmak amacıyla gümüş madenine ciddi miktarlarda yatırım yapmaya karar vermişlerdir. 1979 yılında Hunt kardeşlerin öncülüğünde bir grup yatırımcı, gümüş havuzu oluşturmuştur. Oluşturdukları gümüş havuzu o kadar yüksek miktarlara ulaşmıştır ki bu havuzda 130 milyon ons fiziki gümüş ve 50 milyon onstan fazla da vadeli gümüş anlaşması birikmiştir. Gümüşe yapılan büyük yatırımlar sonucunda 1979 yılının başında gümüşün onsu 5 dolar dolardan işlem görürken 1980 yılının Ocak ayında gümüşün ons başına fiyatı 50 dolara kadar çıkmıştır (Darst, 2013:43).

1.3. PLATİN

Platin grubu metallerin en çok bilineni olan platin, sembolü “Pt” ve atom numarası 78 olan kimyasal bir elementtir. Yoğunluğu fazla, dövülgen, yüksek erime noktasına sahip ve korozyona oldukça dayanımlıdır. Bu nedenle platin madeni, kimyasal saldırılara karşı diğer değerli madenlere oranla daha yüksek direnç göstermektedir (<https://www.britannica.com/science/platinum>).

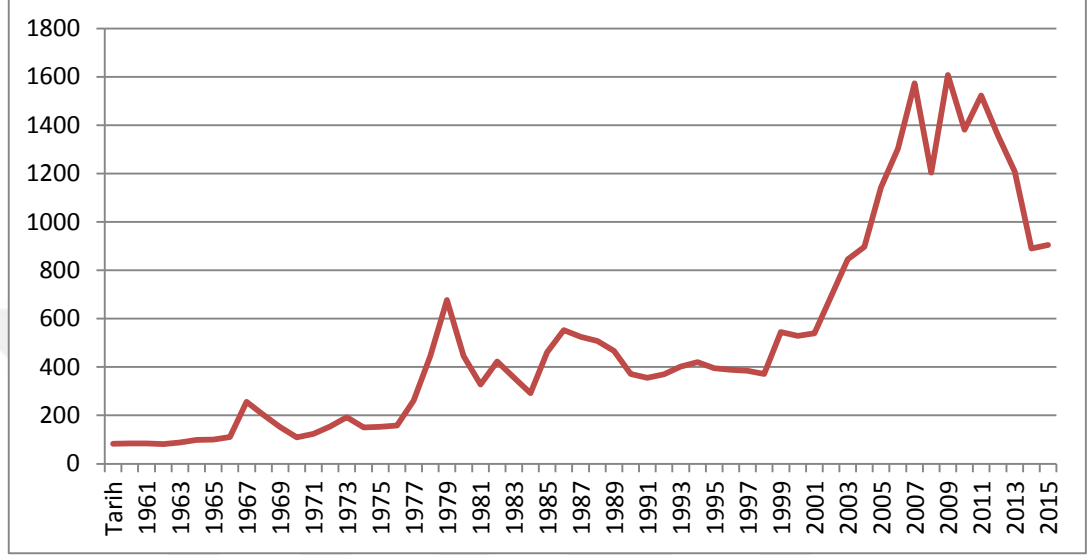
Platin isim olarak ispanyolların “platina” adından türetilmiştir. Gümüşe benzemesi yönüyle ingilizceye “little silver” (küçük gümüş) olarak çevrilmiştir. Gümüş, Avrupa’ya 1735 yılında gelmiş, element olarak 1741 yılında tanımlanmıştır (http://www.etymonline.com/index.php?allowed_in_frame=0&search=platinum).

1.3.1. Platinin Tarihçesi

Platinin ilk kullanılmaya başladığı zamanlar çok uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. Arkeologların bulgularına göre altında kullanılan platin izlerine milattan önce 1200 yılında antik mısır mezarları ve hiyerogliflerde rastlanmıştır. Fakat antik mısır döneminde mısırlıların platin hakkındaki bilgileri kesin olmadığı için platinin keşfinin antik mısır çağında gerçekleştirildiği düşünülmemektedir (Hesse, 2007: 151). Platin madenin Avrupa’da bulunması ise 16. yüzyıla dayanmaktadır. Platin madeninin adının geçtiği ilk yazılı kaynak İtalyan hümanist Julius Caesar Scaliger’in kitabıdır. Bu kaynakta platin, Panama ve Meksika

arasında bulunan, bilinmeyen bir soy metal olarak tanımlanmıştır. Yazar platini “Hiçbir ateş veya İspanyol sanatı bu metali eritememiştir” şeklinde tanımlamıştır (Weeks, 1960: 408).

Şekil 7: 1960-2016 Yılları Arası Tarihsel Yıllık Platin Fiyatları



Kaynak: (Ganz, 2011: 56)

Şekil 7’de 1960 ile 2016 yılları arasında yıllık tarihsel platin fiyatları gösterilmiştir. Platin, 1960’lı yılların başından beri yüksek oynaklığa sahip bir maden olarak tanımlanabilir. Platin, 1998 yılında 400 dolar/ons seviyesinde olan fiyatı 2007 yılına kadar yaklaşık 4,5 kat artarak 1570 dolar/ons seviyelerine kadar tırmanmıştır.

1.3.2. Platin Arz ve Talebi

Platin üreticisi olan ülkelerin başında % 72’lik üretimle Güney Afrika gelmektedir. Rusya, % 12’lik üretimle ikinci sırada yer almaktadır. Zimbabve % 6, Güney Amerika % 6 diğer ülkeler ise % 3’lük bir üretime sahiptir. Dünyada üretilen platin grubu metallerin en büyük rezerv deposu olarak bilinen maden damarı ise Güney Afrika’da bulunan Bushveld kompleksidir (<http://www.platinum.matthey.com>).

Platin grubu madenlerinin çoğunlukla endüstriyel kullanımı yoğun olduğundan dolayı dünya konjektürüne ekonomik istikrar ya da ekonomik büyüme hakim olduğu zaman platin grubu madenlerine olan talep, sürekli artan bir trend

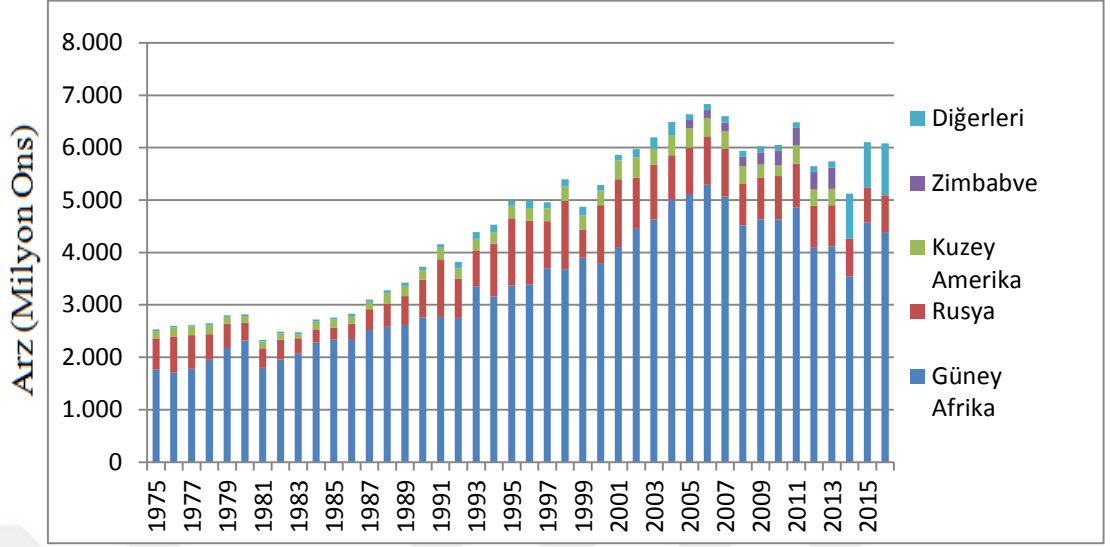
şeklinde seyretmiştir. Son yıllardaki platin talebi dikkate alındığında platine olan talep, % 37-41 otomotiv sanayiinde, % 31-38 mücevherat talebinde, % 18-21 endüstri alanında ve % 2-11 oranında yatırım alanında gerçekleşmiştir (<http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports>).

Geçmiş yıllara bakıldığında zaman platine olan talep en fazla kuyumculuk sektöründen gelmesine rağmen son yıllarda otomotiv sanayiinde oluşan talep, mücevherat için oluşan talebi geçmiştir. Otomotiv sanayiinde oluşan platin talebi iki başlık altında incelenebilmektedir. İlk başlık emisyon kontrolüne olan düzenlemelerin sıkılaştırılmaya başlandığı tarihtir. İkinci başlık ise otomotiv üretiminin yoğunlaşmaya başladığı zaman olarak kabul edilebilir. 1993 yılında tebliğ edilen Avrupa Birliği Komisyonu Direktifi, benzinli araçların tümünde üç yönlü katalizör kullanımı zorunlu hale getirmiştir. 1996 yılı itibari ile dizel araçların emisyon değerlerinin yüksek olması neticesinde Avrupa ülkelerinde sıkı emisyon düzenlemeleri yürürlüğe girmiştir (İstanbul Altın Borsası, 2000: 122). İfade edilen nedenler ve platin grubu madenlerin otomotiv teknolojisine katılarından dolayı platin, otomotiv endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

1975 yılında keşfedilen platinden yapılan katalizörlerden sonra Amerikan otomotiv endüstrisi de platin grubu metallerin en büyük alıcısı olmuştur (NRC, 1980: 139). Platinin otomotiv endüstrisinde ne denli önemli olduğu birkaç maddede açıklanabilir;

- Araç aksamalarında kullanılan otokatalizör sayesinde motorlarda verimlilik sağlamaktadır (Vermaak, 1995:148).
- Bujilerde ve oksijen sensörlerinde kullanılan platin, motor verimliliğini artırır. Platin, üstün katalizör ve iletken özelliği sayesinde oksijen ve hidrojeni suya dönüştürerek sıfır emisyon ile hidrojen ve elektrikle çalışan hibrit araçlara enerji sağlayabilmektedir (Shao, 2013: 276).

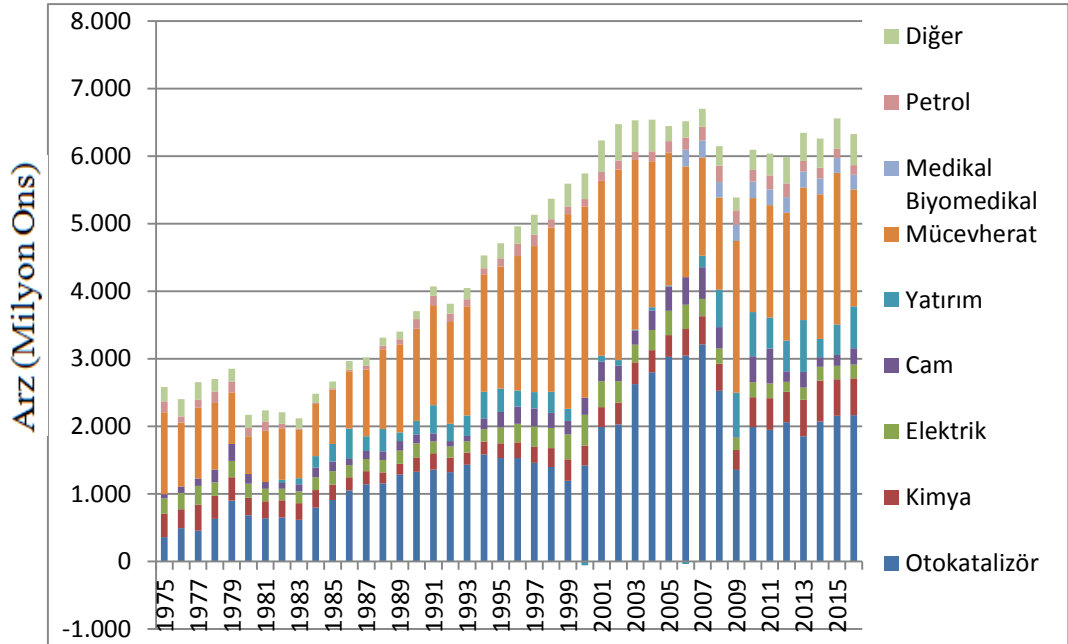
Şekil 8: 1975-2015 Yılları Arası Platin Arzı



Kaynak: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports> (22.08.2017)

Şekil 8’de 1975 ve 2015 yılları arasındaki platin arzına bakıldığında Güney Afrika’da bulunan Bushveld kompleksinin arzın en büyük belirleyicisi olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle platindeki üretim eğilimini Güney Afrika’da bulunan platin üreticisi maden şirketleri belirleyebilmektedir.

Şekil 9: 1975-2015 Yılları Arası Platin Talebi



Kaynak: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports>, (22.08.2017)

Şekil 9’da gösterilen platin madenine olan talep kalemlerine bakıldığında yıllar itibari ile otokatalizör üretiminde kullanılan platin talebinin mücevherat için kullanılan platini nasıl geçtiği daha kolay anlaşılmaktadır.

1.3.3. Yatırım Aracı Olarak Platin

Platin, arz ve talep koşullarına göre fiyatı serbestçe belirlenebilen bir metaldir. Birçok uzmana göre platin fiyatının en büyük belirleyicisi, platin madenine olan taleptir. Platin piyasası, altın piyasasına kıyasla çok daha düşük hacme sahip olduğu için spekülasyon amaçlarıyla yüksek miktarda pozisyon alınması halinde bu pozisyonlardan çıkılması oldukça zor olmaktadır. 1997 yılında Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan raporda platin fiyatını etkileyen faktörler, platin madeni için oluşan arz ve talep koşulları dikkate alınarak sıralanmıştır (http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m619_en.pdf).

- Güney Afrika’nın üretimine ait tahminler ve madenlerin genişletilmesi veya kapatılması
- Geri dönüştürülmüş platin madeni miktarı
- Rusya’nın nikel üretimi ve stokları ile ilgili veriler
- Otomobil üretimine bağlı olan otokatalizör talebi
- Japon kuyumculuk sektörünün talebi, Japonya’nın ekonomik durumu ve Yen/Dolar döviz kuru
- Son kullanıcıların stok miktarı.

Avrupa Komisyonu tarafından beyan edilen raporda açıkça görüldüğü gibi fiyat genel olarak, arz ve talebe bağlı olarak değişmektedir. Komisyon tarafından hazırlanan rapora göre platin fiyatlarındaki değişimlerden ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Platin fiyatları kısa dönemde altın fiyatları ile ilişkilidir fakat bu ilişki uzun vadede geçerli olmamaktadır.
- Platin ve altın fiyatları arasındaki ilişki olması, iki değişken arasında nedensellik ilişkisi olduğunu doğrulayamamaktadır.
- Platinin altın ve bazı önemli makroekonomik değişkenler (enflasyon, faiz oranları, döviz kuru, büyüme v.b.) ile arasında önemli bir ilişkisi tespit edilememiştir.

- Platin vadeli piyasalarının büyük bir kısmı forward piyasalardır ve bu piyasalarda normalde, yüksek derecede spekülasyon aktivitesi yaşanmaz.
- Platine olan talep, inelastik fiyat yapısına sahiptir. Platinin yoğun olarak kullanıldığı otomotiv sektöründe platine ikame olan başka bir maden yoktur. Sadece son yıllardaki teknolojik gelişmeler sonucunda otokalizör yapımında platine ikame olabilecek olan paladyum, az miktarda kullanılabilir.
- Platin piyasası altına kıyasla daha dar hacimli ve daha oynak bir yapıya sahiptir. Platin stoklarının altından farklı olarak, yatırım talebindeki dönemsel ve ani yükselişleri karşılama kapasitesi sınırlıdır.

Platin fiyatı, sonuç olarak arz ve talep koşullarındaki ana faktörlere bağlı olarak değişmektedir

(http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m619_en.pdf).

Platin madeninin fiyat oluşumuna etki eden faktörler açıklandıktan sonra yatırımcının bu madene yatırım yapması konusunda ihtiyatlı davranmasında fayda vardır. Platin, endüstriyel kullanım yoğunluğundan dolayı altın ile önemli ölçüde ayrılmaktadır.

Platin grubu madenlere yatırım yapmak isteyen yatırımcı, platin fiyatlarının oynaklığından korunmak için portföyünde daha az oynak, (örneğin altın gibi) madenlere yer vermesi, portföyünün yüksek riskten korunması noktasında yarar sağlayacaktır. Değerli madenler kategorisinde sadece ve sadece platin madenine yatırım yapmak isteyen yatırımcı, ekonomik büyüme döneminde platine olan talebin arttığını ve platin arzının kıt olduğu için platinin fiyatının yükselebileceğini öngörebilme avantajına sahiptir. Fakat platin fiyatı, arz ve talepte meydana gelebilecek değişimlere karşı aşırı duyarlı olduğu için yatırımcının portföyünü sadece platin ve platin grubu madenlerinden oluşturması, yüksek derecede riskli olabilmektedir (<http://www.futuresmag.com>).

Platin madenine yatırım yapmak isteyen yatırımcı, yatırımlarını platin için vadeli ve vadesiz hesap açılmasına olanak sağlayan bankalardan yapabilir. Özellikle platin vadesiz hesap opsiyonu olan bankalar tüketiciye internet üzerindeki anlık fiyatlarla platin madeni alım satım olanağı sağlamaktadır. Yatırımcı 1 liralık yatırımla dahi platin alım satımını, platin vadesiz hesabına sahip bankalar aracılığı ile yapabilmektedir (www.kuveytturk.com.tr/bireysel/hesaplar/diger-kiymetli-maden-hesapları/platin-hesap).

Platin fiyatlarının bir önceki yıla göre değişimini gösteren Tablo 5'e bakıldığında zaman platin fiyatı, altın fiyatlarına kıyasla daha oynak bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda platin fiyatlarındaki oynaklık, platini riskli bir yatırım aracı yapmaktadır.

Tablo 5: Platin Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1960-2016 Yılları Arası

Fiyatlardaki % Değişim		Fiyatlardaki % Değişim	
Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim	Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1960	4.4%	1981	-31.6%
1961	-0.2%	1982	-9.6%
1962	0.2%	1983	9.5%
1963	0.0%	1984	-22.7%
1964	6.0%	1985	10.2%
1965	11.3%	1986	41.9%
1966	1.5%	1987	5.3%
1967	15.0%	1988	4.6%
1968	136.5%	1989	-7.5%
1969	-34.2%	1990	-14.3%
1970	-32.4%	1991	-15.7%
1971	-9.9%	1992	2.9%
1972	30.3%	1993	5.8%
1973	11.6%	1994	6.8%
1974	7.9%	1995	0.0%
1975	-16.4%	1996	-9.1%
1976	9.1%	1997	2.7%
1977	13.5%	1998	-7.9%
1978	91.5%	1999	20.7%
1979	82.0%	2000	45.1%
1980	-6.2%	2001	-23.4%

Tablo 5 Devamı: Platin Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1960-2016 Yılları Arası

Fiyatlardaki % Değişim

Yıl Önceki Yıla Göre Değişim

2002	27.1%
2003	35.8%
2004	5.8%
2005	12.9%
2006	15.3%
2007	36.9%
2008	-41.3%
2009	63.3%

Fiyatlardaki % Değişim

Yıl Önceki Yıla Göre Değişim

2010	21.0%
2011	21.0%
2012	10.4%
2013	-10.6%
2014	-11.2%
2015	-28.7%
2016	4.2%

Kaynak: <https://www.quandl.com/data/JOHNMATT/PLAT-Platinum-Prices>
(25.07.2017).

Tablo 5’de 1960 ile 2016 yılları arasında yıllık platin fiyatları verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde platin fiyatlarında meydana gelen yüzdelik değişim aralıklarının büyük olması, platin madeni fiyatlarını oynak bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

1.4. PALADYUM

Diğer kıymetli madenler arasında paladyum, en az bilinenidir. 1803 yılında William Hyde Wollaston tarafından keşfedilmiştir. Periyodik cetvelde 46 atom numaralı paladyum, “Pd” sembolü ile gösterilmektedir. Platine göre daha düşük bir erime derecesine sahiptir. Paladyum, platin gibi çok büyük oranda endüstriyel amaçlı kullanılmaktadır. Kuyumculuk sektöründe paladyum, platine alaşım yapmak için kullanılmaktadır. Ayrıca beyaz altın yapımında altına antialerjen özelliğinin eklenmesinde de paladyum madeni kullanılmaktadır. (İstanbul Altın Borsası, 2000: 146).

Paladyum yoğunlukla endüstriyel katalizör olarak petrol rafinelerinde ve kimya sanayiinde kullanılmaktadır. Bu alanlardaki kullanımı amonyakın nitrik asite

dönüştürülmesinde oluşan platin ve rodyum kayıplarının azaltılmasında kullanılmaktadır. Endüstriyel kullanımın dışında paladyum madeni, elektronik sektöründe de kilit rol oynamaktadır. Cep telefonlarında bulunan çok katmanlı seramik kapasitör yapımında paladyum madeni, yaygın olarak kullanılmaktadır. Paladyum madeni, elektronik parçaların yapımında kullanılması nedeniyle paladyum, elektronik sektöründe stratejik bir hammadde olmaktadır. Yapımında paladyum kullanılan seramik kapasitör, telekomünikasyon sektöründe oldukça yoğun şekilde kullanılmaktadır. Örnek verilmesi gerekirse bir cep telefonu içinde ortalama 100 adet çok katmanlı seramik kapasitör bulunmaktadır. (İstanbul Altın Borsası, 2000: 146).

Paladyum madeni, platin madeni ile aynı yatakta bulunmaktadır. Buna karşın paladyum madeni platin madeninden daha farklı rafine işlemine maruz kalmaktadır. Platin madeninden daha farklı bir üretim sürecine sahip olsa da paladyum madeni, platin üretimi yapan kuruluşlar tarafından üretilebilmektedir (İstanbul Altın Borsası, 2000: 147).

Paladyum madeni, dış alaşımlarının yapımında da yoğun olarak kullanılmaktadır. 1980’li yılların sonlarında paladyum tabanlı katalizörlerin icat edilmesiyle birlikte platine olan talep bir miktar azalma göstermiştir. Paladyum madeni her ne kadar platin madenine ikame bir mal olmasa da otomotiv sektöründeki gelişmeler ışığında, paladyum madenine olan talebin artacağı ve buna bağlı olarak paladyumun gelecekte fiyatın artacağı olasılık dahilinde görünmektedir (Gothelf, 2005: 267).

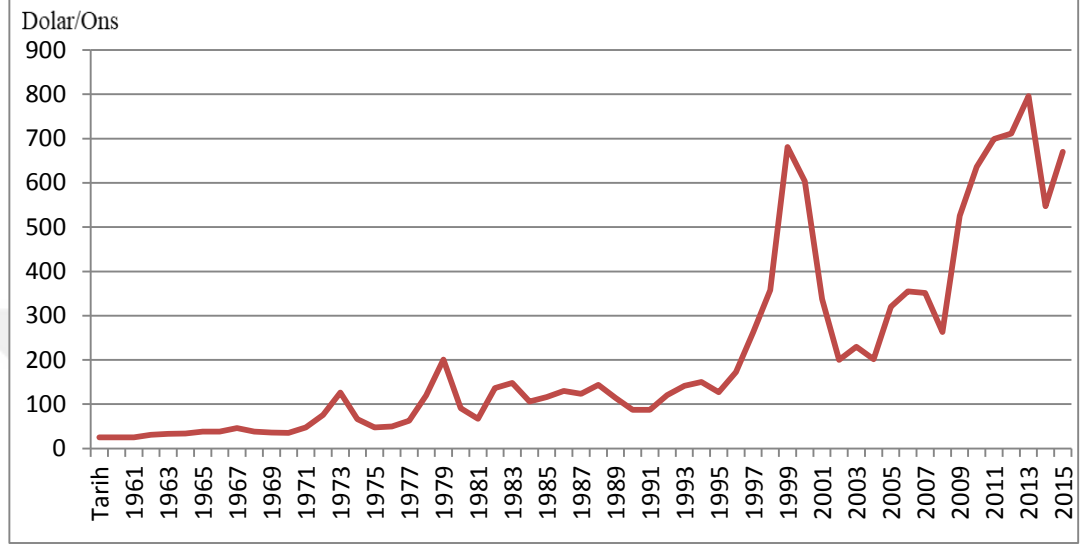
1.4.1. Paladyumun Tarihçesi

Platinin ilk saf örneğinin keşfedilmesinden sadece 2 yıl sonra William Hyde Wollaston tarafından 1803 yılında paladyum keşfedilmiştir. Paladyumun isminin verilmesi o yılda keşfedilen “Pallas” adı verilen astroid’ten sonra olmuştur. “Pallas” adı yunancada bilgelik tanrısından gelmektedir (Darst, 2013: 47).

2000’li yılların başlarında Rusyanın paladyum üretiminde yaptığı birçok gecikme ve duraklatma neticesinde paladyum madeninin talebinde panik meydana gelmiştir. Şirketler de ham madde ihtiyaçlarının üretimi etkilememesi için paladyum madenini stoklama yoluna gitmiştir. Bu nedenle Ford araç üretiminde kullanılan paladyumu temin etmekte zorluk çekmemek için büyük miktarda

paladyum madeni stoklamıştır. Paladyum üretiminin normale dönmesi ve fiyatların düşmesi neticesinde Ford şirketi yaklaşık 1 milyar dolara yakın zarar etmiştir (<http://www.agiboo.com/commodity-knowledge-center/commodities/palladium/>).

Şekil 10: 1960-2016 Yılları Arası Tarihsel Yıllık Paladyum Fiyatları



Kaynak: (Ganz, 2011: 56)

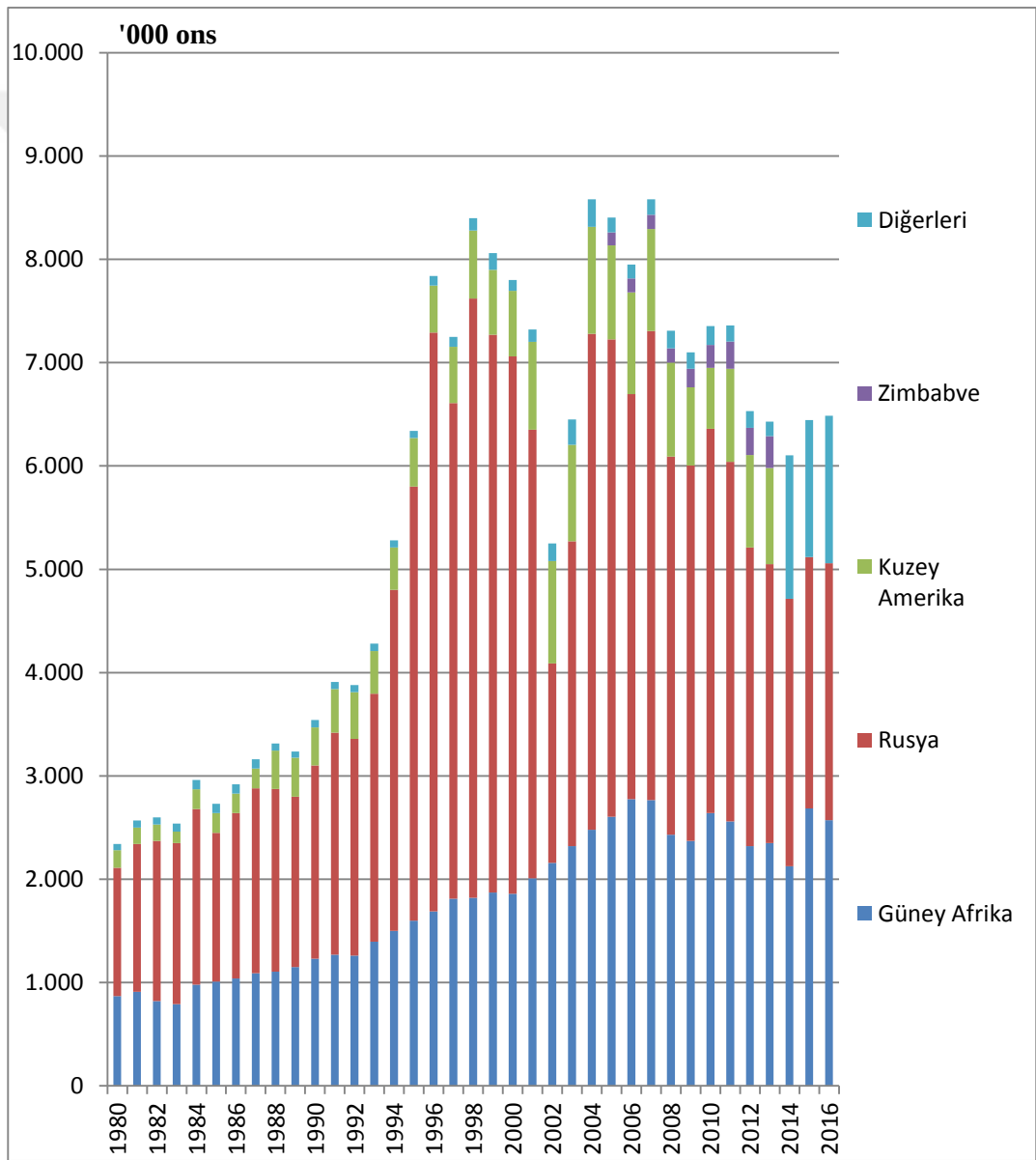
Şekil 10'da 1960 ile 2010 yılları arasında tarihsel paladyum fiyatları gösterilmiştir. Paladyum fiyatları platin fiyatlarına benzer hareket göstermektedir. 1996 yılına kadar görece sakin olan paladyum fiyatlarında ilk kırılma, 1999 yılında meydana gelmiştir. 1999 yılından sonra paladyum fiyatlarında meydana gelen değişimler, diğer değerli maden fiyat hareketlerine benzer şekilde yüksek dalgalanmalar sergilemiştir.

1.4.2. Paladyum Arz ve Talebi

Bu başlıkta paladyum madeninin arz ve talep verileri Şekil 11 ve Şekil 12'de incelenmiştir. Şekil 11'de paladyum arzında görüldüğü üzere verilerin toplanmaya başladığı ilk yıl olan 1980 yılında Rusya, yaklaşık 1.2 milyon ons ile birinci Güney Afrika ise 0.8 milyon ons ile ikinci sırada yer almaktadır. 1980 yılında dünyadaki toplam üretim yaklaşık 2.5 milyon ons civarında iken paladyum madenine yönelik yeni kullanım alanlarının doğması ve endüstriyel talepte meydana gelen artışlardan dolayı 2016 yılında dünyada toplam paladyum üretimi, 6.5 milyon onsa kadar çıkmıştır.

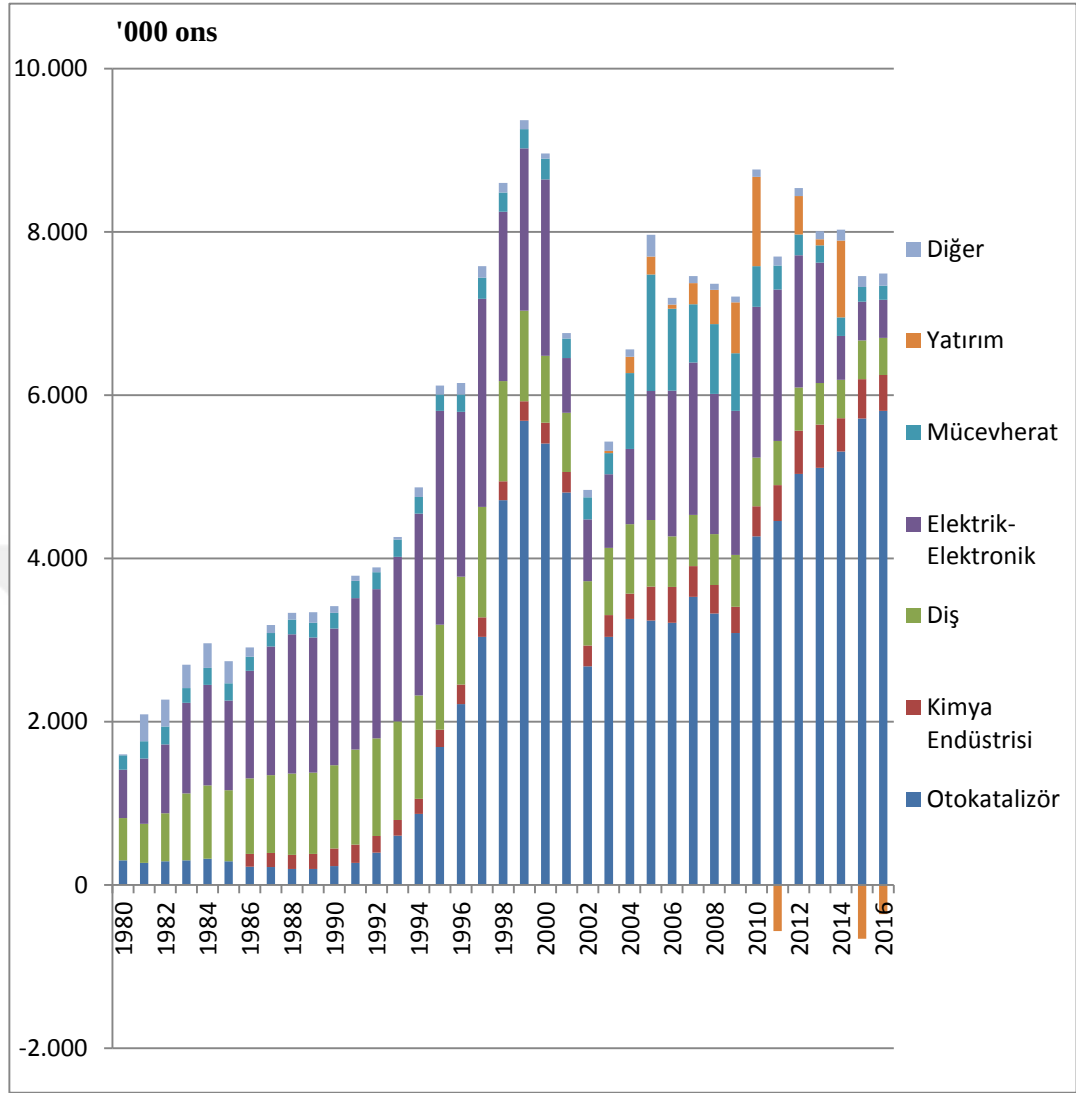
Paladyum arzının nerdeyse tamamını Rusya ve Güney Afrika sağlaması dolayısıyla bu ülkelerdeki madencilik üretimi, arz noktasında büyük önem taşımaktadır. Geçmiş yıllardaki üretime bakıldığında zaman Rusya'nın platin grubu metal ihracatı ile ilgili olarak 1996 yılında başlayan bürokratik engeller, fiyatta önemli dalgalanmalara yol açmıştır. Şekil 10'dan da anlaşılacağı gibi paladyum fiyatlarında 1996 ile 2000 yılları arasında büyük oynaklıklar yaşanmıştır (İstanbul Altın Borsası, 2000: 150-152).

Şekil 11: 1980-2016 Yılları Arası Ülkelere Göre Paladyum Arzı



Kaynak: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports> (15.09.2017)

Şekil 12: 1980-2016 Yılları Arası Kullanım Alanlarına Göre Paladyum Talebi



Kaynak: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports> (22.08.2017)

Şekil 12’de anlaşıldığı üzerinde paladyum madenine olan talebin büyük bir kısmını otomotiv üretiminin artmasına bağlı olarak otokatalizör, oluşturmuştur. Yatırım için paladyum talebinde ise bazı yıllarda, örneğin 2011 yılında negatif talep görülmüştür. Bunun nedeni borsa yatırım fonlarındaki kuvvetli satışlardan kaynaklanmıştır. Özellikle 2011 yılının son çeyreğinde fiyatların düşmesiyle birlikte, kalan fiziksel yatırım talebi yıl sonunda negatif bölgede kalmıştır (Johnson Matthey, 2012: 7).

Tablo 6: Paladyum Fiyatındaki Yıllık Değişim, 1970-2016 Yılları Arası

Fiyatlardaki % Değişim

Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1970	0.0%
1971	-1.4%
1972	94.2%
1973	21.6%
1974	46.0%
1975	-64.7%
1976	21.4%
1977	0.0%
1978	37.3%
1979	138.6%
1980	-9.6%
1981	-53.6%
1982	28.6%
1983	-82.2%
1984	-18.3%
1985	29.1%
1986	22.1%
1987	3.4%
1988	9.2%
1989	4.6%
1990	-36.5%
1991	-8.0%
1992	30.0%
1993	18.3%

Fiyatlardaki % Değişim

Yıl	Önceki Yıla Göre Değişim
1994	26.6%
1995	-15.6%
1996	-11.0%
1997	69.1%
1998	47.6%
1999	47.7%
2000	114.4%
2001	-56.6%
2002	-40.5%
2003	-15.8%
2004	-8.3%
2005	38.6%
2006	26.7%
2007	12.7%
2008	-49.7%
2009	119.7%
2010	96.7%
2011	-18.5%
2012	7.7%
2013	1.7%
2014	12.2%
2015	-31.5%
2016	23.8%

Kaynak: <https://www.quandl.com/data/LBMA/SILVER-Silver-Price-London-Fixing>
(25.07.2017)

Tablo 6’da 1970 ile 2016 yılları arasında paladyum fiyatlarındaki yüzdelik değişimler gösterilmiştir. Tablo 6’da görüldüğü gibi paladyum fiyatları oldukça oynaklık göstermektedir. Paladyum fiyatlarında önceki yıllara göre yüzdelik

değişimin fazla olması, sadece paladyuma yatırım yapılmasını riskli bir duruma getirmektedir.

1.5. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE DEĞERLİ MADENE DAYALI YATIRIM ARAÇLARI

Bu ana başlıkta Türkiye ve Dünya'da değerli madenler, yatırım aracı olarak ele alınmıştır. Öncelikle Türkiye'de değerli madenlere yönelik yatırım araçları incelenmiştir. Türkiye'de değerli madencilik sektöründe faaliyet gösteren herhangi bir şirket henüz Borsa İstanbul'da işlem görmemektedir. Bu nedenle değerli madenlere yönelik fiziki yatırım olanakları ve ticari bankalar tarafından sunulan, değerli madene yönelik yatırım araçları incelenmiştir. Dünya'da değerli madenlere yönelik yatırım araçları incelendiğinde değerli madencilik sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin borsalarda işlem gören hisse senetleri de incelemeye dahil edilmiştir. Değerli madenlere yapılan yatırımlara yönelik daha somut veriler elde edebilmek için Dünya'da ve Türkiye'de faaliyet gösteren değerli maden yatırım fonlarının içerikleri analiz edilip değerli maden fonlarının performansları karşılaştırılmıştır.

Yatırım, birçok farklı açıdan tanımlanabilmektedir. Genel olarak yatırım, bugün elde edilen faydanın gelecekte kazanç sağlamak amacıyla elde tutulması olarak tanımlanabilir. Bu kapsamda yatırım, farklı olgularda değerlendirilebilmektedir. Birey, gelecekte kazanç veya ödül elde etme amacıyla zamanını bir proje için harcayabilir. Başka bir bakış açısıyla bakıldığında yatırımcı, parasını gelecekte daha büyük kazanç veya gelir etmek amacıyla finansal yatırım aracına yatırabilir (Gothelf, 2005: 44).

Değerli madenlere yapılan yatırım, hisse senedine, bonoya ya da gayrimenkule yapılan yatırımdan farklıdır. Hisse senedi belirli bir zamanda kar payı, bono faiz getirisi, gayrimenkul ise kira getirisi sağlamaktadır. Değerli madenlere yatırım ise genelde spekülatif amaçlı olmaktadır. Bu çerçevede yapılan yatırım, ilgili madenin alım satım fiyatı arasındaki farktan elde edilen kar ya da zarar olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle değerli madenlere yapılan yatırımlar diğer yatırımlara kıyasla daha risklidir (Gothelf, 2005: 46).

Değerli madenler, arz talep özelliklerinin farklı olması ve diğer varlık sınıfları ile nispeten daha düşük korelasyona sahip olması nedeni ile portföy farklılaştırma ve risk azaltma unsuru olarak görülmektedir. Diğer sabit getirili menkul kıymetler, hisse senetleri ve gelişmiş ülkelerin döviz kurlarına yapılan yatırım oranlarına göre karşılaştırıldığında değerli madenlere yapılan yatırımlar, daha düşük işlem hacmine sahip olmaktadır (Darst, 2013: 1).

1.5.1. Külçe ve Sikke

Kıymetli madenlere yapılan yatırım türlerinde akla gelen ilk alternatif, kuşkusuz fiziki yatırım olacaktır. Ancak, gelişen finansal piyasalarda fiziki yatırımlara karşı çok fazla alternatif geliştirilmiştir. Değerli madenlere yönelik fiziki yatırımda madenin saf halinin fiyatına işçilik maliyetleri de eklenmektedir. Bu nedenle fiziki olarak satın alınan değerli maden, nakde çevrilmek istenildiğinde işçilik maliyetlerinden dolayı değer kaybetme riski ile karşı karşıyadır. Değerli madenlere fiziki olarak yatırım yapmak bu çerçevede giderek azalan bir trend haline gelmektedir (Öz ve Fidan, 2013: 127).

Dünya çapında ticareti yapılan altının külçe standartları, Rand Rafineri şirketi tarafından Tablo 7’de belirtilmiştir. Tablo 7’de görüldüğü gibi külçe altının saflık derecesi ve gramajları ülkeden ülkeye değişim göstermektedir.

Tablo 7: Rand Rafineri Şirketinin Külçe Altın Üretim Standartları

Ülke	Saflık Derecesi	Ağırlık gram cinsinden
Hindistan	99,9	100 veya 1000 gram
Türkiye	99,5	1000 gram
İtalya	99,99	1000 gram
Orta Doğu	99,5	1000 gram
Uzak Doğu	99,99	187,10 veya 374,20
Pakistan ve Sri Lanka	99,99	58,30 veya 116,60

Kaynak: (Spall, 2009: 18)

Değerli madenlere yapılan fiziki yatırımların bir takım avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Külçe ve sikke şeklinde yapılan yatırımların avantaj ve

dezavantajları, altına yapılan fiziki yatırım örnek olarak ele alındığında aşağıdaki gibi sıralanabilir (Dunwiddie, 2008: 24-27).

Fiziki altına dayalı yatırımın avantajları;

- Belirli standartlara sahip sikke ve külçenin ağırlığının ve değerinin belirlenmesi kolaydır
- Dünyanın hemen hemen her yerinde kabul görülen altın, sikke ve külçe biçiminde değişim aracı olarak kolaylıkla kullanılabilir
- Fiziki altına sahip olmak, altın fonu ya da altın sertifikasına kıyasla yatırımcısına daha çok güven vermektedir.
- Altın sikke ve külçeler vergisiz bir şekilde Avrupa Birliği ülkelerinde alınıp satılabilir. Türkiye’de de külçe altın, katma değer vergisine tabii tutulmaz. Bu nedenle altın, yatırımcı açısından vergi avantajına sahiptir.
- İşçilik maliyeti külçe altında oldukça düşüktür.

Fiziki altına dayalı yatırımın dezavantajları;

- Fiziki altının saklanması zordur. Fiziki altın bulunduran yatırımcı açık hedef haline gelebilmektedir.
- Standartlara sahip olmayan külçe ve sikke altın, değer kaybeme riski taşımaktadır.
- Platin ve paladyum madenlerine külçe ve sikke şeklinde yapılan yatırımlarda alım satım arasındaki fiyat farkı nedeniyle zarar riski yüksektir.

1.5.2. Türkiye’de Değerli Maden Sertifikaları

Türkiye’ de yastık altında bulundurulmuş altınları ekonomiye kazandırılması amacıyla 2 Ekim 2017 tarihinden itibaren altın tahvili ve altına dayalı kira sertifikası ziraat bankası aracılığıyla ihraç edilmeye başlanmıştır. Daha çok yeni olan altın tahvili ilk etapta Ziraat bankası aracılığıyla satışa sunulacaktır. Sadece 22 ve 24 ayar altın kabul edilecek olup üzerinde değerli yada değersiz taş olan altınlar veya reşat altın kabul edilmeyecektir. Yatırımcılar 6 ayda bir % 1,20 oranında TL cinsinden altın fiyatına endeksli kupon/kira getirisi elde edecektir (<https://www.hazine.gov.tr/tr-TR/Anasayfa>).

1.5.3. Değerli Madenlere Dayalı Hisse Senetleri

Türkiyede değerli maden çıkartan herhangi bir şirket borsada henüz işlem görmemektedir. Bu nedenle dünyada değerli maden çıkartan ve borsalarda işlem gören maden şirketleri incelenecektir.

Değerli madenler ile ilgili madencilik şirketleri büyük, orta ve küçük ölçekli olarak üç kategoride incelenebilir. Maden arama faaliyetlerini tamamlamış, uzun yıllardır istikrarlı olarak madencilik sektöründe yer alan şirketler büyük ölçekli olarak nitelendirilebilir. Bu şirketlere örnek vermek gerekirse; Newmont Mining (NEM), Anglogold Ashanti (AU), Freeport McMoran (FCX) ve Barrick Gold (ABX) olarak sıralanabilir (Mladjenovic, 2008: 165).

Orta ölçekli şirketler ise daha maden arama faaliyetlerini tamamlamamış, yer altında belli miktarda maden yatağına sahip olan, maden üretiminin yanında arama faaliyetlerini devam ettiren şirketler olarak tanımlanabilmektedir. Belli başlı orta ölçekli şirketler ise; Gold Corporation (GG), Agnico-Eagle Mines (AEM), SeaBridge (SA), Randgold Resources (ADR), Kinross Gold (KGC), Buenaventura ADR (BVN) olarak sıralanabilir (U.S. News, www.usnews.com; Mladjenovic, 2008: 165).

Küçük ölçekli şirketler ise maden üretimine tam olarak geçmemiş, daha çok arama tarama faaliyetlerine devam eden fakat agresif bir şekilde büyüme potansiyeline sahip olan şirketler olarak tanımlanabilir. Küçük şirketler, oldukça riskli şirketler olarak kabul edilir. Küçük yatırımcılar bu tür şirketlere yatırım yapmadan önce mutlaka uzman görüşüne danışmalıdır (Mladjenovic, 2008: 166). Küçük ölçekli değerli madencilik sektöründe faaliyet gösteren bazı şirketler ise; Taseko Mines Ltd (TGB), Silvercorp Metals Inc (SVM), Entree Resources Ltd (EGI), Iamgold Corp, (OR) olarak sıralanabilir (U.S. News, www.usnews.com).

Borsada işlem gören değerli maden hisselerine yatırım yapmak isteyen yatırımcılar, almak istedikleri risk düzeyine ve elde etmek istedikleri getiri düzeylerine göre küçük, orta ve büyük ölçekli şirketlerin hisse senetlerine yatırım yapabilme olanağına sahiptirler.

1.5.4. Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları

Dünyada değerli madenlere dayalı yatırım fonları hem fiziksel maden içeren hem de değerli madencilik yapan şirketlerin hisse senetlerini içeren yatırım fonlarından oluşmaktadır. Türkiye’de ise değerli maden şirketlerinin borsada işlem görmemesinden dolayı sadece fiziksel maden ve diğer menkul kıymetleri içeren yatırım fonları mevcuttur.

Değerli madenlere dayalı yatırım fonlarının en çok geliştiği ülke olan Amerika’da değerli madenlere yönelik fonların değerinin %10 civarına kadar olan bölümünü fiziki külçe altın oluşturmaktadır. Türkiyede ise değerli madenlere dayalı yatırım fonlarında fiziki altın oranı, %80’i bulmaktadır (Çıtak, 2006:96).

1.5.5. Dünyada Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları

Yatırım fonları içerdiği yatırım araçları ve borsada işlem gören değerli madencilik şirketleri büyüklüklerine göre riskli, orta riskli ve az riskli olmak üzere üç farklı düzeyde incelenmiştir. Dünya’da daha çok Amerika’da faaliyet gösteren değerli maden yatırım fonları, Türkiye’de faaliyet gösteren ticari bankaların yatırım fonlarına göre farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. Çünkü yabancı yatırım fonları, yatırımlarının büyük kısmını dünya borsalarına faaliyet gösteren değerli madencilik şirketlerine yapmaktadır.

Tablo 8: Yüksek Performanslı Değerli Maden Yatırım Fonları

Fon Tipi	Fon Adı (Sembolü)	Yatırımcı Firma	Birim Fiyat (dolar)
Değerli Madenler	Rydex Precious Metals Fund (RYPMX)	Rydex	30,77
Altın	Tocqueville Gold Fund (MIDSX)	Tocqueville Asset Management	36,68
Altın	Midas Fund (MIDSX)	Midas Fund Management	1,22
Altın	U.S Global Investors Gold Shares (USERX)	U.S. Global Investors, Inc.	7,69

Tablo 8 Devamı: Yüksek Performanslı Değerli Maden Yatırım Fonları

Değerli Madenler ve Mineraller	U.S. Global Investors World Precious Minerals (UNWPX)	U.S. Global Investors, Inc.	6,19
Altın, gümüş ve platin grubu metalleri	Precious Metals Ultra Sector Profunds	Profunds	39,38
Değerli Madenler	Vanguard Precious Metals and Mining Fund (VGPMX)	Vanguard Group	10,46

Kaynak: (Mladjenovic, 2008: 177)

Tablo 8’de en yüksek getiri performansı sağlayan değerli maden fonları ve 23.10.2017 tarihi itibari ile değerli maden fonlarının birim fiyatları verilmiştir. Tablo 8’de Amerikan borsalarında faaliyet gösteren değerli maden şirketlerinin fon tipleri ve borsada işlem gören hisse senetlerinin kısaltmaları da gösterilmiştir.

Değerli madenlere yönelik yatırım fonlarında, değerli madencilik sektöründeki birçok şirketin hisse senetlerine yatırım yapılmaktadır. Rydex, Tocqueville ve Vanguard yatırım fonlarının içerikleri ve performansları Tablo 9, 10 ve 11’de değerlendirilmiştir.

Tablo 9: Rydex Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği

Yatırım Yapılan Şirketler	Kısaltma	Fon İçeriği Yüzdelik Oran
FREEPORT-MCMORAN INC.	FCX	6.95%
NEWMONT MINING CORP	NEM	6.07%
BARRICK GOLD	ABX	5.69%
FRANCO-NEVADA CO	FNV	5.15%
GOLDCORP INC	GG	4.33%
WHEATON PRECIOUS METALS	WPM	4.25%
VANECK VECTORS JR GOLD MI	GDXJ	4.14%
AGNICO EAGLE MINES, LTD.	AEM	4.12%
RANDGOLD RESOURCES LTD-ADR	GOLD	3.76%

Kaynak: <https://www.guggenheiminvestments.com>, (23.10.2017)

Tablo 9’da Rydex Değerli Maden Fonunun içeriği verilmiştir. Rydex fon yönetiminin yatırım yaptığı şirketlere bakıldığında; büyük ve orta ölçekli, genellikle altın madenciliği sektöründe faaliyet gösteren şirketlere ağırlık verdiği görülmektedir. Rydex fon yönetimi, riskten uzak dengeli bir yatırım portföyü oluşturduğu için risk almaktan kaçınan yatırımcılar Rydex fon yönetimini tercih edebilirler.

Tablo 10: Tocqueville Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği

Yatırım Yapılan Şirketler	Kısaltma	Fon İçeriği
Fiziksel Altın	-	12.68%
Franco-Nevada Corp	FNV	5.74%
Pan American Silver Corp.	PAAS	4.45%
Agnico Eagle Mines Ltd.	AEM	3.84%
Newmont Mining Corp.	NEM	3.57%
Royal Gold, Inc.	RGLD	3.53%
Osisko Gold Royalties Ltd.	OR	3.40%
Alamos Gold, Inc. - Class A	AGI	3.40%
Detour Gold Corp	DGC	3.15%
Randgold Resources Ltd. - ADR	GOLD	3.12%

Kaynak: Tocqueville, <http://www.tocquevillefunds.com>, (23.10.2017)

Tablo 10’da tocqueville yatırım fonunun içeriği açıklanmıştır. Tocqueville yatırım fonunu, oluşturduğu içerik itibari ile dünya çapında altın madenciliği sektöründe faaliyet gösteren şirketlere yatırım yapmaktadır. Tocqueville yatırım fonu 12.68% oranında fiziksel altına da yatırım yapmaktadır. Bu yatırım fonu yapısı gereği dengeli ve muhafazakar bir portföy oluşturmaktadır. Altın ağırlıklı yatırım yapmak, riskten kaçınıp daha düşük oynaklığa sahip getiri elde isteyen yatırımcılar için Tocqueville yatırım fonunun sunduğu olanaklar daha cazip olabilmektedir.

Tablo 11’de Vanguard yatırım fonu içeriği, değerli madencilik sektöründe yatırım yaptığı şirketler verilmiştir.

Tablo 11: Vanguard Değerli Maden Yatırım Fonu İçeriği

Yatırım Yapılan Şirketler	Kısaltma	Fon İçeriği
Fiziksel Altın	-	12.68%
Franco-Nevada Corp	FNV	5.74%
Pan American Silver Corp.	PAAS	4.45%
Agnico Eagle Mines Ltd.	AEM	3.84%
Newmont Mining Corp.	NEM	3.57%
Royal Gold, Inc.	RGLD	3.53%
Osisko Gold Royalties Ltd.	OR	3.40%
Alamos Gold, Inc. - Class A	AGI	3.40%
Detour Gold Corp	DGC	3.15%
Randgold Resources Ltd. - ADR	GOLD	3.12%

Kaynak: Vanguard Fund, www.personal.vanguard.com (23.10.2017)

Vanguard yatırım fonu incelendiğinde ise fonun minimum yatırım tutarının 3000 dolar olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca fon sadece altına yönelik yatırım yapmaktan çok kıymetli madenlere yatırım yapmaktadır. Bu nedenle fon, daha dar bir alanda yatırım yapmakla birlikte fonun risk seviyesi de önemli ölçüde yüksek olmaktadır. Değerli madenlere yönelik olan Vanguard yatırım fonuna yatırım yapmak isteyen yatırımcıların fonun risk seviyesini ve getiri oynaklığını incelemelerinde fayda vardır (www.personal.vanguard.com).

Tablo 12: Değerli Madenlerin Getiri Performansı Karşılaştırması

Maden Adı	Yılbaşından bugüne getiri	1 Yıllık Getiri	3 Yıllı Getiri	5 Yıllık Getiri
Rydex	11.30 %	-7.19 %	2.25 %	-8.69 %
Tocqueville	9.33 %	-13.23 %	0.87 %	-12.72 %
Vanguard	11.30%	-7.19%	2.25%	-8.69%

Kaynak: www.guggenheiminvestments.com, (23.10.2017); www.tocquevillefunds.com, (23.10.2017); www.personal.vanguard.com (23.10.2017)

Tablo 12’de Rydex, Tocqueville ve Vanguard Değerli maden fonlarının getiri performansları incelendiğinde, bütün değerli maden fonları kısa dönemli pozisyon olan yıl başından bugüne kadar olan getiride, yüksek pozitif getiriye sahiptir. Ayrıca uzun vade olarak nitelendirilebilen 3 yıllık getiri performansları da pozitifdir. Fakat seçilen değerli maden fonlarının 1 yıllık ve 5 yıllık getirilerinin tamamı negatiftir.

1.5.6. Türkiye’de Değerli Madenlere Dayalı Yatırım Fonları

Türkiye’de bulunan değerli madenlere dayalı yatırım fonlarının tamamı borsada işlem gören altın ve altına dayalı sermaye piyasası araçlarından oluşmaktadır. Değerli madenlere dayalı yatırım fonları yetkili bankalar tarafından ihraç edilmektedir. Bu nedenle piyasada pazar payı büyüklüğü yüksek olan bankaların sunduğu değerli madenlere dayalı yatırım fonları incelenecektir. İncelenen bankaların değerli madenlere dayalı yatırım fonlarının portföy stratejileri ele alınıp yatırımcıları ve araştırmacıları bilgilendirme amaçlanmaktadır.

Değerli madenlere dayalı yatırım fonlarının Türkiye için incelemesini yapmadan önce yatırım fonlarını tanımını yapmak gereklidir. Yatırım fonu ise portföy kavramının bilinmesi ile anlaşılacaktır. Portföy en temel anlamıyla bir kişi veya kuruluşun sahip olduğu varlıkların tümünü ifade etmektedir. Kıymetli madenlere dayalı yatırım fonları ise halktan topladıkları para karşılığı kıymetli madenlere yatırım yapan fon türleri olarak tanımlanabilmektedir. Kıymetli madenlere dayalı yatırım fonları Türkiye’de sadece fiziki olarak kıymetli madenleri bulundurdıkları için bu tür yatırım fonlarının getiri performansı, yatırımı yapılan kıymetli madenlerin fiyatlarının artmasına bağlı olarak artmaktadır (<http://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/253>).

1.5.6.1. Akbank Altın Fonu

Akbank Altın Fonu 6.11.2006 tarihinde kurulmuştur. Yatırım fonunun stratejisi ise, fonun toplam değerinin en az %80’i devamlı olarak borsada işlem gören altın ve altına dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırmaktır. Ayrıca fon, yabancı para ve sermaye piyasası araçlarına da yatırım yapabilir (<http://www.akbank.com/tr-tr/urunler/Sayfalar/altin-fonu.aspx>).

1.5.6.2. Garanti Bankası Altın Fonu

Garanti Bankasının yatırım stratejisi Akbank Altın Fonuna paralel olarak, fonun toplam değerinin en az %80'i devamlı olarak borsada işlem gören altın ve altına dayalı sermaye piyasası araçları ve diğer yatırım araçlarına yatırmaktadır. Garanti Altın Fonu ayrıca fon değerinin azami % 20 oranında altın dışındaki kıymetli madenlere dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırabilir. (https://www.garanti.com.tr/tr/bireysel/mevduat_ve_yatirim/yatirim_fonlari/emtia_fonlari_.page)

1.5.6.3. İş Bankası Altın Fonu

14.02.2011 tarihinde kurulan İş Bankası Altın Fonu 2017 yılı itibari ile 30 milyon TL'ye yakın bir büyüklüğe ulaşmıştır. İş Bankası Altın Fonunun yatırım stratejisi, fon toplam değerinin en az % 80'i ile altın ve altına dayalı sermaye piyasası araçlarına yatırım yapmaktır. Fon, altın fiyatlarında meydana gelen değişimi yatırımcısına aktarmayı hedeflemektedir. 2017 yılı Kasım ayı itibari ile yatırım fonu, toplam varlığının % 96,4 oranında bölümünü altında % 3,6'lık bölümü ise ters repoda tutmaktadır. Yatırım fonunda bulunan fiziki altın altın oranına göre iş bankası, diğer bankalara kıyasla fonunda en fazla altın bulunduran banka olmaktadır (<https://www.isbank.com.tr/TR/bireysel/yatirim-urunleri/yatirim-fonu/altin-fonu/Sayfalar/altin-fonu.aspx>).

1.5.6.4. Ziraat Bankası Altın Katılım Fonu

02.08.2010 tarihinde halka arz edilen Ziraat Bankası Katılım Fonu, 30 Haziran 2017 tarihi itibari ile 1904 yatırımcıyla birlikte 17 milyon TL fon büyüklüğüne ulaşmıştır.

Ziraat Bankası Altın Katılım Fonu stratejisi: fonun asgari %80'i devamlı olarak altın ve altına dayalı para ve sermaye piyasası araçlarına, azami %20'si ise kira sertifikaları, katılma hesapları, Ziraat Portföy Katılım Endeksinde yer alan ortaklık payları ile Danışma Kurulunun uygun gördüğü ortaklık payları ve diğer kıymetli madenlere yatırılır. Ziraat Bankası Altın Katılım Fonuna faizsiz yabancı

yatırım araçları dahil edilebilmekle birlikte fon portföyüne dahil edilen yabancı para ve sermaye piyasası araçları fon toplam değerinin %80'i ve fazlası olamaz. Diğer altın fonlarının hedefi gibi Ziraat Bankası Altın Katılım Fonu yatırımcısına, altın fiyatlarında paralel bir getiri sağlamayı hedeflemektedir. Fon içeriğinin %99,54'ünü altın ve diğer kıymetli madenler, %0,46'sını ise katılım hesabı oluşturmaktadır (<http://www.ziraatportfoy.com.tr>).

1.5.6.5. Yapı Kredi Bankası Altın Fonu

15.03.2010 tarihinde halka arz edilen YapıKredi Bankası Altın Fonu, 2017 yılı itibari ile yaklaşık 75 milyon TL'lik varlık büyüklüğüne ulaşmıştır. YapıKredi Bankası Altın Fonunun stratejisi. Fon toplam değerinin en az %80'i sürekli olarak borsada işlem gören altın ve altına dayalı para ve sermaye piyasası araçlarına yatırıp, fon portföyünün %20'lik bölümü ile izahnamesinde yer verilen diğer yatırım araçlarına yatırım yapmaktır. YapıKredi Bankası Altın Fonu riskten korunma amacıyla türev araçları ekleyebilir. Portföy yönetiminin vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri gibi türev araçlar nedeniyle oluşturduğu kaldıraç etkisi içeren pozisyonlar, fon performansının referans portföy getirisinden ayrışmasına neden olabilmektedir. YapıKredi Bankası Altın Fonu, dünya altın piyasalarında meydana gelen fiyat gelişmelerini fon yatırımcısına yüksek oranda yansıtarak, orta ve uzun vadede istikrarlı bir getiri sağlamaktır (<https://www.yapikredi.com.tr/yatirimci-kosesi/fon-bilgileri/YFBA1>).

Tablo 13: Altına Dayalı Yatırım Fonu Performans Karşılaştırması

Fon Adı	Yıl başından(2017) Günümüze Getiri %	1 Yıllık Getiri %	3 Yıllık Getiri %
Akbank Altın Fonu	10,13%	13,69%	46,38%
Garanti Altın Fonu	13,41%	14,42%	60,44%
İş Bankası Altın Fonu	10,83%	13,52%	42,729%

Tablo 13: Altına Dayalı Yatırım Fonu Performans Karşılaştırması

Fon Adı	Yıl başından(2017) Günümüze Getiri %	1 Yıllık Getiri %	3 Yıllık Getiri %
Ziraat Altın Katılım Fonu	7,35%	18,615%	59,369%
YapıKredi Altın Fonu	6,25%	17,1%	41,75%

Kaynak: Akbank, Altın Fonu, <http://www.akbank.com>, 24.10.2017; <https://www.garanti.com.tr>, 24.10.2017; <https://www.isportfoy.com.tr>, 24.10.2017; www.ziraatportfoy.com.tr, 24.10.2017; <http://www.yapikrediportfoy.com.tr>, 24.10.2017

Tablo 13’den görülebileceği gibi altın ve değerli madenlere dayalı yatırım fonları, altın fiyatları ile paralel olarak artmaktadır. Değerli madenlere dayalı yatırım fonları ele alınan bütün vade dönemlerine artış göstermiştir. 3 yıllık getirilere bakıldığında döviz kurundaki artışla birlikte altın fonlarında % 60 oranlarına varan bir artış gözlemlenmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ZAMAN SERİLERİNDE DEĞİŞEN VARYANS VE OYNAKLIĞI TAHMİN ETMEDE KULLANILAN METODLAR

Bu bölümde ilk olarak klasik doğrusal zaman serisi modelleri ve durağanlık kavramı incelenmiştir. Daha sonra oynaklık ve değişen varyans kavramları incelenip, oynaklık modellemesinde kullanılan Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri ele alınmıştır.

Değişen varyans problemi genellikle kesit verilerinde daha çok ortaya çıksa da zaman serisi ekonometrisinde değişen varyans sorunun olmayacağı anlamına gelmemektedir. Özellikle finansal zaman serileri, oynaklık kümelenmesi, kaotik davranış ve istikrarsızlık gibi özelliklere sahip olmaktadır. Bu nedenle değişen varyansın olması durumunda finansal zaman serisi verileri, oynaklıklarında doğrusal bağımlılık sergilemektedir (Birau, 2012: 74).

Oynaklık, finansal zaman serilerinde önemli bir konu olduğu gibi oynaklığın hem teorik hem de iktisadi birçok sonucu olmaktadır. Bu nedenle oynaklık modellemeleri finansal ekonometrinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Daly, 2011: 46-48).

2.1. DURAĞANLIK KAVRAMI VE BİRİM KÖK TESTLERİ

Durağanlık kavramı birçok zaman serisi tekniği için gerekli koşullar arasındadır. Zaman serisi modellemesinde durağanlık varsayımı kabul edilerek analiz yapılmaktadır. En genel tanımlamasıyla durağan bir süreç, araştırılan seriye ait ortalama, varyans ve otokorelasyonunun zaman içinde değişmemesidir (Gujarati ve Porter, 2009: 740).

2.1.1. Zayıf Durağan Süreç

Zayıf durağan süreçte seri sabit ortalamaya sahip olmaktadır. “ Y_t ” serisi ele alındığında $t \neq s$ seride farklı zamanlar gösterdiğinde

$$E(Y_t) = E(Y_s) = \mu \quad (2.1)$$

eşitliği sağlanmaktadır. Bu durum ile birlikte (Y_t, Y_s) ile (Y_{t+i}, Y_{s+i}) aynı dağılımlı oldukları bilindiğinde ikinci momentleri denklem (2.2) gibi gösterilebilir.

$$\gamma(Y_t, Y_s) = E(Y_t - \mu)(Y_s - \mu) = \gamma(s-t) \quad (2.2)$$

olarak ifade edilebilir. Bu nedenle serinin ortalamasının, varyansının sabit ve zamandan bağımsız olması, serinin kovaryansı zamanın değil uzaklığın $(t-s)$ bir fonksiyonu olması, zayıf durağanlığın tanımlayıcılarıdır (Akgül, 2003: 6).

2.1.2. Kesin Durağan Süreç

X_t sürecinden $(X_1, \dots, X_k)$ ve $(X_{1+h}, \dots, X_{k+h})$ vektörleri alındığında $k \in \mathbb{N}$ ve $h \in \mathbb{Z}$ olmak üzere aynı birleşik dağılıma sahip olmaları durumunda (X_t) sürecinin kesin durağan olduğu sonucuna ulaşılabilir. Örnek olarak (X_1, X_3) dağılımı ile (X_{11}, X_{17}) dağılımı aynı olarak ifade edilebilir. Kesin durağanlık, çok güçlü varsayımlar ile sağlandığı için her zaman serisi için bulunması kolay değildir (Zivot, 2013: 3-4).

2.1.3. Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi

Hata terimlerinin ilişkili olduğu varsayımı ile ortaya atılan Genişletilmiş Dickey Fuller testi üç farklı model ile serinin durağanlığını analiz etmektedir.

$$\text{Sabit terim ve trend içermeyen model} : \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

$$\text{Sadece Sabit Terimli Model} : \Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

$$\text{Sabit ve Trend içeren model} : \Delta Y_t = \mu + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

Denklem (2.3), (2.4) ve (2.5) ifade edilen modeller, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin modele dahil edilmesi ile oluşturulmuştur. Genişletilmiş

Dickey-Fuller (ADF) testinde $\delta = 0$ boş hipotez olarak ifade edilmiştir. $\delta = (\rho - 1)$ olarak ifade edildiği için $\rho = 1$ olur. Boş hipotez reddedilemediğinde birim kökün varlığı ortaya çıkmış olup süreç durağan dışı olarak kabul edilecektir. Alternatif hipotez ise birim kökün olmadığını bir diğer deyişle sürecin durağan olduğunu ifade eden hipotezdir (Gujarati ve Porter, 2009: 755).

2.1.4. Philips Perron (PP) Testi

Genişletilmiş Dickey Fuller testleri, olasılıklı süreçte görülmesi muhtemel otokorelasyon sorunundan kurtulmak amacıyla gecikmeli fark terimlerini modele eklemekteydi. Philips Perron birim kök testi ise otokorelasyondan kurtulmak amacıyla parametrik olmayan istatistik tekniklerini kullanmaktadır (Gujarati ve Porter, 2009: 758).

Philips Perron testi, sabit terim eklendiğinde denklem.. deki gibi ifade edilir.

$$y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

Boş hipotez, Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) birim kök testinde olduğu gibi $H_0 : \rho = 1$ olarak gösterilmektedir. Boş Hipotez, reddedilmediği zaman denklem (2.6), birim kök içerir ve durağan dışı süreç olarak adlandırılır. Alternatif hipotez de $H_1 : \rho < 1$ olarak ifade edilmektedir. Alternatif hipotezin reddedilemediği durumda sürecin birim kök içermediği bir diğer deyişle durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Philips Perron (PP) birim kök testi, Genişletilmiş Dickey Fuller testinde olduğu gibi denkleme bağımlı değişkenin gecikmeli terimlerini eklemeyi için daha başarılı bir test olmaktadır (Phillips ve Perron, 1988: 338).

2.1.5. Kwiatkowski Philips Schmidt Shin (KPSS) Test

KPSS birim kök testi durağanlığını araştırdığı seriyi deterministik trend, rassal yürüyüş durağan hata terimi serisi olarak ayrıştırmaktadır. Durağanlığı araştırılacak olan seri denklem (2.7) olarak ifade edilebilir.

$$y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

Denklem (2.7)'de ifade edilen r_t , rassal yürüyüş süreci ($r_t = r_{t-1} + u_t$) olarak ifade edilir. Boş hipotez için y_t , $I(0)$ sürecine uygun $H_0 = \sigma_\varepsilon^2 = 0$ olarak gösterilecektir. ADF ve PP birim kök testlerinin boş hipotezlerinin tersi doğrultuda olan KPSS testinin boş hipotezi, serinin durağan olduğunu ifade etmektedir. KPSS testi, hipotez sınamalarını Langranj Çarpanı (LM) testine göre yapmaktadır. LM testinde boş hipoteze karşılık alternatif hipotez, $\sigma_\varepsilon^2 > 0$ olarak ifade edilip serinin durağan olmadığını göstermektedir (Kwiatkowski ve diğerleri, 1992: 162)

2.2. ARIMA MODELLERİ

George Box and Gwilym Jenkins tarafından 1970 yılında isimlerini verdikleri Box-Jenkins yaklaşımını modellemek amacıyla ARIMA modelinin teorisi ortaya atılmıştır. Bu yaklaşım için verilere en uygun modeli bulma ve tahminleme süreçlerinde ARIMA modelleri kullanılmıştır. Box-Jenkins yaklaşımı ile ARIMA modelleri, ekonometrik teoride kabul edilen açıklayıcı değişkenleri modelden dışlayıp bunun yerine ilgili zaman serisinin kendi geçmiş değerlerinden yararlanıp model kurma ve tahmin geliştirmeye dayanmaktadır (Kennedy 1998: 298).

2.2.1. Otoregresif Hareketli Ortalama(ARMA) Modelleri

AR(p) ve MA(q) modellerinin kombinasyonu şeklinde ortaya çıkan modele ARMA(p,q) modelleri denmektedir. Bu model y serisinin kendi gecikmeli değerleri ve hata teriminin şimdiki ve gecikmeli değerlerinin doğrusal bir kombinasyonu olarak ifade edilmektedir.

$$y_t = \phi_1 + y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \theta_1 u_{t-1} + \theta_2 u_{t-2} + \dots + \theta_q u_{t-q} + u_t \quad (2.8)$$

olarak ifade edilebilir. Bu denklemde AR modelinin derecesi “p” MA modelinin derecesi “q” olarak gösterilebilir. Modelin genel gösterimi olarak ifade edilen

ARMA(p,q) denklem (2.9) ile gösterilmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 165).

$$y_t = c + u_t + \sum_{k=1}^p \phi_k y_{t-k} + \sum_{k=1}^q \theta_k u_{t-k} \quad (2.9)$$

2.2.2. Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama (ARIMA) Modeli ve Box-Jenkins Yaklaşımı

Analizi yapılan zaman serisi durağan olduğu durumlarda AR(p), MA(q) veya otoregresif ve hareketli ortalama ARMA(p,q) modelleri ile çalışılabilmektedir. Fakat iktisadi veya finansal zaman serisi modelleri çoğu zaman zayıf durağanlık varsayımını bile karşılayamamaktadır. Bu nedenle sürecin durağan hale getirilmesinde ve analizinin yapılmasında kullanılan otoregresif bütünleşik hareketli ortalama ARIMA modelleri ortaya çıkmaktadır. ARIMA modellerinin tahmini Box ve Jenkins tarafından geliştirilen yöntem ile yapılmaktadır. Model belirleme sürecinde otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılmaktadır. Durağanlık şartının sağlanması için zaman serisinin farkının alınması gerekmektedir. Fark alınma işlemi yapılmış durağanlaştırılmış seri bütünleşik(entegre) hale gelmektedir. Model kurulması için otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonları yardımı ile AR(p), MA(q) veya ARMA(p,q) modelleri belirlenir. Otokorelasyon fonksiyonu q. gecikmede tepe noktasına ulaşır bu gecikmeden sonra otokorelasyon değeri azalmaya başlıyorsa seri için uygun model, MA(q) modeli olarak belirlenebilir. Kısmi otokorelasyon fonksiyonu p. gecikmede tepe noktasına ulaştıktan sonra düşmeye başlıyorsa model, AR(p) olarak belirlenebilir. Hem otokorelasyon hem de kısmi otokorelasyon için p ve q noktaları tespit edilebiliyorsa model kurma süreci ARIMA(p,d,q) olarak belirlenebilmektedir (Box ve diğerleri 2015: 183). Fark işlemcisi aracılığıyla gecikmesi alınmış ARIMA(p,d,q) sürecinin genel gösterimi denklem (2.10)'deki gibi ifade edilebilir.

$$\phi(B) \Delta^d y_t = \delta + \theta(B) \varepsilon_t \quad (2.10)$$

Ayrıca gecikme işlemcili AR(p) ve MA(q) süreçleri denklem (2.11) ve denklem (2.12)'deki gibi gösterilebilir.

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (2.11)$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad (2.12)$$

$\phi(B)$ gecikme işlemcili otoregresif süreci $\theta(B)$ ise gecikme işlemcili hareketli ortalama sürecini ifade etmektedir (Pindyck ve Rubinfeld, 1997: 504).

2.2.3. ARIMA Model Belirleme ve Tahminleme Süreçleri

Kennedy (2008) araştırmacının doğru ARIMA modelini seçmesi için ciddi bir tecrübe sahibi olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu nedenle doğru modelin belirlenebilmesi araştırmacı açısından bazı durumlarda oldukça zor olabilmektedir. başlık 2.2 ve alt başlıklarında anlatılan ARIMA modellemesinin bulunmasında zaman serisinin tespit edilmesi gereken davranışları, Tablo 14'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

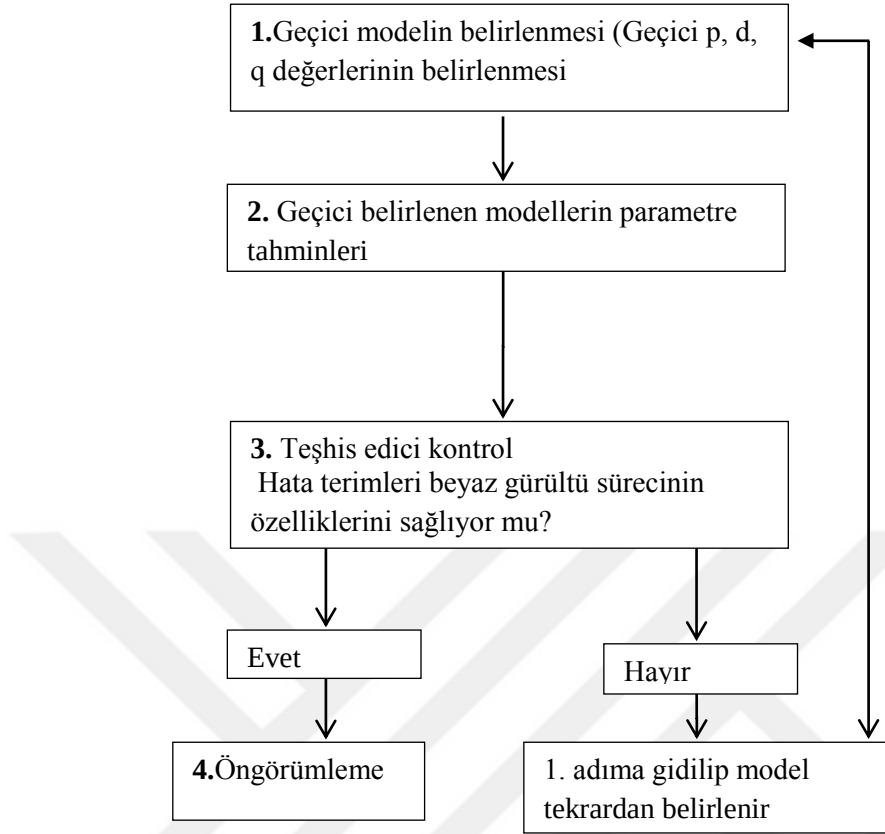
Tablo 14: ARIMA Modelinin ACF ve PACF Yardımı ile Belirlenmesi

Model Türü	ACF Örüntüsü	PACF Örüntüsü
AR(p)	Üssel olarak azalır veya sinüs dalgası şeklinde söner	p gecikmeden sonra kesilir
MA(q)	q gecikmeden sonra kesilir	Üssel olarak azalır
ARMA(p, q)	Üssel olarak söner	Üssel olarak söner

Kaynak: Gujarati ve Porter, 2009: 781

Zaman serisinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarının sergilediği davranış biçimleri yardımı ile dereceleri belirlenen modelin Box-Jenkins yaklaşımı ile tahminleme süreci ilgili Şekil 13'de şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 13: ARIMA Modelinin Box-Jenkins Yöntemi ile Tahminleme Süreci



Kaynak: Gujarati ve Porter, 2009: 781

2.3. OYNAKLIK

Oynaklığın tahmin edilmesi yatırım, opsiyon fiyatlaması ve risk yönetimi açısından oldukça önem taşımaktadır (Poon ve Granger, 2005: 45). İlk olarak oynaklığı Mandelbrot (1963), finansal kıymetlerde oluşan büyük oranlı fiyat değişimlerinin büyük oranı fiyat değişimlerini; küçük oranlı fiyat değişimlerinin ise küçük oranlı fiyat değişimlerini izlediğini öne sürmüştür. Mandelbrot'un ifade ettiği tanım "oynaklık kümelenmesi" adını almıştır.

Finans teorisinde oynaklık, temel kavramlardan biri halinde geldiği için oynaklığın yol açtığı problemleri incelemekte fayda vardır. İlk olarak, varlık fiyatlarının bir günlük veya daha kısa zaman dilimi içinde ciddi dalgalanmalara maruz kaldığı zaman yatırımcılar bu ani dalgalanmayı, ekonomik faktörler çerçevesinde açıklayamayabilir. Bu durum sermaye piyasalarında güvenin azalmasına ve buna bağlı olarak sermaye piyasalarına giden likiditenin düşmesine neden olur. İkinci durumda, şirketler için firmanın oynaklığı, iflas etme olasılığının

belirlenmesi için önemli bir faktör olmaktadır. Bu durumda sermaye yapısındaki yüksek oynaklığın iflas etme olasılığını arttırıcı etki yarattığı söylenebilir. Üçüncü olarak alım satım fiyatları arasındaki farkın belirlenmesinde oynaklık önemli bir etkiye sahiptir. Menkul kıymetin yüksek oynaklığa sahip olması alım satım arasındaki fiyat farkını yükseltme etkisine sahip olacaktır. Dördüncü olarak, portföy sigortası gibi zarardan korunma tekniklerinin oynaklıktan etkilendiği söylenebilir. Daha yüksek bir oynaklık seviyesi portföy sigorta fiyatlarını arttıracaktır. Son olarak, oynaklığın sermaye tahsisini verimsizleştirdiği söylenebilir. Eğer bir ülkenin sermaye piyasalarında yüksek oynaklık mevcutsa, düzenleyici kurumlar ya da sermaye sahipleri eş değer yatırımlar için daha yüksek bir sermaye tahsisini zorunlu kılabilir. Sonuç olarak piyasalarda sermayenin bölüştürülmesinde ciddi verimsizliklere yol açabilecektir (Daly, 2011: 46).

Daly (2011)'nin ifade ettiği gibi oynaklık, ekonomik karar birimleri açısından bir çok belirsizlik ve risk doğuracaktır. Oynaklık risk açısından değerlendirildiği zaman beklenen getiri ile gerçekleşen getiri arasındaki sapma olarak tanımlanabilmektedir (Hagin, 1979: 95). (Poon, 2005) oynaklığın risk ile aynı olmadığını fakat ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Çünkü risk beklenmeyen sonuç olarak ifade edilmesine karşın oynaklık, sadece belirsizliğe bağlı olduğu için getirilerde pozitif bir sonuç doğurabilmektedir.

Oynaklık istatistiksel olarak, örneklemin standart sapması olarak ölçülebilir.

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2} \quad (2.13)$$

Denklem (2.13)' de r_t , t gündeki getiri olarak ifade edilir. μ ise T günlük dönemdeki ortalama getiriyi ifade etmektedir. Varyans oynaklık ölçüsü olarak kabul edilse de standart sapmadan daha istikrarsız bir yapıya sahip olması nedeni ile yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ayrıca varyans standart sapmanın karesi olarak ifade edilmesinden dolayı ölçü birimlerinde meydana gelebilecek karışıklıkların önüne geçilmesi adına varyans yerine standart sapma kullanılmaktadır. Örneğin Dolar-TL kuru serisinde standart sapma, TL cinsinden bulunmasına rağmen varyans TL'nin karesi gibi anlamsız bir biçimde

bulunacaktır. Bu nedenle standart sapma oynaklık ölçümünde daha tercih edilen bir istatistik olmaktadır (Poon, 2005: 1).

2.4. DEĞİŞEN VARYANS MODELLEMELERİ

Klasik doğrusal regresyon modelinin önemli varsayımlarından bir tanesi de hata terimi varyansının σ^2 gibi sabit bir sayı olması varsayımdır. Sabit varyans varsayımı altında hata teriminin varyansı denklem (2.14)'daki gibi ifade edilebilecektir (Gujarati ve Porter, 2009: 365).

$$E(u_i^2) = \sigma^2 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.14)$$

Değişen varyansın gözardı edilmesi durumunda tahmin edilen modelin hangi eksikliklere sahip olacağının bilinmesi araştırmacı için önemli bir konu olmaktadır. Değişen varyansın göz ardı edilmesi durumunda en küçük kareler tahmincileri tutarlı ve sapmasız olmasına rağmen parametrenin en küçük varyanslı olma varsayımını sağlayamayacaktır (Brooks, 2014: 183).

Değişen varyans sorunu daha çok kesit verilerinde görünse bile Cragg (1982) ve Engle (1982) zaman serisi modellemesinde değişen varyans sorunun olabileceğini, değişen varyansın zaman serisi modellerinde daha istikrarsız parametre tahminlerine yol açabileceğini savunmuşlardır. Engle (1982) İngilterenin enflasyon modellemesi ile ilgili yaptığı çalışmada, hata tahminlerinin kümelenme davranışı sergilediğini savunmuştur. Daha açık bir ifade ile küçük hatalar beraberinde küçük hata tahminlerini büyük hatalar ise beraberinde büyük hata tahminlerini getirmektedir. Hata tahminlerinin geçmiş dönemdeki hatalar ile ilişkili olması nedeni ile geleneksel zaman serisi yöntemleri, Koşullu Değişen Varyans modellemelerine doğru çevrilmiştir.

2.4.1. Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modellemesi

Engle (1982) ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) “Otoregresif Koşullu Değişen Varyans” modeli ile geleneksel zaman serisi

yöntemlerine yeni bir bakış açısı getirerek oynaklık modellemelerinin ilkinin oluşturmuştur.

İlk olarak Birinci Derece Otoregresif Model aşağıdaki gibi düşünülebilir

$$y_t = \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.15)$$

Burada ε_t , beyaz gürültülü $v(\varepsilon) = \sigma^2$ varyanslı bir süreç olarak bilinmektedir.

y_t 'nin koşullu ortalaması γy_{t-1} olmakla birlikte koşulsuz ortalaması sıfır olmaktadır. y_t 'nin koşullu varyansı σ^2 koşulsuz varyansı da $\sigma^2 / 1 - \gamma^2$ olacaktır. Gerçek süreçte eğer geçmiş hatalarda mevcut bulunan bilgi, varyans tahminlemesinde kullanılırsa, daha iyi tahmin aralığı elde edilebileceği beklenmektedir (Engle, 1982: 987).

Değişen varyans durumu için klasik yaklaşım, x_t değişkenini varyans tahminlemesi için dışsal değişken olarak almaktır. Bilinen sıfır ortalamalı model aşağıdaki gibi olacaktır.

$$y_t = \varepsilon_t x_{t-1} \quad (2.16)$$

Denklem (2.16)'da ifade edilen modelin varyansı $v(\varepsilon) = \sigma^2$ olacaktır. y_t 'nin varyansı $\sigma^2 x_{t-1}^2$ olarak bulunmakla birlikte tahmin aralığı dışsal bir değişkene bağlı olmaktadır. İfade edilen bu çözüm, oldukça yetersiz kalmaktadır. (2.17)'da ifade edilen denklem, koşullu ortalama ve varyansın zaman içinde ortak hareket etmesinden çok, varyansın değişimini ifade etmektedir (Engle, 1982: 988). Granger ve Andersen (1978), koşullu değişen varyansın bağımlı değişkenin geçmiş değerleri ile açıklanabilen modeli aşağıdaki denklemde önermiştir.

$$y_t = \varepsilon_t y_{t-1} \quad (2.17)$$

İlgili denklemde koşullu varyans $\sigma^2 y_{t-1}^2$ olarak ifade edilebilir. Engle (1982) Granger'ın ilgili denklemde tanımladığı bu modeli, koşullu varyansının sıfıra ya da sonsuza eşit olması nedeni ile eleştirmiştir. Engle (1982)'ın önerdiği model aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$y_t = \varepsilon_t h_t^{1/2} \quad (2.18)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1}^2 \quad (2.19)$$

hata teriminin varyansının $V(\varepsilon_t) = 1$ olduğu modeli Engle, Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) olarak tanımlamıştır. Tanımlanan model tam olarak çift doğrusal model olmasa da bire oldukça yakındır. Modele normal dağılım varsayımı, ψ_{t-1} gösterimi ile eklendiğinde oluşturulan model aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$y_t | \psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (2.20)$$

$$h_t = a_0 + a_1 y_{t-1}^2 \quad (2.21)$$

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans Modeline ait varyans fonksiyonu genel şekli ile aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$h_t = h(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}, a) \quad (2.22)$$

Denklem (2.22)'deki “p”, ARCH sürecinin mertebesini “a” ise bilinmeyen parametre vektörünü göstermektedir.

ARCH regresyon modeli y_t 'nin ortalamasını, $x_t \beta$ 'nin içsel ve dışsal değişkenlerinin gecikmelerinin doğrusal kombinasyonu olarak ifade eder. Model ψ_{t-1} bilgi kümesini ve β bilinmeyen vektör parametrelerini içermektedir (Engle, 1982: 988-989).

2.4.1.1. ARCH Sürecinin Olabilirlik Fonksiyonuna Göre Tahmini

Denklem (2.20) ve (2.21)'de ifade edilen ARCH modelinden türetilen y_t serisi incelendiği zaman ARCH sürecinin özellikleri $E x = E (E x | \psi)$ bağıntısı ile kolayca belirlenebilir. y_t serisinin ortalaması ve bütün otokovaryansları sıfır olacaktır. Sürecin koşulsuz varyansları ise bütün seriler için $\sigma_t^2 = E y_t^2 = E h_t$ aynı

olacaktır. h ve a değerleri için varyans t 'den bir başka deyişle zamandan bağımsız olacaktır. İfade edilen şartlar altında y_t serisi, kovaryans durağan olacaktır. Denklem (2.20) ve (2.21)'de gösterilen ARCH modelinin her bir gözlemi, koşullu normal dağılmamaktadır. Ortak yoğunluk, bütün koşullu yoğunlukların çarpımı olduğundan dolayı logaritma olabilirlik, denklem (2.20) ve (2.21)'de ifade edilen süreçlerin koşullu normal logaritma olabilirliklerin toplamı olacaktır. I , ortalama logaritma olabilirlik olarak ifade edildiği zaman I_t , t zamandaki gözlemin logaritma olabilirliğini ve T gözlem sayısını göstermektedir. (Engle, 1982: 990)

$$I = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T I_t \quad (2.23)$$

$$I_t = -\frac{1}{2} \log h_t - \frac{1}{2} y_t^2 / h_t \quad (2.24)$$

Denklem (2.23)'de bazı sabitler modelin dışında bırakılmıştır.

a 'nın bilinmeyen parametrelerini hesaplamak için olabilirlik fonksiyonu maksimize edilmelidir. I_t , logaritma olabilirlik denkleminin 1. sıra koşulu:

$$\frac{\partial I_t}{\partial a} = \frac{1}{2 h_t} \frac{\partial h_t}{\partial a} \left(\frac{y_t^2}{h_t} - 1 \right) \quad (2.25)$$

ve Hessiani

$$\frac{\partial^2 I_t}{\partial a \partial a'} = -\frac{1}{2 h_t^2} \frac{\partial h_t}{\partial a} \frac{\partial h_t}{\partial a'} \left(\frac{y_t^2}{h_t} \right) + \left[\frac{y_t^2}{h_t} - 1 \right] \frac{\partial}{\partial a'} \left[\frac{1}{2 h_t} \frac{\partial h_t}{\partial a} \right] \quad (2.26)$$

ψ_{t-m-1} verildiği zaman birinci terimin son çarpanının koşullu bekleneni, bire ve ikinci terimin koşullu bekleneni, sıfıra eşit olacaktır. Hessian'ın bütün gözlemlerin ortalamasının beklenen değerinin sıfır olan bilgi matrisi,

$$\xi_{aa} = \sum_t \frac{1}{2T} E \left[\frac{1}{h^2} \frac{\partial h_t}{\partial a'} \frac{\partial h_t}{\partial a'} \right] \quad (2.27)$$

olarak ifade edilir ve

$$\hat{\xi}_{aa} = \frac{1}{T} \sum_t \left[\frac{1}{2 h^2} \frac{\partial h_t}{\partial a} \frac{\partial h_t}{\partial a'} \right] \quad (2.28)$$

tutarlı tahmin edici olarak bulunur. Eğer h , p . dereceden (karesel ifadeleri içeren) doğrusal bir fonksiyon olarak kabul edilirse denklem (2.29) olarak ifade edilir.

$$h_t = a_0 + a_1 y_{t-1}^2 + \dots + a_p y_{t-p}^2 \quad (2.29)$$

$z_t = (1, y_{t-1}^2, \dots, y_{t-p}^2)$ ve $a' = (a_0, a_1, \dots, a_p)$ olarak alındığında denklem (2.29), denklem (2.30) olarak düzenlenebilir.

$$h_t = z_t a \quad (2.30)$$

Gradyan denklem (2.31) olarak düzenlenebilir (Engle, 1982: 991).

$$\frac{\partial I}{\partial a} = \frac{1}{2 h_t} z_t \left(\frac{y_t^2}{h_t} - 1 \right) \quad (2.31)$$

bilgi matrisinin tahmini

$$\hat{\xi}_{aa} = \frac{1}{2T} \sum_t (z_t' z_t / h_t^2) \quad (2.32)$$

olarak bilgi matrisi tahmin edilebilir.

2.4.1.2. ARCH Etkisinin Belirlenmesi

İncelenen modelin hata terimlerine yönelik yapılan değişen varyans testi, genellikle ARCH testi olarak adlandırılmaktadır. Modelde değişen varyans etkisi bulunması sonucunda parametreler aşağı yönlü sapmalı olacaktır. Weiss (1984), ARIMA modellemesi yapılırken modeldeki ARCH etkisinin göz ardı edilmesi durumunda ARIMA modellemesinde otoregresif ve hareketli ortalama parametre katsayılarının olması gerekenden daha fazla tahmin edildiği sonucuna ulaşmıştır. ARCH etkisinin belirlenmesine yönelik Engle (1982)'ın önerdiği Lagrange Çarpanı (LM) testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Cromwell ve diğerleri 1994: 73).

ARCH-LM testi kısaca dört adımda uygulanabilir.

1. Adım: İlk olarak ARCH-LM testinin yapılabilmesi için öncelikle doğrusal regresyon modelinin kurulması gereklidir.

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + u_t \quad (2.33)$$

olarak ifade edilen denklemin kalıntıları ($\hat{u}_t$) hesaplanır.

2. Adım: Bulunan kalıntıların kareleri alındıktan sonra kalıntı kareleri q gecikmesi ile regres edilir.

$$\hat{u}_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{u}_{t-1}^2 + \gamma_2 \hat{u}_{t-2}^2 + \dots + \gamma_q \hat{u}_{t-q}^2 + v_t \quad (2.34)$$

elde edilen denklem (2.34) de v_t hata terimi olarak ifade edilmiştir. Denklem (2.27) den hesaplanan R^2 kaydedilir.

3. Adım: Test istatistiği TR^2 olarak hesaplanır. TR^2 ifadesi, gözlem sayısı ile çoklu determinasyon katsayısı olarak da ifade edilen R^2 çarpımı ile oluşmaktadır.

LM istatistiği, q gecikmeli χ_q^2 dağılımına uygun olacaktır.

4. Adım: Boş ve alternatif hipotezler aşağıdaki gibi kurulabilir.

$$H_0 : \gamma_1 = 0, \gamma_2 = 0, \gamma_3 = 0 \dots \text{ve } \gamma_q = 0$$

$$H_1 : \gamma_1 \neq 0, \gamma_2 \neq 0, \gamma_3 \neq 0 \dots \text{ve } \gamma_q \neq 0$$

Hipotez testleri, hesaplanan TR^2 test istatistiği ile χ_q^2 tablo değerinin karşılaştırılması ile sonuçlandırılır. TR^2 test istatistiği, Ki kare kritik χ_q^2 tablo değerinden küçükse boş hipotez reddedilemez. Diğer bir deyişle modelde ARCH etkisi olmadığını ifade edilen boş hipotezin kabul edilmesine neden olur. TR^2 test istatistiği, Ki kare kritik χ_q^2 tablo değerinden büyükse boş hipotez reddedilir. Bu nedenle modelde ARCH etkisi olduğunu ifade edilen alternatif hipotezin kabul edilmesine neden olur. ARCH testi aynı zamanda kalıntılara yapılan otokorelasyon testi olarak da düşünülebilir. ARCH testi sıklıkla brüt getiri verilerine uygulanmaktadır (Brooks, 2014: 426).

2.4.1.3. ARCH Modelinin Zayıflıkları

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelinin avantajları haricinde dezavantajları da bulunmaktadır. Bu zayıflıklar aşağıdaki gibi 4 madde olarak yazılabilir.

1. Model, pozitif ve negatif şokların oynaklık üzerindeki etkisini eşit olarak kabul etmektedir. Çünkü oynaklık, geçmiş şoklarının karesine bağlı olmaktadır. Pratik uygulamada finansal varlıkların fiyatları, pozitif ve negatif şoklara karşı farklı ölçüde tepki vermektedir.
2. ARCH modeli kısıtlayıcıdır. Örneğin, ARCH(1) modelinde bulunan α_1^2 katsayısı eğer seri sonlu dördüncü momente sahipse, $[0, 1/3]$ aralığında olmak zorundadır. Yüksek dereceli ARCH modellerinde kısıtlamalar daha karmaşık olmaktadır. Pratikte Gaussian varsayımına bağlı ARCH modelinin, modeldeki aşırı basıklığı yakalama kabiliyeti sınırlanmaktadır.
3. ARCH modeli, finansal zaman serisinde meydana gelen değişimlerin kaynağını anlamada, araştırmacıya avantaj sağlayamamaktadır. ARCH modellemesi, koşullu varyansın davranışını açıklamada araştırmacıya sadece mekanik bir yol sağlamaktadır. Değişen varyans davranışının neden meydana geldiği hakkında bir bilgi sunmamaktadır.

4. ARCH modeli oynaklığı olduğundan daha büyük tahminlemeye daha yatkındır. Çünkü getiri serilerinde meydana gelen, izole edilmiş büyük şoklara karşı yavaş tepki vermektedir (Tsay, 2010: 119).

2.4.1.4. ARCH Modelinin Kısıtları

h_t , koşullu varyans olduğu için değeri her zaman pozitif olmak zorundadır. Bu bağlamda negatif varyans, anlamsız olacaktır. Denklem (2.22)'de tanımlanan ifadenin sağ tarafındaki bütün gecikmeli hata terimlerinin karelerinin katsayı işaretleri, negatif olamayacaktır. Örneğin $y_t | \mathcal{F}_{t-1} \sim N(0, h_t)$ ve $h_t = a_0 + a_1 y_{t-1}^2$ olarak tanımlanan ARCH sürecinde $a_0 \geq 0$ ve $a_1 \geq 0$ olarak kısıtlanacaktır. Genel gösterim olarak ARCH(q) modelinde bütün katsayıların negatif olmama koşulu: $a_i \geq 0 \quad \forall i = 0, 1, 2, \dots, q$ olarak ifade edilecektir (Brooks, 2014: 425).

2.4.1.5. ARCH Modelinin Durağanlık Koşulları

$a_0 > 0$ ve $a_1, \dots, a_q \geq 0$ için q . dereceden bir doğrusal ARCH süreci ancak ve ancak birleşik karakteristik denkleminin tüm kökleri, birim çemberin dışında ise zayıf durağandır. Bu koşullar göz önüne alındığında koşulsuz varyans,

$$E(\varepsilon_t^2) = a_0 / (1 - \sum_{j=1}^q a_j) \quad (2.35)$$

olarak ifade edilecektir (Engle, 1982: 993).

Denklem (2.35)'in ispatında, $w'_t = (y_t^2, y_{t-1}^2, \dots, y_{t-p}^2)$ ve $b' = (a_0, 0, \dots, 0)$ olarak alınıp ortak matris A, aşağıdaki gibi tanımlandığında

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_p & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$E(w_t | \psi_{t-1}) = b + A w_{t-1} \quad (2.36)$$

olarak ifade edilebilir. Denklem (2.36)'un ardışık beklenen değerleri alındığı zaman

$$E(w_t | \psi_{t-2}) = b + A(b + w_{t-2}) = Ab + A^2 w_{t-2}$$

$$= (I + A)b + A^2 w_{t-2}$$

.....

$$E(w_t | \psi_{t-k}) = (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^{k-1})b + A^k w_{t-k} \quad (2.37)$$

olarak bulunur.

Seri, sonlu varyans ile ve geçmişte tanımsız bir uzaklıkta başladığı için limit, sadece ve sadece tüm öz değerleri birim çemberin içinde ise vardır ve

$$\lim_{k \rightarrow \infty} E(w_t | \psi_{t-k}) = (I - A)^{-1} b \quad (2.38)$$

Denklem (2.38)'de bulunan limit, başlangıç koşullarına veya t' ye bağlı olmadığı için bu vektör, bütün t'ler için ortak varyanslı olmaktadır. Zaman serisi analizinde iyi bilindiği üzere bu koşulun a 'lardan oluşan bütün köklerin, karakteristik denklemdeki köklerin birim çemberin dışında kalması koşulu ile aynı olmaktadır. Sonuç olarak ilk elemanın limiti denklem (2.39)'deki gibi düzenlenebilir (Engle, 1982: 1005).

$$E y_t^2 = a_0 / \left(1 - \sum_{j=1}^p a_j \right) \quad (2.39)$$

2.4.2. GARCH Modeli

ARCH modeli basit olmasına karşın uygulamada çoğu zaman fazla parametreye ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle alternatif modeller aranmaya başlanmıştır (Tsay, 2010: 131). ARCH modelinin ilk ampirik uygulamalarına

bakıldığı zaman, enflasyon oynaklığı ile enflasyon seviyesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Engle (1982, 1983) ARCH modelinde uygun koşullu varyans fonksiyonunu tahmin edebilmek için yüksek dereceden gecikme q parametresini hesaplamaya ihtiyaç duyumuştur. Modele dahil edilen yüksek gecikme parametresi, ARCH modelinin parametre kısıtlamalarını ihlal edebilmektedir. Bollerslev (1986) ve Taylor (1986) denklem (2.29)'de tanıtilan koşullu varyans fonksiyonuna, koşullu varyansın geçmiş değerlerini ekleyerek, Genelleştirilmiş Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modelini önermişlerdir (Bera ve Higgins, 1993: 312).

Bollerslev (1986) GARCH modelini şöyle tanımlamıştır: ε_t , gerçek değerli kesikli zaman stokastik süreci olarak alındığında ve ψ_t , bütün t zamanındaki bilgileri içeren bilgi seti olarak ifade edildiğinde Genelleştirilmiş Otoregresif Değişen Varyans GARCH(p,q) Süreci:

$$\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad (2.40)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

$$= a_0 + A(L) \varepsilon_{t-i}^2 + B(L) h_t \quad (2.41)$$

olarak ifade edilir. GARCH modelinde $p \geq 0$, $q > 0$, $a_0 > 0$, $a_j \geq 0$, $j = 1, \dots, q$, $\gamma_i \geq 0$, $i = 1, \dots, p$ olarak varsayılmaktadır. $p = 0$ olarak alındığında model şüphesiz ARCH modeline indirgenecektir. $p = q = 0$ olarak alındığında süreç, beyaz gürültü süreci olarak ifade edilecektir. ARCH(q) sürecinde koşullu varyans, sadece modeldeki geçmiş varyansların doğrusal fonksiyonu olacaktır. GARCH(p, q) süreci koşullu varyansın da gecikmeli değerlerine modelde yer vermektedir. GARCH(p, q) modelinde hata terimleri yalnız bırakıldığı zaman model, denklem (2.42)'deki gibi olacaktır.

$$\varepsilon_t = y_t - x_t' b \quad (2.42)$$

Denklem (2.42)'de y_t , bağımlı değişken x_t , açıklayıcı değişken vektörü ve b bilinmeyen parametreler vektörü olacaktır. 1- B(Z) = 0 eşitliğindeki bütün kökler,

birim çemberin dışında olduğu zaman denklem (2.41), geçmiş ε_t^2 'lerin dağıtılmış gecikmeleri olarak yazılabilir.

$$h_t = a_0 (1 - B(1))^{-1} + A(L)(1 - B(L))^{-1} \varepsilon_t^2$$

$$= a_0 \left(1 - \sum_{i=1}^p \beta_i \right)^{-1} + \sum_{i=1}^{\infty} \delta_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.43)$$

denklemi, denklem (2.40) ile birlikte sonsuz boyutlu ARCH(∞) süreci olarak görülebilir. Denklem (2.40) ve (2.41)'de tanımlanan GARCH(p, q) sürecinde $E(\varepsilon_t) = 0$, $\text{var}(\varepsilon_t) = a_0 (1 - A(1) - B(1))^{-1}$ ve $t \neq s$ için $\text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$ olduğunda ancak ve ancak $A(1) + B(1) < 1$ koşulu sağlandığında süreç durağan olmaktadır (Bollerslev, 1986: 310).

2.4.2.1. GARCH Modelinin Kısıtları

ARCH modelinde ifade edilen kısıtlara benzer kısıtlar GARCH modelinde de yer almaktadır. GARCH modelinde yer alan kısıtlar,

$$p \geq 0, \quad q > 0,$$

$$a_0 > 0, \quad a_i > 0 \quad i = 1, \dots, q$$

$$\beta_i > 0, \quad i = 1, \dots, p$$

$$\sum_{i=1}^q a_i + \sum_{i=1}^p \beta_i < 1$$

$$E(\varepsilon_t) = 0, \quad \text{cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0, \quad t \neq s \quad (2.44)$$

olarak gösterilebilir (Bollerslev, 1986: 309-325).

2.4.2.2. GARCH (1, 1) Süreci

En basit fakat en kullanışlı yöntem olan GARCH(1,1) süreci, denklem (2.44)'de verilmiştir.

$$h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} \quad a_0 > 0, a_1 \geq 0, \beta_1 \geq 0 \quad (2.45)$$

Teorik kısıtlamalardan dolayı geniş anlamda durağanlık için $a_1 + \beta_1 < 1$ koşulunun sağlanması gereklidir. GARCH(1,1) modelinin uzun dönem ortalama varyansı,

$$\sigma^2 = \frac{a_0}{1 - a_1 - \beta_1} \quad (2.46)$$

olarak ifade edilir (Engle, 2000: 160).

2.4.2.3. GARCH Modelinin Tahminlenmesi

GARCH süreci de ARCH sürecine benzer bir şekilde en yüksek olabilirlik yöntemi ile tahminlenebilir. $z_t' = (1, \varepsilon_{t-1}^2, \dots, \varepsilon_{t-q}^2, h_{t-1}, \dots, h_{t-p})$ ve $\omega' = (a_0, a_1, \dots, a_q, \beta_1, \dots, \beta_p)$ olmak üzere $\theta \in \Theta$ ve $\theta = (b', w')$ olarak alındığında Θ , öklidyen uzayın kompakt alt uzayı olarak ifade edilmektedir. Öyle ki ε_t , sonlu ikinci momentlere sahip olmaktadır. θ_0 , tarafından ifade edilen gerçek parametreler $\theta_0 \in \Theta$ ile birlikte aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\varepsilon_t = y_t - x_t' b,$$

$$\varepsilon_t \mid \mathcal{F}_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = z_t' \omega \quad (2.47)$$

Bazı sabit terimleri dışlayarak T gözlemlerin bir örnekleme olmak üzere logaritma olabilirlik fonksiyonu,

$$L_T(\theta) = T^{-1} \sum_{t=1}^T I_t(\theta)$$

$$I_t(\theta) = -\frac{1}{2} \log h_t - \frac{1}{2} \varepsilon_t^2 h_t^{-1} \quad (2.48)$$

Varyans parametresine göre birinci türevi alındığında

$$\frac{\partial I_t}{\partial \omega} = \frac{1}{2} h_t^{-1} \frac{\partial h_t}{\partial \omega} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} - 1 \right), \quad (2.49)$$

$$\frac{\partial I_t}{\partial \omega \partial \omega'} = \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} - 1 \right) \frac{\partial}{\partial \omega'} \left[\frac{1}{2} h_t^{-1} \frac{\partial h_t}{\partial \omega} \right] - \frac{1}{2} h_t^{-2} \frac{\partial h_t}{\partial \omega} \frac{\partial h_t}{\partial \omega'} \frac{\varepsilon_t^2}{h_t}, \quad (2.50)$$

$$\frac{\partial h_t}{\partial \omega} = z_t + \sum_{i=1}^p \beta_i \frac{\partial h_{t-i}}{\partial \omega} \quad (2.51)$$

Denklem (2.44)'de bulunan sonucun Engle (1982) ARCH modelinden tek farkı rekursif bölümünün olmasıdır (Bollerslev, 1986: 316).³

$B(1) < 1$, olması denklem (2.44)'ün istikrarlı olduğunu göstermektedir. Çünkü denklem (2.43)'de ilk terimin koşullu beklentisi sıfırdır. ω 'ya bağlı olan Fisher bilgi matrisinin bölümü (denklem 2.44)'ün sadece birinci türevini içeren son terimi, örneklem analoğu tarafından tutarlı olarak tahmin edilmiştir. Logaritma olabilirlik fonksiyonunda ortalama parametresine göre türevleri aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\frac{\partial I_t}{\partial \mathbf{b}} = \varepsilon_t x_t h_t^{-1} + \frac{1}{2} h_t \frac{\partial h_t}{\partial \mathbf{b}} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} - 1 \right), \quad (2.52)$$

³ Yinelemeli sürece başlarken h_t için ön-örneklem tahminlerine ve $\varepsilon_t^2, t \leq 0$. Örneklem analoğu için en uygun başlangıç seçimi $T^{-1} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2$ olacaktır.

Ve ikinci türevi denklem (2.53) gibi olacaktır.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 I_t}{\partial b \partial b'} = & -h_t^{-1} x_t x_t' - \frac{1}{2} h_t^{-2} \frac{\partial h_t}{\partial b} \frac{\partial h_t}{\partial b'} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right), \\ & -2 h_t^{-2} \varepsilon_t x_t \frac{\partial h_t}{\partial b} + \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} - 1 \right) \frac{\partial}{\partial b'} \left[\frac{1}{2} h_t^{-1} \frac{\partial h_t}{\partial b} \right] \end{aligned} \quad (2.53)$$

$$\frac{\partial h_t}{\partial b} = -2 \sum_{j=1}^q a_j x_{t-j} \varepsilon_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j \frac{\partial h_{t-j}}{\partial b} \quad (2.54)$$

Denklem (2.54) düşünüldüğünde ARCH(q) modelinden tek farkı denklemin rekursif yapı sergilemesidir. Bilgi kriteri matrisinde diagonal dışı bloklar, sıfır olarak gösterilmektedir. Bu durumun nedeni asimptotik bağımsızlıktan gelmektedir. b'nin tutarlı tahmine bağlı olarak ω , asimptotik etkinliğinde herhangi bir kayıp olmadan tahmin edilebilmektedir (Bollerslev, 1986: 315-316).

2.4.2.4. GARCH Modeli Tahmin Algoritması

Maksimum olabilirlik tahmini ve ikinci mertebeden etkinlik elde etmek için iteratif prosedür kullanılmalıdır. ARCH(q) regresyon modeli basit yardımcı regresyon modelleri aracılığıyla skorlama yöntemi ile tahminlenmesine karşın GARCH modelinin tahminlenmesi (2.51) ve (2.54) denklemlerindeki rekursif süreçlerden dolayı karmaşıktır. Bollerslev (1986) GARCH modelinin tahmini için Bernt, Hall, Hall ve Hausman'ın ortaya attığı BHHH algoritmasını önermiştir. Algoritma, i. iterasyonda tahminlenen parametre katsayılarını $\theta^{(i)}$, olarak ifade etmektedir. $\theta^{(i+1)}$ tahmin süreci, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\theta^{(i+1)} = \theta^{(i)} + \lambda_i \left(\sum_{t=1}^T \frac{\partial I_t}{\partial \theta} \frac{\partial I_t}{\partial \theta'} \right)^{-1} \sum_{t=1}^T \frac{\partial I_t}{\partial \theta} \quad (2.55)$$

$\partial I_t / \partial \theta$ elemanı, $\theta^{(i)}$ sürecinde değerlendirilir. λ_i , verilen doğrultudaki olabilirliği maksimize eden adım uzunluğu değişkeni olarak ifade edilmektedir. Doğrultu vektörü, en küçük kareler regresyonu yardımıyla $\partial I_t / \partial \theta$ üzerindeki Tx1 boyutlu vektörle kolayca hesaplanabilir. Bilgi matrisindeki blok köşegenlik özelliğinden dolayı $\omega^{(i)}$ ve $b^{(i)}$ için itarasyon süreçleri ayrı ayrı yürütülebilmektedir (Bollerslev, 1986: 317).

2.4.2.5. GARCH Etkisinin Test Edilmesi

GARCH etkisinin test edilmesi de ARCH etkisinin test edilmesiyle benzerdir. GARCH(p,q) süreci ele alındığında, denklem (2.37)'de ARCH ve GARCH parametrelerine GARCH etkisi testi Langranj Çarpanı (LM) testi yöntemi ile yapılabilir. LM testinin yapılması için gerekli hipotezler aşağıdaki gibi kurulabilir.

$$H_0 = a_1 = a_2 = \dots = a_p = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q$$

$$H_1 = \text{En az bir parametre için } a_i > 0 \text{ ve/veya } \beta_i > 0 \text{ (i=1,2,\dots,p ve i=1,2,\dots,q)}$$

(2.56)

LM testinin serbestlik derecesi, p+q olarak anlaşılmaktadır. TR^2 test istatistiği, χ^2_{p+q} tablo değeri ile karşılaştırıp sonuca ulaşılmaktadır. Test istatistiği tablo değerinden büyükse GARCH etkisinin olduğunu ifade eden alternatif hipotez kabul edilir (Bollerslev, 1986: 318).

2.5. MODEL SEÇİM KRİTERLERİ

Bu başlıkta alternatif modeller arasında seçim yapılabilmesi için yaygın olarak kullanılan model seçim kriterleri tartışılacaktır. İlk olarak tanıtılabilecek bilgi ölçü Akaike Bilgi Ölçütüdür (AIC), aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$AIC = \left(\frac{2k}{n} \right) + \ln \left(\frac{KKT}{n} \right) \quad (2.57)$$

Burada $\left(\frac{2k}{n}\right)$ ceza terimi olarak ifade edilmektedir. İki ya da daha fazla model arasında seçim yapılırken Akaike Bilgi Ölçütü en küçük olan model seçilir (Gujarati ve Porter, 2009: 494).

Schwarz Bilgi Ölçütü (SIC), denklem 2.58'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\ln SIC = \left(\frac{k}{n}\right) \ln n + \ln \left(\frac{KKT}{n}\right) \quad (2.58)$$

Schwarz Bilgi Ölçütünden açıkça anlaşıldığı gibi $\left[\left(\frac{k}{n}\right) \ln n\right]$, ceza ölçütü olarak ifade edilebilecektir. SIC, Akaike Bilgi Ölçütüne göre daha ağır ceza uygulamaktadır. Schwarz Bilgi Ölçütüne göre en küçük değere sahip olan model, en iyi model olarak seçilmektedir (Gujarati ve Porter, 2009: 494).

Olabilirlik Oranı (LR) testi de model seçim kriterleri arasında ifade edilebilir. Bu test, iki model ile yapılmaktadır. İlk model kısıtlı model ikinci model ise kısıtsız model olarak belirlenmektedir. Olabilirlik testi Ki-kare dağılımına uyduğu için Ki-kare olasılık dağılımı ile karşılaştırma yapılabilmektedir. “m” kısıt sayısını ifade etmekle birlikte test istatistiği, aşağıdaki gibi ifade edilebilir

$$LR = -2(L_r - L_u) \sim \chi^2(m) \quad (2.59)$$

Boş hipotez, kısıtlı modelin en iyi model olduğunu, alternatif hipotez ise kısıtsız modelin en iyi model olduğunu ifade etmektedir (Brooks, 2014: 453).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DEĞERLİ MADENLERİN OYNAKLIĞININ KOŞULLU DEĞİŞEN VARYANS MODELLERİ İLE BELİRLENMESİ

Bu bölümde değerli madenlerin oynaklık davranışları, Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modellemeleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. 02.04.1990-02.02.2017 dönemi için toplanan veriler, işlem günü kapanış fiyatlarıdır. Öncelikle verilerin logaritmik farkları alınarak getiri serileri oluşturulmuştur. Getiri serilerinin tanımlayıcı istatistikleri, durağanlığı incelendikten sonra Otoregresif Hareketli Ortalama modelleri ve Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modelleri, model seçim kriterlerine göre belirlenmiştir. Ayrıca veri seti, 1997 Asya krizini ve 2007 Küresel krizi dönemini içerdiği için krizlerin oynaklık üzerindeki etkileri GARCH modellerine eklenen kukla değişken yöntemi ile analiz edilmiştir.

Günlük hatta saniyelik gibi yüksek frekanslı verilerin toplanması ve saklanmasıyla yaşanan hızlı gelişmeler sonucunda araştırmacılar, yüksek frekanslı veri gerektiren oynaklık modellemelerine giderek daha fazla ilgi göstermeye başlamıştır. Ayrıca yüksek frekanslı verilerin gösterdiği bazı özellikler, düşük frekanslı verilerde görülmemektedir. Yüksek frekanslı verilerin analizi, finansal ekonomist ve istatistikçiler arasında bu tür verilere ilişkin yeni yaklaşımları da beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) tipi oynaklık modellemeleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Tsay, 2010: 231).

3.1. LİTERATÜR TARAMASI

Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (ARCH) modelini literatüre kazandıran Engle (1982)' dir. ARCH modellemesine birtakım eleştiriler getirip bu modeli geliştiren Bollerslev (1986) ise Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) modellerini literatüre kazandırmıştır.

Emtia piyasaları ve tahvil piyasaları arasında gerçekleşen oynaklık yayılımı ile ilgili birçok çalışma mevcut olmasına rağmen sadece değerli madenlerin arasındaki oynaklığı konu olan çalışmalar daha kısıtlı bir şekilde ortaya çıkmıştır. Hammoudeh ve diğerleri (2010) değerli madenler arasındaki koşullu oynaklığı ve

korelasyon bağımlılığını araştırmışlardır. Bu çalışmada dört büyük değerli maden için Vektör Otoregresif Hareketli Ortalama-Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (VARMA-GARCH) modellerini kullanmışlardır. Sonuç olarak değerli madenler arasında kısa dönemli zayıf bir ilişki bulmuşlardır. Ayrıca değerli madenlerin geçmiş oynaklıklarına ve gelen haberlere karşı bağımlılık gösterdiğini bulmuşlardır. Buna benzer bir sonucu da Batten ve diğerleri (2010) bulmuştur. Bu çalışmada ise değerli madenlerin makroekonomik değişkenler ile arasında oynaklığı incelenmiş fakat sadece altın değişkeni, makroekonomik değişkenler ile açıklanabilmiştir. Çalışmada değerli maden değişkenleri arasında oynaklık geri beslemesi olduğu bulmuştur. Bu çalışmaya göre değerli madenler, tek bir varlık sınıflandırmasına uymayacak kadar birbirlerinden farklıdır.

Şensoy (2013) dört değerli maden arasındaki oynaklık değişmelerini içsel olarak belirleyen dinamik koşullu korelasyon (DCC) modellemesi üzerinde çalışmıştır. Yazar çalışmada; 1999 ile 2013 yılları arasında oluşturduğu veri seti ile altın, gümüş, platin ve paladyum madenlerinin günlük kapanış fiyatlarını kullanmıştır. Çalışmada değerli madenlerin birbiriyle güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şensoy, 2008 küresel krizi esnasında altın ve gümüşün anlamlı bir oynaklık kırılmasına sahip olmadığını fakat platin ve paladyum madeninin oynaklığının yukarı doğru arttığını bulmuştur. Çalışmada altının diğer tüm değerli madenlere doğru, tek yönlü oynaklık geçişinin bulaşıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Gümüş madeni için de buna benzer şekilde platin ve paladyum üzerinde oynaklık geçişinin bulaşıcı etkisi olduğu bulunmuştur. Çalışmada paladyum ve platinin birbiri arasında veya diğer değerli madenlere doğru herhangi bir oynaklık geçişine sahip olmadığı belirlenmiştir. Şensoy (2013), çalışma neticesinde Batten ve diğerleri'nin (2010) tersine, değerli madenlerin tek bir varlık sınıfı olarak görülebileceğini ifade etmiştir. Çalışmanın böyle bir sonuca ulaşmasının nedeni ise altın ve gümüşün birbiriyle oldukça yakın ilişki içinde olması ile birlikte ve değerli madenler arasındaki oynaklık geçişinin bulaşıcılığı olmuştur.

Literatürde, ekonomik krizler sonucunda değerli madenlerde meydana gelen oynaklığı inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. İsmail ve diğerleri (2013) çalışmada 1995 ile 2011 yılları arasında altın, gümüş, platin ve bronz madenlerinin günlük kapanış fiyatlarıyla gerçekleştirdikleri analizde ARCH ve GARCH değişen varyans modellerini kullanmışlardır. 1997 Asya ekonomik

krizinde gümüş ve bronzun, 2008 küresel krizde ise altın ve gümüşün oynaklığında yapısal kırılma tespit etmişlerdir. Ekonomik kriz dönemlerinde oynaklığını arttırmayan tek değerli maden olarak platin bulunmuştur. Bu çerçevede ekonomik krizlerin değerli madenlerde meydana getirdiği oynaklık kırılmalarını inceleyen çalışmalar arasında birbirine zıt sonuçlar da bulunmaktadır. Cochran ve diğerleri (2012) 2008 küresel kriz sonrasında altın, gümüş ve platin getirilerinde oynaklığın arttığını gözlemlemiştir. Fakat Vivian ve Wohar (2012) yaptıkları çalışmada 2008 küresel kriz döneminde 1985 ile 2010 dönemine kıyasla değerli madenlerin oynaklığında herhangi bir artış gözlemlememişlerdir.

Bilindiği üzere değerli maden rezervlerine sahip ülkeler aynı zamanda değerli maden ticaretinin yapıldığı gelişmiş borsalara sahiptir. Bu nedenle değerli maden üreticisi konumunda olan ülkelere yönelik ampirik çalışmalar literatürde mevcuttur. Kırkkulak Uladağ ve Lkhamazhapov (2017) Rusya’da alım satımı yapılan değerli madenlerin oynaklık dinamikleri üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmada değerli madenler arasındaki korelasyonu, Dinamik Koşullu Korelasyon-Ortalamada Genelleştirilmiş Koşullu Değişen Varyans (DCC-MGARCH) yaklaşımı ile modellemeye çalışılmıştır. 2000 ile 2014 yılları arasındaki Rusya’da ticareti yapılan değerli madenler arasında uzun dönem hafızalı koşullu oynaklığı bulunmuştur. Çalışmada altın en az oynaklığa sahip olmasına karşın, diğer değerli madenler ile eşleştirildiği zaman diğer madenler ile arasında yüksek derecede korelasyonlu olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada göze çarpan bir başka önemli bir sonuç olarak gümüşün diğer değerli madenlere yönelik ilişkisi olmuştur. Çünkü gümüşün, diğer madenler arasında daha düşük bir korelasyona sahip olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak gümüş, portföy ayrıştırmasında yatırımcı açısından önemli bir stabilizör olabilmektedir.

Değerli madenlerle ilgili literatürde yoğunlukta olan diğer çalışmalar ise; genellikle değerli madenler ile diğer stratejik emtialar arasındaki oynaklık yayılımının araştırılması ve riskten korunma stratejilerinin geliştirmesi üzerinde olmuştur.

Hammoudeh ve Yuan (2008) altın, gümüş ve bakırın petrol fiyatları ve faiz oranlarında meydana gelen şoklara karşı oynaklık davranışını incelemişlerdir. Çalışmalarında GARCH tabanlı modellemeleri kullanarak ilgili değişkenlerin günlük fiyatları ile analiz yapmışlardır. Yapılan çalışmada faiz oranlarındaki artış ile birlikte meydana gelen petrol fiyatlarındaki oynaklık, değerli madenlerin

oynaklığını negatif yönde etkilemektedir. Bu nedenle petrol fiyatları ve faiz oranlarındaki meydana gelen oynaklık artışı değerli madenlerin oynaklığını düşürebilmektedir. Bir diğer çalışmada, Sarı ve diğerleri (2010) petrol fiyatları, döviz kuru ve değerli maden fiyatları arasındaki ortak birlikteliği ve bilgi geçişini incelemişlerdir. İncelenen değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisi zayıf olsa da kısa dönemde güçlü geri beslemeler bulunmuştur. Değerli madenler, döviz kuru ve petrol fiyatlarında meydana gelen şoklara karşı geçici fakat güçlü tepkiler vermiştir. Ayrıca platin ve paladyum gibi madenler döviz kuru piyasasındaki tepkilere benzer nitelikte aşırı tepkiler vermiştir. Çalışma neticesinde yazarlar; yatırımcılara sadece dövizde yada petrole yatırım yapmaktan ziyade değerli madenlere de yatırım yapılmasının riskin azaltılması açısından olumlu olabileceğini belirtmişlerdir.

Değerli madenlere yönelik literatürdeki dikkat çeken çalışmalar ise; değerli madenler ile diğer finansal yatırım araçları arasındaki oynaklık yayılımını döviz kurlarını ve hisse senedi getirilerini de modele katıp inceleyen çalışmalardan oluşmaktadır. Arori ve diğerleri (2015) Çin'deki 2004 ile 2011 yıllarında altın fiyatları ve hisse senedi fiyatları arasındaki oynaklık yayılımını incelemiştir. Çalışma sonucunda altın fiyatları ve hisse senedi getirilerinin arasında meydana gelen çapraz oynaklık etkisinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Özellikle altın fiyatlarında meydana gelen geçmiş şokların Çin hisse senedi piyasası getirilerinin zaman-değişen koşullu oynaklığı üzerinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yazarlar yatırımcının portföyünde bulundurduğu altının hisse senetlerine orana daha fazla olması gerektiğini vurgulamışlardır. Özellikle kriz döneminde yatırımcının Çin hisse senetlerine göre portföyünde daha fazla altın bulundurmasının riski azaltıcı etkisi olduğunu savunmuşlardır. Antonakakis ve Kizys (2015) değerli madenler (altın, gümüş, platin, paladyum), petrol ve dört döviz kuru (Euro/Dolar, Yen/Dolar, Sterlin/Dolar ve Frank/Dolar) arasındaki dinamik yayılım etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada veri seti, 1987 ile 2014 yılları arasından oluşmaktadır. Altın, gümüş ve platin (Frank/Dolar ve Sterlin/Dolar) oynaklık yayılımı ve getirilerin net aktarıcısı olarak, paladyum ham petrol (Euro/Dolar ve Yen/Dolar) net verici olarak bulunmuştur. Balçılar ve diğerleri (2015) petrol fiyatları, değerli madenler ve Dolar/Euro döviz kuru arasındaki aktarım dinamiklerini belirlemek için Bayesyen Markov rejim değişim hata düzeltme modelini ve rejim bağımlı etki tepki fonksiyon modelini

kullanmışlardır. Çalışma sonucunda altın ve gümüş fiyatlarının en yüksek, petrol ve platinin ikinci en yüksek geçmişe yönelik korelasyona sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca gümüş fiyatının en büyük etkileyicisi, altın olarak bulunmuştur. Yazarlar altın ve gümüşün yatırım aracı ya da parasal varlık olarak aynı özelliklere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

3.2. UYGULAMANIN AMACI

Çalışmanın ana motivasyonu değerli madenlerde meydana gelen oynaklıkların tespit edilmesidir. Asya ve küresel krizlerin değerli madenlerin oynaklığı üzerinde etkisi kukla değişken yöntemi ile analiz edilmiştir. Küresel risk iştahının değiştiği, ekonomik istikrarsızlığın finansal piyasalara hızla yayıldığı durgunluk ve kriz dönemlerinde değerli madenlerin fiyat davranışlarında meydana gelen oynaklık tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında değerli madenlerin kriz dönemlerindeki oynaklık davranışı incelenip yatırımcıların portföy oluşturma süreçlerinde dikkat etmeleri gereken oynaklık davranışları açıklanmıştır.

3.3. VERİ SETİ VE VERİ SETİNİN DURAĞANLIĞIN İNCELENMESİ

Çalışma 1990 ila 2017 yılları arasında yapılmıştır. Çalışmada değerli madenlerin günlük kapanış fiyatları kullanılmış olup analiz toplam 6785 veri ile gerçekleştirilmiştir.

Değerli madenler altın, gümüş, paladyum ve platin olarak listelenmiştir. Değerli madenlerin kapanış fiyatları altın ve gümüş için Londra Külçe Piyasası Birliğinden (London Bullion Market Association) (LBMA) paladyum ve platin için Londra Platin & Paladyum Piyasasından (London Platinum & Palladium Market) alınmıştır.

Tablo 15: Logaritmik Farklı Değerli Maden Serilerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

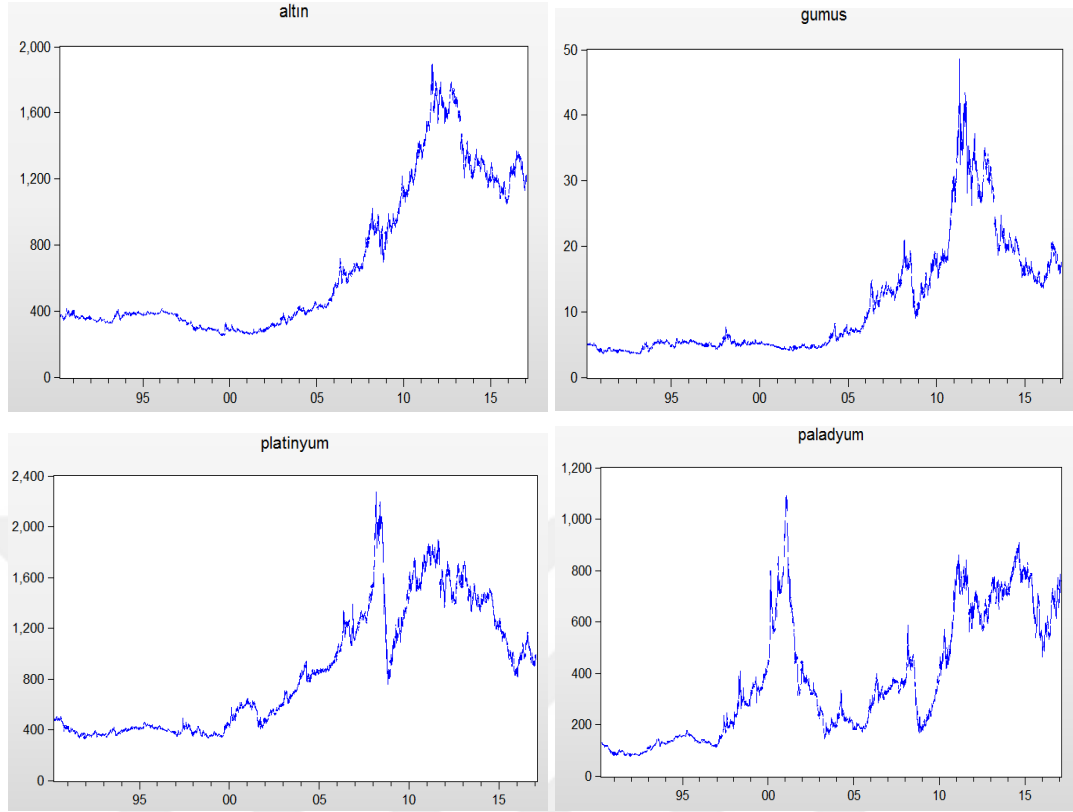
Değişken Adı	DLALTIN	DLGUMUS	DLPLATİN	DLPALADYUM
Ortalama	0.000176	0.000188	0.000110	0.000263
Medyan	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Maksimum	0.096416	0.182786	0.117783	0.154151
Minimum	-0.089128	-0.186926	-0.180884	-0.165792

Tablo 15 Devamı: Logaritmik Farklı Değerli Maden Serilerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Std. Sapma	0.010299	0.019082	0.013656	0.020249
Varyasyon Katsayısı	58.5170	101.5	124.1455	76.9923
Çarpıklık	0.010105	-0.405384	-0.280545	-0.046340
Basıklık	11.90194	12.59737	13.62039	9.675725
Jarque-Bera	22399.93	26222.11	31971.70	12599.56
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	6784	6784	6784	6784

Tablo 15 incelendiğinde 1990 ile 2017 yılları arasında gözlemlenen değerli madenlerin günlük kapanış fiyatlarında getirisi en yüksek olan değerli maden % 0.0263 ortalama ile paladyum olduğu anlaşılmıştır. İkinci en yüksek getiri % 0.0188 ortalama ile gümüş, üçüncü en yüksek getiri ise % 0.0176 ortalama ile altın olarak bulunmuştur. Ortalamaları ve standart sapmaları birbirinden farklı olduğu için değerli madenlerin değişkenliğini belirlemek amacıyla varyasyon katsayısı kullanılmıştır. Varyasyon katsayılarına bakıldığı zaman en stabil olan değerli maden 58.5170 gibi varyasyon katsayısı ile altın olarak bulunmuştur. Varyasyon katsayısına göre altının, diğer değerli madenlere göre daha az riskli yatırım aracı olduğu anlaşılmaktadır. En oynak getiriye sahip olan değerli maden ise 124.1455 gibi bir varyasyon katsayısı ile platin olmuştur. Bu bağlamda platin serisi hem en az getiri ortalamasına sahip hem de en oynak değerli maden olması durumu ile yatırımcı için, veri setinin alındığı dönem içerisinde, riskli bir yatırım aracı olabilmektedir. Serilerin çarpıklığına bakıldığı zaman altın haricinde bütün diğer değişkenlerin negatif çarpıklığa sahip olduğu görülmektedir. Negatif çarpıklığın olması, çok yüksek pozitif getirilerin gerçekleşme olasılığının çok düşük negatif getirilerin gerçekleşme olasılığından daha düşük olduğu anlamına gelmektedir. Basıklık oranlarına bakıldığında ise bütün değerli madenlerin basık olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle değerli bütün değerli maden getiri değişkenleri, kalın kuyruklu dağılıma sahiptir. Jarque-Bera test istatistiklerine bakıldığında değerli madenler getiri serilerinin hiçbirinin normal dağılıma sahip olmadığı gözlemlenmiştir.

Şekil 14: Değerli Madenlerin Zaman Yolu Grafikleri



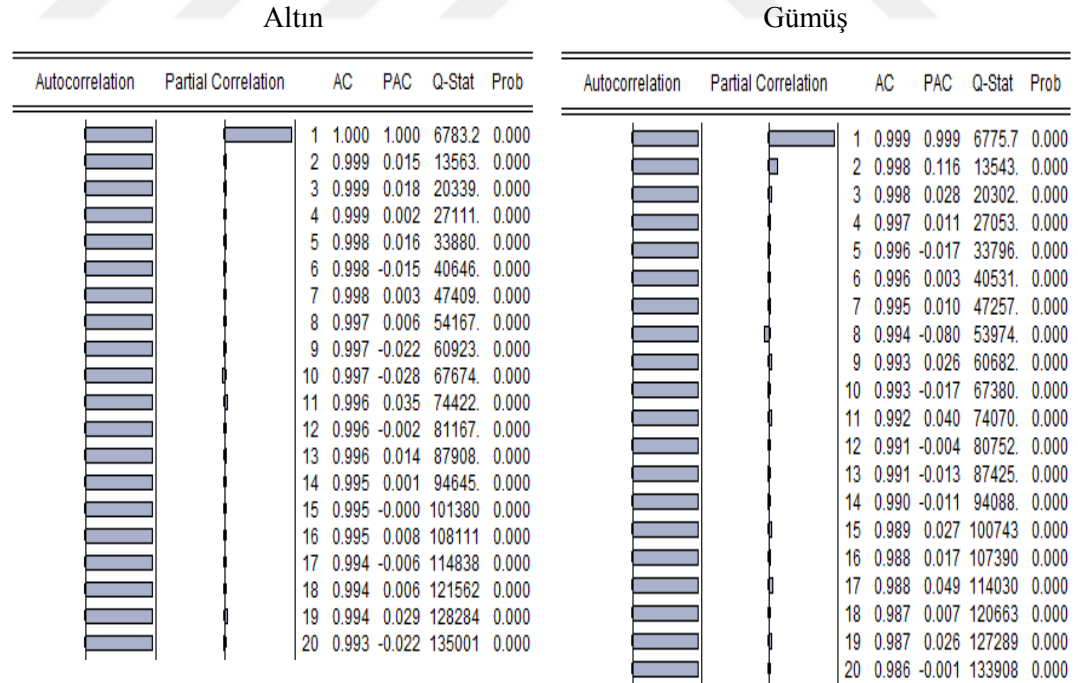
Değişkenlerin durağanlık analizine başlamadan önce değişkenlerin zaman yolu grafiğinin çizilmesi, durağanlığın görsel analizi için yararlı olmaktadır. Değerli madenlerin zaman yolu grafikleri şekil 14’de çizilmiştir. Şekil 14’de bulunan altın serisinin grafiğine bakıldığında altın, 1990 yılından 2006 yılına kadar belirli bir ortalama etrafında salınım yapmıştır. Fakat 2006 yılından sonra altın büyük bir sıçrama ile 600 dolar civarından 1600 dolar seviyelerine kadar tırmanmıştır. Altın serisinin sergilediği bu davranış, altının patlayan bir seri olduğunu göstermekte ve altın serisinin durağan olmadığı hakkında önbilgi vermektedir.

Şekil 14’de gösterilen gümüş serisi için zaman yolu grafiği incelendiği zaman serinin 90’lı yılların başından 2000’li yılların ortasına kadar belirli bir ortalama etrafında dalgalandığı anlaşılabilmektedir. Fakat 2005 yılından sonra serinin seyrini kaybeden gümüş, 2010 yılından itibaren büyük bir sıçrayış göstermiştir. Şekil 14’de görüldüğü üzere gümüş serisi altına benzer bir yol izlemiştir. Gümüş serisinde 2005 yılından sonra meydana gelen yükseliş ve azalışların artması serinin oynaklığının arttırabileceği anlamına gelebilmektedir.

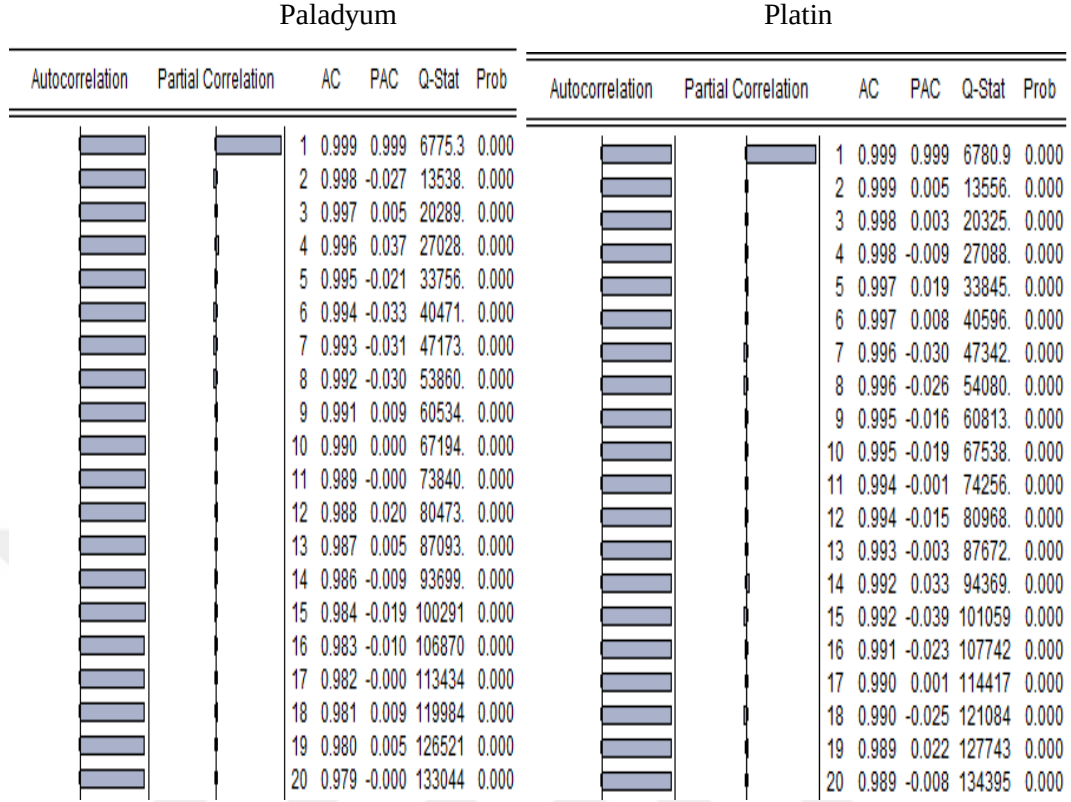
Paladyum serisinin Şekil 14'deki zaman yolu grafiğine bakıldığı zaman, serinin ilk gözlemleri olan 90'lı yıllardan 96'lı yıllara kadar olan seyri görece sakin bir yapı sergilediği göze çarpmaktadır. Fakat 96'lı yıllardan sonra seride ciddi bir istikrarsızlaşma ve 2000 yılında ise yukarı yönlü, çok büyük bir sıçrayış gerçekleşmiştir. 2000 yılında bütün zamanların en yüksek fiyatına ulaşan paladyum 2000 yılından sonra daha oynak bir yapı sergilemiştir.

Platin serisinin düzey seviyesindeki zaman yolu grafiği incelendiğinde serinin ortalamasının 1999 yılına kadar 400 dolar/ons etrafında seyrettiği gözlemlenmektedir. Platin serisinin 2000 yılından sonra, görece durağan seyrini kaybettiği ve yükselişe geçtiği anlaşılmaktadır. Şekil 14'de anlaşıldığı üzere 2008 yılının şubat ayında platin, çok büyük bir sıçrayış gösterip aynı yılın aralık ayında da yılın en düşük fiyatıyla işlem gördüğü tespit edilmiştir. 2009 yılının başlangıcında tekrardan bir artış gösterip daha sonraki yıllarda da oynak bir yapı göstermiştir. Bu bağlamda platin serisinin 2008 küresel krizi döneminde ciddi dalgalanmalar gösterdiği anlaşılmaktadır.

Şekil 15: Düzey Değerlerine Ait Korelogram Analizi Sonuçları



Şekil 15 Devamı: Düzey Değerlerine Ait Korelogram Analizi Sonuçları



Şekil 15’de gösterilen korelogram testleri incelendiği zaman değerli maden değişkenlerinin otokorelasyon (ACF) katsayılarının çok yüksek değerler aldığı ve gecikme sayısındaki artışla birlikte çok yavaş bir şekilde azaldığı, kısmi otokorelasyon (PACF) katsayılarının ise birinci gecikmeden sonra hızla sifıra yaklaştığı görülmektedir. Belirtilen nedenlerden dolayı serilerin durağan bir yapı göstermediği görülmektedir.

Serilerin durağanlığı hakkında daha güçlü kanıtlara ulaşmak için serilere birim kök testlerinin uygulanması bu bağlamda daha yararlı olacaktır. Serilere, PP(Philips Perron) DF(Dickey-Fuller) KPSS(Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) birim kök testleri uygulanmıştır. Durağanlığı araştırılan seriler için ADF, PP ve KPSS testleri tablo 16, tablo 17 ve tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 16: Düzey Değerlerine Ait ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

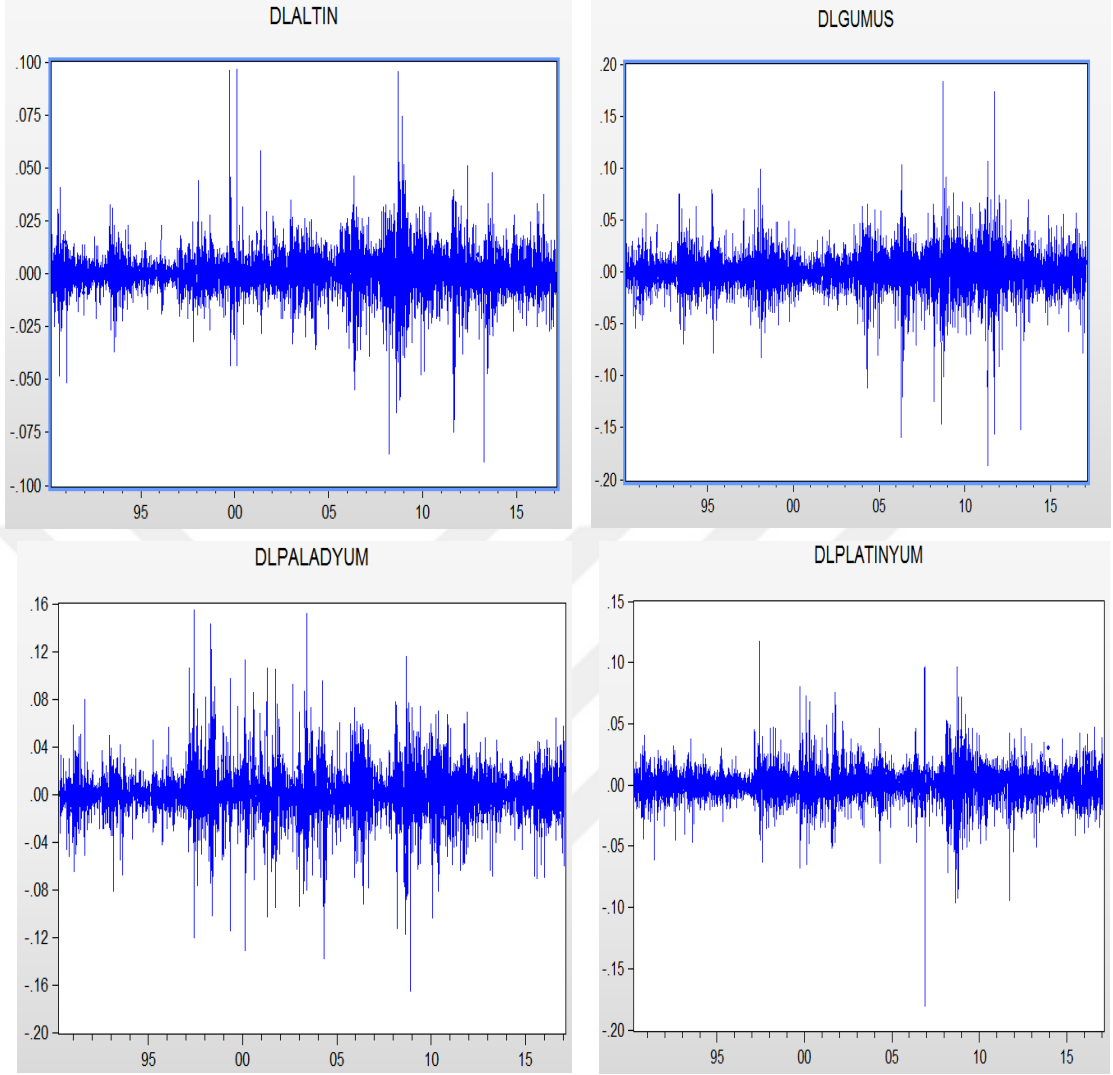
	Modeller	Hesaplanan t istatistiği		t tablo değerleri		Olasılık Değeri	
		ADF	PP	%1	%5	ADF	PP
ALTIN	Sabit terimli	-0.6008	-0.5596	-3,4311	-2,8617	0.8681	0.8769
	Sabit terimli ve trendli	-1,7821	-1,7433	-3.9593	-3.4104	0.7135	0,7319
GÜMÜŞ	Sabit terimli	-1,5402	-1.4842	-3.4311	-2.8617	0.5132	0.5418
	Sabit terimli ve trendli	-2,4466	-2.3504	-3.9593	-3.4104	0.3552	0.4059
PALADYUM	Sabit terimli	-1.3176	-1.4047	-3.4311	-2.8617	0.6236	0.5816
	Sabit terimli ve trendli	-2.4129	-2.5362	-3.9593	-3.4104	0.3726	0.3104
PLATİN	Sabit terimli	-1.3701	-1.4513	-3.4311	-2.8617	0.5985	0.5584
	Sabit terimli ve trendli	-1.9006	-2.1003	-3.9593	-3.4104	0.6509	0.5450

Serilere yapılan ADF ve PP birim kök testleri sonucunda serinin birim kök içerdiği bir diğer deyişle durağan olmadığını ifade eden boş hipotez reddedilememiştir. Sonuç olarak düzey seviyesindeki hiçbir seri, yapılan birim kök testleri sonucunda durağan forma sahip değildir.

Serilerin birinci farkı alınıp zaman yolu grafiği çizildiğinde serilerin belirli bir ortalama etrafında dağıldığı görülmektedir. Bu durum serilerin durağanlaştığının görsel bir ispatıdır.

Ayrıca serinin otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyonlarının (PACF) korelogramı incelendiğinde katsayıların çoğunun güven aralığı içinde kaldığı anlaşılmaktadır.

Şekil 16: Serilerin Birinci Farkına Ait Zaman Yolu Grafiği



Şekil 16, altın, gümüş, platin ve paladyum madenlerinin günlük getirilerinin zaman yolu grafiğini göstermektedir. Görüldüğü gibi 2007-2009 yılları arasında gerçekleşen küresel kriz, değerli madenlerin getiri oynaklığını oldukça arttırmıştır. Şekil 16'ya bakıldığında altın ve gümüşün oynaklık yolunun aynı örüntüye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Altın ve gümüşün sergilediği oynaklık dalgalanmaları birbirine oldukça benzediği için bu iki madenin ortak hareket ettiği sonucuna ulaşılabilmektedir. Bütün değerli madenler arasında en yüksek getiri ortalamasına sahip olan paladyum, diğer değerli madenlere kıyasla daha oynak bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Günlük getiri oynaklığına bakıldığı zaman paladyum madeni, birçok oynaklık kırılması göstermektedir. Altının hem uzun dönemli hem kısa dönemli en düşük oynaklığa sahip olması, küresel ölçekte riskten korunma amacıyla talep edildiğini, Şekil 16'da görülmektedir. Bütün değerli madenlerin

sergiledikleri yüksek oynaklık kümelenmesi, serilerin değişen varyansa sahip olacağının ilk işaretlerini vermektedir.

Şekil 17: Değişkenlerin Birinci Faklarına Ait Korelogram Analizi Sonuçları

Altın							Gümüş						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1 -0.032	-0.032	6.8423	0.009				1 -0.087	-0.087	51.080	0.000	
		2 -0.017	-0.018	8.8936	0.012				2 -0.008	-0.016	51.507	0.000	
		3 0.008	0.007	9.3682	0.025				3 -0.002	-0.004	51.531	0.000	
		4 -0.017	-0.017	11.349	0.023				4 0.008	0.007	51.947	0.000	
		5 0.029	0.028	16.869	0.005				5 0.016	0.018	53.716	0.000	
		6 -0.013	-0.012	18.037	0.006				6 -0.004	-0.001	53.852	0.000	
		7 -0.021	-0.021	21.102	0.004				7 0.011	0.011	54.714	0.000	
		8 0.028	0.026	26.459	0.001				8 -0.014	-0.013	56.120	0.000	
		9 0.043	0.045	39.030	0.000				9 0.007	0.005	56.458	0.000	
		10 -0.046	-0.043	53.389	0.000				10 -0.020	-0.020	59.239	0.000	
		11 0.001	-0.001	53.391	0.000				11 0.010	0.006	59.874	0.000	
		12 -0.031	-0.031	59.879	0.000				12 -0.016	-0.015	61.549	0.000	
		13 -0.006	-0.008	60.102	0.000				13 -0.010	-0.013	62.277	0.000	
		14 0.018	0.013	62.321	0.000				14 -0.028	-0.031	67.605	0.000	
		15 -0.011	-0.005	63.200	0.000				15 0.020	0.015	70.305	0.000	
		16 0.000	-0.001	63.200	0.000				16 0.015	0.017	71.870	0.000	
		17 0.009	0.006	63.722	0.000				17 -0.017	-0.013	73.900	0.000	
		18 -0.045	-0.044	77.411	0.000				18 -0.009	-0.011	74.445	0.000	
		19 0.039	0.038	87.585	0.000				19 0.012	0.011	75.390	0.000	
		20 0.017	0.018	89.475	0.000				20 0.037	0.038	84.871	0.000	
Paladyum							Platin						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1 -0.004	-0.004	0.1070	0.744				1 0.052	0.052	18.505	0.000	
		2 -0.002	-0.002	0.1488	0.928				2 -0.033	-0.036	25.931	0.000	
		3 0.012	0.012	1.0808	0.782				3 -0.023	-0.019	29.517	0.000	
		4 -0.023	-0.023	4.6641	0.324				4 -0.000	0.001	29.518	0.000	
		5 -0.010	-0.010	5.2807	0.383				5 0.021	0.020	32.642	0.000	
		6 0.033	0.033	12.660	0.049				6 0.035	0.033	41.182	0.000	
		7 0.028	0.028	17.822	0.013				7 0.013	0.010	42.271	0.000	
		8 0.020	0.021	20.655	0.008				8 0.010	0.012	42.946	0.000	
		9 0.020	0.019	23.356	0.005				9 -0.012	-0.011	43.904	0.000	
		10 -0.002	-0.000	23.372	0.009				10 -0.014	-0.012	45.208	0.000	
		11 0.013	0.015	24.600	0.010				11 -0.019	-0.020	47.717	0.000	
		12 0.005	0.005	24.741	0.016				12 -0.001	-0.002	47.725	0.000	
		13 -0.035	-0.036	33.165	0.002				13 0.006	0.003	47.947	0.000	
		14 0.045	0.042	46.725	0.000				14 0.034	0.032	55.612	0.000	
		15 0.026	0.024	51.212	0.000				15 0.019	0.017	57.973	0.000	
		16 -0.002	-0.002	51.240	0.000				16 0.011	0.014	58.844	0.000	
		17 0.031	0.027	57.729	0.000				17 0.004	0.007	58.961	0.000	
		18 -0.025	-0.025	61.895	0.000				18 -0.015	-0.014	60.515	0.000	
		19 0.007	0.011	62.236	0.000				19 0.003	0.004	60.591	0.000	
		20 0.002	0.001	62.273	0.000				20 0.013	0.009	61.814	0.000	

Şekil 17’de verilen korelogram analizinden de anlaşıldığı gibi birinci farkları alınmış seriler, belirgin bir korelasyon ve kısmi otokorelasyon sergilememektedir. Bütün gecikmelerdeki otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerleri, güven aralığının içine düştüğü için serilerin durağan hale geldiği söylenebilir.

Durağanlığın analitik olarak belirlenebilmesi için serilere, birim kök testleri uygulanması gerekmektedir. Birim kök testlerinin sonuçları aşağıda verilmiştir. Düzey seviyesinde durağan olmayan serileri, durağan yapıya getirmek için serilerin birinci farklarının alınması gereklidir. Birinci farkları alınmış serilere ait birim kök test sonuçları tablo 17’deki gibidir.

Tablo 17: Serilerin Birinci Farklarına Ait ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

ALTIN	Modeller	Hesaplanan t istatistiği		t tablo değerleri		Olasılık Değeri	
		ADF	PP	%1	%5	ADF	PP
	Sabit terimli	-84.99	-84.99	-3,4311	-2,8617	0.000	0.000
	Sabit terimli ve trendli	-84.99	-84.99	-3.9593	-3.4100	0.000	0.000
GÜMÜŞ		ADF	PP			ADF	PP
	Sabit terimli	-89.83	-89.85	-3.4311	-2.8617	0.000	0.000
	Sabit terimli ve trendli	-89.82	-89.84	-3.9593	-3.4104	0.000	0.000
PALADYUM		ADF	PP			ADF	PP
	Sabit terimli	-78.14	-78.07	-3.4311	-2.8617	0.000	0.000
	Sabit terimli ve trendli	-78.14	-7.07	-3.9593	-3.4104	0.000	0.000
PLATİN		ADF	PP			ADF	PP
	Sabit terimli	-82.67	-82.85	-3.4311	-2.8617	0.000	0.000
	Sabit terimli ve trendli	-82.66	-82.84	-3.9593	-3.4104	0.000	0.000

Serilerin birinci farkı alındığında serilere yapılan ADF ve PP birim kök testleri sonucunda serilerin birim kök içerdiği, bir diğer deyişle durağan olmadığını ifade eden boş hipotez, reddedilmiştir.

Tablo 18: Serilerin Birinci Farklarına Ait KPSS Birim Kök Testi Sonuçları

	Modeller	Asimptotik Kritik Değerler		KPSS Lm-Test İstatistiği
		%1	%5	
ALTIN				
	Sabit terimli	0.7390	0.4630	0.1659
	Sabit terimli ve trendli	0,2160	0,1460	0.1229
GÜMÜŞ		%1	%5	
	Sabit terimli	0,7390	0,4630	0.0866
	Sabit terimli ve trendli	0,2160	0,1460	0.0796
PALADYUM		%1	%5	
	Sabit terimli	0.7390	0.4630	0.0482
	Sabit terimli ve trendli	0.2160	0.1460	0.0388
PLATİN		%1	%5	
	Sabit terimli	0.7390	0.4630	0.0892
	Sabit terimli ve trendli	0.2160	0.1460	0.0813

Tablo 18’de yapılan KPSS birim kök testi sonuçlarına göre, serilerin durağan olduğunu ifade eden boş hipotez reddedilememiştir. Sonuç olarak serilerin birinci farkı alındığında serilerin durağan bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir.

3.4. ARIMA MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

Birinci farkı alındıktan sonra durağanlaşmış olan seriler için en uygun ARMA modeli bulunmalıdır. En uygun model, ikinci bölümde incelenmiş olan Box-Jenkins yaklaşımı ile bulunacaktır. Farkı alınmış ve durağan hale getirilmiş olan zaman serisinin korelogram grafiğine bakılarak serinin MA(q), AR(p) veya ARMA(p,q) süreçlerinden hangisine uyduğu tespit edilmektedir.

Otoregresif (AR) sürecinin mertebesi, anlamlı kısmi otokorelasyon, hareketli ortalama (MA) sürecinin mertebesi ise anlamlı otokorelasyon katsayılarının sayısı ile belirlenmektedir. Bu fonksiyonlarda var olan tepe noktaları sürece ait olan modellerin mertebesini açığa çıkarmaktadır (Box ve diğerleri 2015: 183).

Box-Jenkins yaklaşımına göre en uygun modelin belirlenebilmesi için denenen modeller arasından en küçük HKT (Hata Kareler Toplamı), en küçük AIC (Akaike Bilgi Kriteri), SIC (Schwarz Bilgi Kriteri), HQ (Hannan-Quinn Bilgi Kriteri) katsayıları ve en büyük LO (Logaritma Olabilirlik) katsayısı gibi model seçim kriterlerinin belirlenmesi gereklidir.

Logaritması alınmış altın serisinin birinci farkının korelogram grafiğine bakıldığında otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarında 1. 2. 5. 9. ve 11. gecikmelerde ortaya çıkan yüksek otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerleri göze çarpmaktadır.

Logaritması alınmış gümüş serisinin birinci farkının korelogram grafiğine bakıldığında otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarında 1. ve 5. gecikmelerde ortaya çıkan yüksek otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerleri göze çarpmaktadır. Paladyum serisinin korelogram grafiğinde göze çarpan tepe noktaları, otoregresif bölümü ifade eden kısmi otokorelasyon katsayısı, hareketli ortalama bölümünü ifade eden otokorelasyon katsayısı için 1. 2. ve 6. gecikme olarak bulunmuştur. Birinci farkı alınmış logaritmalı platin serisinin korelogram grafiği incelendiğinde otoregresif bölümünde göze çarpan tepe noktası 6. 7. ve 14. gecikmede gözlemlenmiştir. Hareketli ortalama bölümünde ise otoregresif bölümüne paralel olarak 6. 7. ve 14. gecikmede ortaya çıkmıştır. Daha önceki bölümde anlatılan Box-Jenkins yaklaşımının cimrilik prensibine göre, en fazla serbestlik derecesine sahip olan az parametrelili model diğer modellere göre tercih edilmektedir.

Korelogram analizi araştırmacıya görsel bir fikir kazandırmak için önemlidir. Nihai modellerin belirlenebilmesi için kurulacak olan modellere, model seçim kriterleri uygulanması gereklidir.

Tablo 19: Değerli Maden Serileri İçin Model Seçim Kriterleri Tablosu

	Modeller	HKT	AIC	SIC	LO	HQ
ALTIN	ARIMA(4,1,1)	0.7180	-6.3139	-6.3078	21422.82	-6.3118
	ARIMA(3,1,2)	0.7180	-6.3139	-6.3079	21422.87	-6.3118
	ARIMA(2,1,3)	0.7180	-6.3139	-6.3079	21422.95	-6.3118
	ARIMA (5,1,5)	0,7141	-6.3178	-6.3068	21441.26	-6.3140
	ARIMA (2,1,4)	0,7162	-6.3161	-6.3090	21431.27	-6.3137
GÜMÜŞ	ARIMA(4,1,4)	2.4456	-5.0871	-5.0771	17265.70	-5.0837
	ARIMA(1,1,5)	2.4501	-5.0862	-5.0792	17259.53	-5.0838
	ARIMA(2,1,3)	2.4465	-5.0879	-5.0819	17264.49	-5.0859
	ARIMA (5,1,1)	2.4483	-5.0866	-5.0786	17261.93	-5.0838
	ARIMA (0,1,0)	2.4699	-5.0799	-5.0789	17232.25	-5.0796
PALADYUM	ARIMA(0,1,0)	2.7810	-4.9613	-4.9603	16829.80	-4.9609
	ARIMA(1,1,1)	2.7715	-4.9638	-4.9598	16841.45	-4.9624
	ARIMA(4,1,1)	2.7670	-4.9645	-4.9575	16846.90	-4.9621
	ARIMA (4,1,3)	2.7600	-4.9665	-4.9574	16855.50	-4.9634
	ARIMA (4,1,2)	2.7559	-4.9668	-4.9588	16855.63	-4.9640
PLATİNYUM	ARIMA(3,1,7)	1.2587	-5.7497	-5.7377	19515.22	-5.7442
	ARIMA(7,1,3)	1.2606	-5.7492	-5.7371	19513.47	-5.7450
	ARIMA(7,1,2)	1.2622	-5.7483	-5.7372	19509.5	-5.7444
	ARIMA(2,1,2)	1.2622	-5.7498	-5.7437	19509.27	-5.7477

Tablo 19’da başlık 3.4’de açıklanan model seçim kriterlerine göre oluşturulan, en uygun olabilecek ARIMA modelleri listelenmiştir. Korelogram analizinde otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon için belirlenen tepe noktaları, ARIMA modellemesinde gecikme katsayılarının belirlenmesi için öncelikli olmuştur.

Model seçim kriterleri göz önüne alındığı zaman HKT ifadesi, Hata Kareler toplamını (AIC), Akaike Bilgi Kriterini (SIC), Schwarz Bilgi Kriterini ve (LO) Logaritma olabirliğini, (HQ) ise Hannan-Quinn Bilgi Kriterini ifade etmektedir. En uygun modelin belirlenebilmesi için Hata Kareler Toplamı, Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn Bilgi Kriterlerinin en düşük, Logatima Olabilirlik Oranının ise en büyük olması beklenir. Bu nedenle koyu yazılmış seçim kriter değerleri istenilen nitelikteki değerlerdir.

Altın serisi için tablo 19’da da görüldüğü üzere 2. ve 3. 4. ve 5. gecikmeler üzerinde durulmuştur. Bu nedenle model seçim kriterlerine göre en yüksek performans ARIMA (5,1,5) süreci olmuştur.

Gümüş serisi için korelogram grafiğine bakıldığında otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarında 1. ve 5. gecikmelerde ortaya çıkan yüksek otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerleri göze çarpmaktadır. Gümüş serisi için model seçim kriterleri göz önüne alındığında en uygun ARIMA modeli, ARIMA (2,1,3) olarak bulunmuştur.

Paladyum serisi için tabloda görülen ARIMA model seçim denemelerine göre en uygun model ARIMA (4,1,2) modelidir.

Platin serisi için oluşturulan model seçim tablosunda göze çarpan 2 model bulunmuştur. İlki ARIMA (3,1,7) ikincisi ARIMA (2,1,2) modelidir. Hata kareler toplamına göre ve logaritma olabilirlik değerine bakıldığı zaman ARIMA (3,1,7) modeli öne çıkar. Akaike, Schwarz ve Hanna-Quinn bilgi kriterleri göz önünde bulundurulduğu zaman ise ARIMA (2,1,2) modeli en uygun model olmaktadır. Cimrilik prensibine göre yaklaşım yapıldığında en az parametrelili model seçilmez. Ayrıca, model kurma yaklaşımı için güçlü belirleyiciliği olan Akaike, Schwarz ve Hanna-Quinn bilgi kriterlerine göre en iyi sonuç veren ARIMA (2,1,2) modeli olmuştur.

Tablo 20’de seçilen ARIMA modellerinin katsayı anlamlılıkları incelenmiştir. Altın serisi için ARIMA (5,1,5) modeli, katsayı anlamlılığı yönünden başarılıdır. Gümüş serisi için seçilen ARIMA (2,1,3) modeli, sabit terim haricindeki katsayı anlamlılığı ve genel model anlamlılığı bakımından başarılıdır. Paladyum serisi için seçilen ARIMA (4,1,2) modeli, sabit terim haricindeki katsayı anlamlılığı ve genel model anlamlılığı yönünden başarılıdır. Platin serisi için seçilen ARIMA (2,1,2) modeli sabit terim haricindeki katsayı anlamlılığı ve genel model anlamlılığı bakımından başarılıdır. Sonuç olarak belirlenen ARIMA modellerinin tamamı, katsayı anlamlılığı açısından başarılı bulunmuştur.

Tablo 20: ARIMA Model Sonuçları

Değişkenler	Altın	Gümüş	Paladyum	Platin
C	-	0.0001 (0.0002)	0.0005 (0.0002)	0.0001 (0.0001)
AR(1)	0.7135*** (0.0560)	0.6229*** (0.0010)	1.6689*** (0.0171)	1.5913*** (0.0137)
AR(2)	-0.8678*** (0.0647)	-0.9990*** (0.0009)	-1.0729*** (0.0226)	-0.9645*** (0.0129)
AR(3)	0.8298*** (0.0638)	-	0.1034*** (0.0162)	-
AR(4)	-0.5420*** (0.0573)	-	-0.0199*** (0.0087)	-
AR(5)	0.7494*** (0.0461)	-	-	-
MA(1)	-0.7660*** (0.0559)	-0.7124*** (0.0061)	-1.6180*** (0.0154)	-1.601*** (0.0135)
MA(2)	0.9108*** (0.0658)	1.0545*** (0.0041)	0.9539*** (0.0151)	0.9697*** (0.0125)
MA(3)	-0.8771*** (0.0653)	-0.0914*** (0.0060)	-	-
MA(4)	0.5915*** (0.0584)	-	-	-
MA(5)	-0.7603*** (0.0442)	-	-	-

Not: ARIMA model sonuçlarındaki model katsayıları verilmiştir. Parantez içindeki sayılar katsayılar için standart hatalardır. *: %10, **: %5, ***: %1 önem derecesinde anlamlı sonuçları ifade etmektedir.

En uygun ARIMA modelinin belirlenmesinde diğer adım olan ayırd edici kontrolün yapılması gereklidir. Seçilen ARIMA modellerinin hata terimlerinin beyaz gürültü sürecine uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla şekil 18’de modellerin artıklarının korelogram analizinin sonuçları verilmiştir.

Şekil 18: Seçilen ARIMA Modellerinin Artıklarının Korelogram Sonuçları

Altın						Gümüş					
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.009	0.009	0.5021				1 -0.087	-0.087	51.080	0.000
		2 -0.002	-0.002	0.5320				2 -0.008	-0.016	51.507	0.000
		3 0.011	0.011	1.4178				3 -0.002	-0.004	51.531	0.000
		4 0.003	0.003	1.4747				4 0.008	0.007	51.947	0.000
		5 0.015	0.015	3.0847				5 0.016	0.018	53.716	0.000
		6 0.010	0.010	3.8133				6 -0.004	-0.001	53.852	0.000
		7 -0.006	-0.006	4.0671				7 0.011	0.011	54.714	0.000
		8 0.011	0.010	4.8361				8 -0.014	-0.013	56.120	0.000
		9 0.000	-0.000	4.8365				9 0.007	0.005	56.458	0.000
		10 -0.015	-0.015	6.3317				10 -0.020	-0.020	59.239	0.000
		11 -0.021	-0.021	9.3423	0.002			11 0.010	0.006	59.874	0.000
		12 -0.007	-0.006	9.6388	0.008			12 -0.016	-0.015	61.549	0.000
		13 0.001	0.001	9.6450	0.022			13 -0.010	-0.013	62.277	0.000
		14 0.000	0.000	9.6450	0.047			14 -0.028	-0.031	67.605	0.000
		15 -0.014	-0.014	11.073	0.050			15 0.020	0.015	70.305	0.000
		16 0.035	0.036	19.284	0.004			16 0.015	0.017	71.870	0.000
		17 -0.001	-0.001	19.290	0.007			17 -0.017	-0.013	73.900	0.000
		18 -0.011	-0.010	20.109	0.010			18 -0.009	-0.011	74.445	0.000
		19 0.014	0.014	21.478	0.011			19 0.012	0.011	75.390	0.000
		20 0.008	0.008	21.887	0.016			20 0.037	0.038	84.871	0.000

Şekil 18 Devamı: Seçilen ARIMA Modellerinin Artıklarının Korelogram Sonuçları

Paladyum						Platin					
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.000	-0.000	0.0006				1 0.006	0.006	0.2386	
		2 0.001	0.001	0.0062				2 -0.010	-0.010	0.8700	
		3 -0.013	-0.013	1.2332				3 -0.002	-0.002	0.9015	
		4 -0.006	-0.006	1.4463				4 0.004	0.004	0.9896	
		5 0.005	0.005	1.5969				5 -0.010	-0.010	1.6429	0.200
		6 0.016	0.016	3.3474				6 0.013	0.014	2.8802	0.237
		7 -0.004	-0.005	3.4807	0.062			7 -0.004	-0.004	2.9801	0.395
		8 0.004	0.004	3.5821	0.167			8 -0.014	-0.014	4.3865	0.356
		9 -0.009	-0.008	4.1216	0.249			9 -0.004	-0.004	4.4903	0.481
		10 -0.001	-0.001	4.1278	0.389			10 0.004	0.004	4.6150	0.594
		11 -0.004	-0.004	4.2474	0.514			11 0.017	0.017	6.5556	0.477
		12 0.013	0.012	5.3690	0.497			12 0.020	0.019	9.1782	0.327
		13 0.010	0.010	6.0921	0.529			13 -0.031	-0.031	15.574	0.076
		14 0.031	0.031	12.806	0.119			14 0.029	0.030	21.240	0.019
		15 0.009	0.009	13.310	0.149			15 0.018	0.017	23.365	0.016
		16 -0.000	-0.000	13.311	0.207			16 0.022	0.022	26.546	0.009
		17 -0.005	-0.004	13.502	0.262			17 0.016	0.017	28.387	0.008
		18 -0.022	-0.022	16.663	0.163			18 -0.031	-0.032	34.911	0.002
		19 0.002	0.002	16.691	0.214			19 0.015	0.018	36.532	0.001
		20 0.018	0.017	18.915	0.168			20 0.005	0.005	36.732	0.002

Korelogram analizinde anlaşıldığı üzere modelin artıklarının çoğunluğu %95 güven aralığı içinde kaldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle modeller, beyaz gürültü özelliği taşımaktadır.

3.5. ARCH ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Serilerin logaritmik fark grafiğine bakıldığında serilerde oynaklık gözlemlenmiştir. Daha açık bir ifadeyle; “t” zamanında meydana gelen bir artış “t+1” zamanında meydana gelen bir artışı beraberinde getirmektedir. Veya “t” zamanında meydana gelen bir azalış “t-1” zamanında da azalış olarak kendini göstermiştir. Bu nedenle serilerin fark grafiğinde oynaklık kümelenmesi gözlemlenmiştir. Bu bağlamda kurulan ARIMA modellemelerinde koşullu değişen varyansın varlığından şüphe edilmiş ve serilere ARCH değişen varyans testi tablo 21’de uygulanmıştır.

Tablo 21: Serilere Ait ARCH Test İstatistikleri

	Gecikme Sayısı	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
ALTIN	1	142.5662	0.000
	2	216.10	0.000
	4	333.717	0.000
	12	440.43	0.000
	24	596.9481	0.000
	36	632.7118	0.000
GÜMÜŞ	1	505.1334	0.000
	2	544.3155	0.000
	4	588.5136	0.000
	12	730.0048	0.000
	24	829.5375	0.000
	36	846.5556	0.000
PALADYUM	1	247.7752	0.000
	2	383.6620	0.000
	4	532.6276	0.000
	12	667.0381	0.000
	24	735.0680	0.000
	36	740.3902	0.000
PLATİN	1	386.2577	0.000
	2	530.0619	0.000
	4	547.6320	0.000
	12	695.5066	0.000
	24	778.8273	0.000
	36	798.8518	0.000

Tablo 21’de seriler için uygulanan ARCH testinin sonuçları incelendiğinde bütün gecikmelerde %1 önem seviyesinde koşullu değişen varyans etkisi anlamlı çıkmıştır. Değerli maden serilerinde bulunan ARCH etkisini belirleme amacıyla otoregresif koşullu değişen varyans modellemesine gidilmiştir. Tablo 22’de değerli maden serilerine ait ARCH(1) modelinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 22: Serilere Ait ARCH(1) Model Sonuçları

Değişkenler	Altın	Gümüş	Paladyum	Platin
Ortalama Denklemi				
C	-	0.0003** (0.0001)	0.0004** (0.0003)	0.0003 (0.0001)
AR(1)	1.0774*** (0.1483)	0.6184** (0.2748)	1.7412*** (0.0184)	1.0135 (0.0067)
AR(2)	-1.2174*** (0.1330)	-0.1404 (0.2835)	-1.0566*** (0.0239)	-0.9760 (0.0071)
AR(3)	0.9810*** (0.1708)	-	0.0968*** (0.0145)	-
AR(4)	-0.5571*** (0.0992)	-	-0.0223*** (0.0059)	-
AR(5)	0.4292*** (0.0670)	-	-	-
MA(1)	-1.1375*** (0.1470)	0.7434*** (0.3137)	-1.6903*** (0.0157)	-1.0223 (0.0054)
MA(2)	1.3119*** (0.1352)	0.2056 (0.3137)	0.9492*** (0.0156)	0.9853 (0.0058)
MA(3)	-1.0662*** (0.1782)	0.0120 (0.0383)	-	-
MA(4)	0.6707*** (0.1021)	-	-	-
MA(5)	-0.4686*** (0.0736)	-	-	-
Varyans Denklemi				
C	0.0000731*** (0.00000101)	0.0002*** (0.00000296)	0.0002*** (0.00000286)	0.0001*** (0.00000166)
ARCH(1)	0.3681*** (0.0140)	0.2825*** (0.0137)	0.4207*** (0.0164)	0.3528*** (0.0135)

Not: ARCH model sonuçlarındaki model katsayıları verilmiştir. Parantez içindeki sayılar katsayılarla ait standart hatalardır. *: %10, **: %5, ***: %1 önem derecesinde anlamlı sonuçları ifade etmektedir.

Kurulan ARCH modelinde katsayılar anlamlı bulunmuş olup ARCH modellemesindeki teorik kısıtlamalar sağlanmıştır. Fakat modeldeki değişen varyans etkisinin giderilip giderilmediğinin anlaşılması için hata terimlerine tekrar ARCH etkisi testi yapılması gereklidir. Bu nedenle tablo 23’de değerli madenler serileri için kurulan ARCH modellerinin hata terimleri üzerinde kurulan otoregresif değişen varyans testinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 23: ARCH(1) Modellerinin Hata Terimlerine Yapılan ARCH-LM Testi

	Gecikme Sayısı	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
ALTIN	1	4.1715	0.041
	2	27.6185	0.000
	4	99.0434	0.000
	12	224.8507	0.000
	24	327.6234	0.000
	36	384.3341	0.000
GÜMÜŞ	1	0.8630	0.352
	2	6.1922	0.045
	4	40.5894	0.000
	12	257.7800	0.000
	24	418.5169	0.000
	36	435.6864	0.000
PALADYUM	1	5.5082	0.033
	2	58.2014	0.000
	4	171.7114	0.000
	12	291.7053	0.000
	24	349.6973	0.000
	36	356.7971	0.000
PLATİN	1	5.5026	0.019
	2	110.0249	0.000
	4	229.2858	0.000
	12	461.7784	0.000
	24	526.9636	0.000
	36	573.6772	0.000

Serilere yapılan ARCH(1) modelinin hata terimleri üzerinde yapılan ARCH-LM testinde gümüş serisinin ilk gecikmesi hariç diğer serilerin bütün gecikmelerinde değişen varyans etkisi görülmüştür. Serilerin ilk gecikmesi üzerinde yapılan ARCH-LM testinde değişen varyans, %5 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Diğer gecikmeler için %1 önem düzeyinde dahi değişen varyans etkisi anlamlı çıkmıştır. Bu bağlamda değerli maden serilerinin oynaklık modellerini, gerçeğe daha uygun bir şekilde belirlemek amacıyla getiri

serilerinde meydana gelen oynaklık kırılmalarını ve GARCH modellerinin dikkate alınması gereklidir.

3.6. FİNANSAL KRİZLER İLE GARCH MODELLEMESİ

Değerli madenler serilerine uygulanan ARCH modellemesi, teorik kısıtlamalara uygun sonuçlar vermediği için seriler için Genelleştirilmiş Otoregresif Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modellemesinin test edilmesi gereklidir. Şekil 16’da serilerin logaritmik fark grafiklerine bakıldığında özellikle 2007-2008 yılları arasında büyük kırılmalar göze çarpmaktadır. 2007 yılında Amerika’da gerçekleşen mortgage krizi, küresel ölçekte bir kriz haline geldiği için değerli madenlerin getiri oynaklığında büyük sapmalar oluşturmuştur. Analizi yapılan 1990 ile 2017 yılları arasında dünyada iki büyük kriz meydana gelmiştir. Bunlardan ilki, 1997 ile 1998 yılları arasında gerçekleşen Asya Finansal Krizidir. Veri setinin içinde bulunan ikinci bir kriz ise Amerika’da başlayan, küresel bir kriz haline dönüşen mortgage krizidir. Krizlerin, değerli madenlerin getiri oynaklığında kırılmalar meydana getirmesinden şüphe edilmiştir. Bu çerçevede Asya krizinin ve küresel krizin değerli madenlerin getirilerinde meydana getirdiği oynaklık kırılmaları modellenmiştir. 1997 yılının temmuz ayında başlayıp 1998 yılının eylül ayında etkisini kaybeden Asya krizi için dummy1 adında kukla değişken oluşturulmuştur. Bu değişken, Asya krizinin meydana geldiği 1997 yılının temmuz ayından 1998 yılının eylül ayına kadar olan dönemde “1” değerini almakta Asya krizinin olmadığı dönemde ise “0” değerini almaktadır. 2007 yılı küresel krizine modelde yer verebilmek için dummy2 adında bir başka kukla değişken daha oluşturulmuştur. Küresel krizin başlangıcı olarak kabul edilen 2007 yılı ağustos ayından krizin bitişi olarak kabul edilen 2008 yılı ekim ayına kadar olan döneme “1” değeri verilmiştir. Küresel krizin meydana gelmediği tarihlere ise “0” değeri verilerek kukla değişkenlerin oluşturulma süreci tamamlanmıştır.

Tablo 24: Asya Krizi için Kurulan GARCH(1,1) Model Sonuçları

Değişkenler	Altın	Gümüş	Paladyum	Platin
Ortalama Denklemi				
Dummy1	-0.000635* (0.000343)	-0.0000344 (0.001232)	-0.000618 (0.001173)	-0.001001 (0.000693)
C	-	-0.0000895 (0.000165)	0.000169 (0.000149)	0.000145 (0.000107)
AR(1)	1.185981*** (0.101657)	-1.484594*** (0.011178)	1.233012 *** (0.016566)	0.382984 (0.281955)
AR(2)	-1.643344*** (0.2474)	-0.519492*** (0.011025)	-1.064176 *** (0.023042)	0.117372 (0.236209)
AR(3)	1.455802*** (0.162558)	-	0.079598 *** (0.020215)	-
AR(4)	-0.873894*** (0.132603)	-	-0.038925*** (0.012496)	-
AR(5)	0.662358*** (0.080327)	-	-	-
MA(1)	-1.237322*** (0.098752)	1.398997*** (0.002289)	-1.196681*** (0.011139)	-0.391212 (0.280046)
MA(2)	1.706412*** (0.145293)	0.406941*** (0.009736)	0.980127 *** (0.011013)	-0.148606 (0.235425)
MA(3)	-1.545614*** (0.160866)	-0.027101** (0.011265)	-	-
MA(4)	0.941256*** (0.131148)	-	-	-
MA(5)	-0.695332*** (0.076279)	-	-	-
Varyans Denklemi				
C	0.000000279*** (0.0000000457)	0.00000177*** (0.000000243)	0.00000690*** (0.00000160)	0.00000213*** (0.00000007)
ARCH(1) (α_1)	0.063495*** (0.0018)	0.056260*** (0.002609)	0.189307 *** (0.015264)	0.085630*** (0.013674)
GARCH(1) (β_1)	0.937218*** (0.004010)	0.940720*** (0.002807)	0.825634 *** (0.010472)	0.905145*** (0.015861)
Dummy1	0.000000512 (0.00000004)	0.00000419*** (0.00000121)	0.0000165 * (0.00000991)	0.00000281 (0.00000195)

Not: ARCH model sonuçlarındaki model katsayıları verilmiştir. Parantez içindeki sayılar katsayıların ait standart hatalardır. *: %10, **: %5, ***: %1 önem derecesinde anlamlı sonuçları ifade etmektedir.

Tablo 24’de görüldüğü gibi ortalama denkleminde Asya krizini gösteren kukla değişken, sadece altın serisinde %10 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ortalama denklemi için gümüş, platin ve paladyum serileri, Asya krizini ifade eden kukla değişkene göre anlamsız bulunmuştur. Varyans denklemi için ifade edilen Asya krizi, paladyum için %10 önem düzeyinde, gümüş için %1 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Varyans denkleminde Asya krizini ifade eden kukla değişken altın ve platin değişkeni için anlamlı bulunmamıştır.

Seriler için uygulanan GARCH(1,1) sonuçları incelendiğinde %1 önem seviyesinde varyans denklemindeki sabit terim, oynaklığın değerli madenlerin getirilerinde meydana gelen anlık şoklara tepkisini ölçen α_1 ve bir dönem önceki oynaklığın cari dönem için oluşturduğu etkiyi ölçen β_1 katsayıları, bütün değerli maden modellerinde anlamlıdır. Varyans denkleminde belirlenen katsayıların işaretleri pozitif olduğundan dolayı GARCH modellerinde durağanlığın sağlanması için gerekli olan $\alpha+\beta<1$ koşulu altın ve paladyum için kurulan modellerde sağlanamamıştır. Sonuç olarak Asya krizi için kurulan modelde Asya krizinin değerli madenlerin getirileri üzerinde herhangi anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Küresel krizin etkilerinin incelendiği diğer model ise tablo 25’de gösterilmiştir.

Tablo 25: Küresel Kriz için Kurulan GARCH(1,1) Model Sonuçları

Değişkenler	Altın	Gümüş	Paladyum	Platin
Ortalama Denklemi				
Dummy2	0.001527* (0.000802)	0.001228 (0.001081)	-0.000470 (0.001036)	0.001073 (0.000735)
C	-	0.0000666 (0.000141)	0.000136 (0.000164)	0.0000896 (0.000109)
AR(1)	0.361150** (0.140452)	-0.416862*** (0.022397)	-0.612024*** (0.024074)	0.374369 (0.455486)
AR(2)	-0.526296*** (0.161691)	-0.962754*** (0.022004)	0.230976 (0.323238)	0.119707 (0.395866)
AR(3)	0.545807*** (0.150986)	-	-0.048234** (0.021975)	-
AR(4)	-0.050643 (0.147057)	-	-0.009403 (0.017833)	-
AR(5)	0.646479*** (0.111933)	-		-
MA(1)	-0.396838*** (0.144083)	0.306861*** (0.024907)	0.660931*** (0.019180)	-0.382861 (0.454185)
MA(2)	0.540913*** (0.170111)	0.925072*** (0.019405)	-0.232020 (0.323090)	-0.151476 (0.400216)
MA(3)	-0.567640*** (0.158965)	-0.106630*** (0.011678)	-	-
MA(4)	0.059906 (0.156316)	-	-	-
MA(5)	-0.611307*** (0.117542)	-	-	-

Tablo 25 Devamı: Küresel Kriz için Kurulan GARCH(1,1) Model Sonuçları

Varyans Denklemi				
C	0.000000309*** (0.0000000870)	0.00000120*** (0.000000330)	0.00000581*** (0.00000662)	0.00000194*** (0.000000373)
ARCH(1) (α_1)	0.057663*** (0.004245)	0.045164*** (0.004499)	0.149769*** (0.008319)	0.082957*** (0.007315)
GARCH(1) (β_1)	0.936841*** (0.004157)	0.953066*** (0.004281)	0.835065*** (0.007508)	0.909046*** (0.007278)
Dummy2	0.00000287** (0.00000125)	0.00000644** (0.00000307)	0.00000629* (0.00000363)	0.00000257 (0.00000188)

Not: GARCH model sonuçlarındaki model katsayıları verilmiştir. Parantez içindeki sayılar katsayıların standart hatalarıdır. *: %10, **: %5, ***: %1 önem derecesinde anlamlı sonuçları ifade etmektedir.

Seriler için uygulanan GARCH(1,1) sonuçları incelendiğinde %1 önem seviyesinde varyans denklemi içindeki sabit terim, oynaklığın değerli madenlerin getirilerinde meydana gelen anlık şoklara tepkisini ölçen α_1 ve bir dönem önceki oynaklığın cari dönem için oluşturduğu etkiyi ölçen β_1 katsayıları bütün değerli maden modellerinde anlamlıdır. Varyans denklemi içinde belirlenen katsayıların işaretleri pozitif olduğundan dolayı varyansın negatif olmama şartı sağlanmaktadır.

GARCH modellerinde durağanlığın sağlanması için gerekli olan $\alpha + \beta < 1$ koşulu kurulan bütün değerli maden modelleri için sağlanmıştır. Ortalama denklemi içinde küresel krizi etkisini belirleyen kukla değişkeni, sadece altın için kurulan modelde anlamlı bulunmuştur. Varyans denklemi incelendiğinde ise kukla değişken, altın ve gümüş için kurulan modellerde %5, paladyum için kurulan modelde %1 önem derecesinde anlamlı bulunmuştur. Kurulan modellerin nihai geçerliliğinin belirlenmesi için modellerin ARCH etkisi taşıyıp taşımadığının ve otokorelasyona sahip olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 26'da GARCH(1,1) modeline yapılan ARCH-LM testinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 26: GARCH(1,1)'in (ARCH-LM) ve Otokorelasyon (Q^2) Testi

	Gecikme Sayısı	Test İstatistiği	ARCH-LM Prob. Değeri	Q^2	Q^2 Prob D.
ALTIN	1	0.2567	0.6124	0.2568	0.612
	2	2.8348	0.2423	2.8453	0.241
	4	5.2386	0.2637	5.2929	0.259
	12	11.6020	0.4782	11.932	0.451
	24	15.2525	0.9132	15.975	0.889
	36	21.6693	0.9716	22.797	0.957
GÜMÜŞ	1	6.7637	0.009	11.054	0.000
	2	6.7713	0.033	11.090	0.003
	4	9.9030	0.042	14.902	0.004
	12	11.3699	0.497	16.566	0.166
	24	21.0117	0.638	23.742	0.476
	36	24.3860	0.929	27.412	0.847
PALADYUM	1	2.225	0.135	2.222	0.136
	2	2.398	0.301	2.380	0.304
	4	3.622	0.459	3.682	0.451
	12	23.016	0.027	22.377	0.034
	24	37.030	0.043	33.799	0.088
	36	44.223	0.163	40.719	0.270
PLATİN	1	1.246	0.264	1.247	0.264
	2	5.462	0.065	5.526	0.063
	4	7.276	0.122	7.194	0.126
	12	14.748	0.255	15.211	0.230
	24	27.451	0.283	28.556	0.237
	36	35.572	0.498	36.488	0.446

Tablo 26’da seriler için kurulan GARCH(1,1) modellerinin hata terimlerine yapılan ARCH-LM testinin sonuçlarına bakıldığında gümüş modeli haricinde 0.05 anlamlılık düzeyinde modellerin kalıntılarındaki hiçbir gecikmede, değişen varyans ve otokorelasyon etkisine rastlanmamıştır. Bu nedenle gümüş serisi hariç diğer seriler için kurulan GARCH(1,1) modeli, seriler için uygun bir modellemedir.

Gümüş serisi için kurulan GARCH(1,1) modelinin hata terimlerine yapılan ARCH-LM ve otokorelasyon testi sonuçlarına bakıldığı zaman ilk gecikme 0.01

önem seviyesinde değişen varyans etkisine sahiptir. İkinci ve dördüncü gecikme için bakıldığında ise; 0.05 önem seviyesinde değişen varyans etkisinin hala devam ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca gümüş serisi için kurulan GARCH(1,1) modelinin hata terimleri birinci, ikinci ve dördüncü gecikmede %1 önem seviyesinde dahi otokorelasyon içermektedir.

Modelin hata terimlerinde meydana gelen değişen varyans ve otokorelasyon etkisinin ortadan kaldırılması için alternatif GARCH modellerinin denenmesi gereklidir. Bu sebeple uygulanan GARCH(1,2) modelinin sonuçları ilgili tabloda verilmiştir.

Tablo 27: Gümüş Serisine Ait GARCH(1,2) Modelinin Sonuçları

Ortalama Denklemi		Varyans Denklemi	
Dummy2	0.0000643 (0.001076)	Dummy2	0.0000108** (0.00000508)
C	0.0000643 (0.000140)	C	0.00000188*** (0.000000532)
AR(1)	0.622051*** (0.002374)	ARCH(1) (α_1)	0.072535*** (0.008143)
AR(2)	-0.996616*** (0.002340)	GARCH(1) (β_1)	0.299103** (0.126937)
MA(1)	-0.732975*** (0.011898)	GARCH(2) (β_2)	0.625376*** (0.122565)
MA(2)	1.063747*** (0.008024)		
MA(3)	-0.112139*** (0.011718)		

Not: GARCH model sonuçlarındaki model katsayıları verilmiştir. Parantez içindeki sayılar katsayılar için standart hatalardır. *%10, **%5, ***%1 önem derecesinde anlamlı sonuçları ifade etmektedir. Parantez içindeki sayılar ise standart hataları ifade etmektedir.

Gümüş serisi için uygulanan GARCH(1,2) model sonuçları incelendiğinde %1 önem seviyesinde varyans denklemindeki sabit terim, anlamlı bulunmuştur. Oynaklığın, değerli madenin getirisinde meydana gelen anlık şoklara tepkisini ölçen α_1 katsayısı %1 önem düzeyinde, bir dönem önceki oynaklığın cari dönem için oluşturduğu etkiyi ölçen β_1 katsayısı, %5 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca iki dönem önceki oynaklığın cari dönemde oluşturduğu etkiyi ölçen β_2 katsayısı ise %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Varyans denkleminde belirlenen katsayıların işaretleri pozitif olduğundan dolayı varyansın negatif olmama koşulu sağlanmıştır. GARCH(1,2) modelinde durağanlığın sağlanması için gerekli olan $\alpha + \beta_1 + \beta_2 < 1$ koşulu, gümüş modeli için sağlanmıştır.

Küresel krizin etkisini gösteren kukla değişken, ortalama denkleminde anlamlı bulunmamasına karşın varyans denkleminde %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur.

Gümüş serisi için denemesi yapılan GARCH(1,2) modeli katsayı anlamlılığı ve teorik kısıtları sağlaması bakımından başarılıdır. GARCH(1,1) modeli ve GARCH(1,2) modeli için model seçim tablosu ilgili tabloda verilmiştir.

Tablo 28: Gümüş Serisi için GARCH Modeli Seçim Tablosu

Modeller	HKT	AIC	SIC	LO	HQ
GARCH(1,1)	2.4554	-5.4610	-5.4489	18535.89	-5.4568
GARCH(1,2)	2.4480	-5.4639	-5.3509	18546.83	-5.3694

Not: Kalın yazı tipiyle gösterilen rakamlar iyi uyumu ifade eden seçim kriterleridir.

Tablo 28’de model seçim kriter tablosu incelendiğinde GARCH(1,2) modeli GARCH(1,1) modeline göre HKT, AIC ve LO kriterleri yönünden daha başarılıdır. Ayrıca model durağanlık varsayımı sağladığı için GARCH(1,2) modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen GARCH(1,2) modelinin hata terimlerinde değişen varyansın ve otokorelasyonun olup olmadığının belirlenmesi gereklidir. Bu bağlamda gümüş serisi için kurulan GARCH(1,2) modeline, ARCH-LM değişen varyans testi ve Otokorelasyon (Q^2) testi uygulanıp en uygun model belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 29: Gümüş Serisi için GARCH(1, 2) Modeline Yapılan ARCH-LM Testi.

Gecikme Sayısı	Test İstatistiği	ARCH-LM Prob. Değeri	Q^2	Q^2 Prob. Değeri
1	3.486	0.061	3.489	0.062
2	4.316	0.115	4.399	0.111
4	6.702	0.152	6.740	0.150
12	8.267	0.763	8.319	0.760
24	16.386	0.873	16.850	0.855
36	19.910	0.986	20.563	0.981

Gümüş serisi için seçilen GARCH(1,2) modelinin hata terimlerine yapılan değişen varyans ve otokorelasyon testleri sonucunda modelin hata terimlerindeki değişen varyans ve otokorelasyon etkisinin giderildiği belirlenmiştir. Bu nedenle gümüş serisi için en uygun model olarak GARCH(1,2) modeli seçilmiştir.

SONUÇ

Yatırımcıların portföy oluşturma sürecinde oynaklığın tespit edilmesi oldukça önemli bir konu olmaktadır. Değerli madenlerin fiyatlarında oluşan oynaklık şiddetinin tespit edilmesi yatırımcının ileriye dönük pozisyon almasında önem arz etmekle birlikte alınacak pozisyonun vadesi bu oynaklık tespitiyle mümkün olmaktadır. Riski seven ya da riskten kaçınan yatırımcı portföyüne alabileceği değerli madenler, bu oynaklık belirlenmesi ile birbirinden ayrılmaktadır. Getiri oranları arasında negatif korelasyon olan yatırım araçları riski sönümleyici etki yaptığı için portföy oluşturma sürecinde yatırımcıların birbiri ile negatif ilişki içinde olan yatırım araçlarını portföylerine dahil etmesi önemli bir unsurdur.

Değerli madenlerin getirilerinde meydana gelen riskin, oynaklığın ve oynaklık kırılmalarının hesaplanması, madenlerin yoğun kullanıldığı sanayi dalları, merkez bankaları, politika yapıcılar ve yatırımcı açısından büyük önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada 02.04.1990 – 02.02.2017 tarihleri arasında değerli madenlerin (altın, gümüş, paladyum ve platin) günlük kapanış fiyatları ele alınıp ilgili değişkenlerin oynaklığı ARCH ve GARCH modellemeleri ile incelenmiştir. Ayrıca incelenen örneklem içinde meydana gelen finansal krizlerin değerli madenlerin oynaklığı üzerinde yarattığı etkiler incelenmiştir. Serilerin durağanlığı test edilmiş, hiçbir değerli maden serisinin düzey seviyesinde durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Logaritmik birinci farkı alınarak durağan hale getirilen değişkenler değerli maden getiri serisine dönüştürülmüştür. Seriler için Box-Jenkins yaklaşımı uygulanarak en uygun ARIMA modelleri elde edilmiştir. Elde edilen ARIMA modellerinin hata terimlerine yapılan değişen varyans testinin anlamlı çıkması nedeniyle Otoregresif Koşullu Değişen Varyans modellerinin kullanılabileceği belirlenmiştir. Box-Jenkins yaklaşımı ile bulunan ARIMA modelleri GARCH modellerinin ortalama denklemlerini oluşturmuştur.

Değerli madenlerin krizlerde sergilediği oynaklığın belirlenmesi amacıyla iki farklı GARCH modellemesi kurulmuştur. İlk model Asya krizinin etkisini kukla değişken aracılığıyla inceleyen model, ikinci model ise küresel krizin etkisini inceleyen model olmuştur. Asya krizinin incelendiği modelde paladyum ve gümüş

için anlamlı sonuçlara ulaşılsa da model GARCH modellemesinin teorik kısıtlarını sağlayamamıştır.

Küresel krizin etkilerini belirlemek amacıyla kurulan GARCH modeli Asya krizi için kurulan modelde göre teorik kısıtları karşılama ve modellerin anlamlılığı yönünden daha başarılı olmuştur. Parametrelerinin toplamının birden küçük olması teorik varsayımları karşılamıştır. Bu çerçevede belirlenen GARCH modellerinin hata terimlerinde değişen varyans ve otokorelasyon sorunu ile karşılaşılmamıştır.

Küresel krizin etkisinin incelendiği modelde altın, gümüş ve paladyum için kurulan GARCH modellerinde küresel krizi ifade eden kukla değişkeni varyans denkleminde anlamlı bulunmuştur. 2007 küresel kriz altın, gümüş ve paladyum serilerinin oynaklığında ciddi bir etkiye sebep olmuştur. Küresel krizin değerli madenlerde yarattığı etkinin belirlenmesi için kurulan GARCH modellemesine bakıldığında model parametreleri toplamalarının 1'e oldukça yakın, fakat 1'den daha küçük oldukları görülmektedir. Uygulanan modellerin parametre toplamalarının 1'e çok yakın olması oynaklık kalıcılığının yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca değerli madenlerin getirilerinde meydana gelen geçmiş dönemdeki şokların cari dönemdeki oynaklık üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum sonucunda yatırımcıların oynaklığın oldukça yüksek olduğu kriz dönemlerinde portföylerinde bulundurdıkları kıymetli madenleri ayrıştırması gerekmektedir.

Altın ve gümüş madeni küresel kriz döneminde en çok etkilenen madenlerdir. Çünkü varyans denkleminde küresel krizi ifade eden kukla değişkenin %5 önem düzeyinde anlamlı olan iki model altın ve gümüş için kurulan model olarak bulunmuştur. Bu bağlamda altın ve gümüş madeninin kriz dönemlerinde sergilediği benzer oynaklık davranışları dikkat çeken bir bulgu olmaktadır. Paladyum madeni için %10 önem düzeyinde küresel krizin paladyum madeninin getiri oynaklığı üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Küresel krizden etkilenmeyen tek değerli maden platin olarak bulunmuştur. Kriz döneminde yatırımcıların diğer madenlere göre daha az oynaklığa sahip olan bir değerli maden olarak platin madeninin portföylerindeki ağırlığını arttırması yerinde bir tercih olabilir.

Sonuç olarak altın ve gümüş madeni sergiledikleri paralel davranışlarla aynı portföyde yer almasının yatırımcı açısından, portföy ayrıştırmasına ve riskin azaltılmasına olumlu bir katkı sağlamayacaktır. Platin ve paladyum madenleri portföydeki riski sönümlemek için iyi bir ayrıştırıcı olabilir. Yatırımcının bu

bağlamda birbirinden farklı özellikler sergileyen altın-platin ya da paladyum-gümüş gibi yatırım araçlarını aynı portföyde konumlandırması yatırımcıya risk ayrıştırması açısından avantaj sağlayabilmektedir.



KAYNAKÇA

Aizenman, J. ve Inoue, K. (2013). Central banks and gold puzzles. *Journal of the Japanese and International Economies*, 69-90.

Akbank. (2017). *Altın Fonu*.

<http://www.akbank.com/tr-tr/urunler/Sayfalar/altin-fonu.aspx>, (24.10.2017)

Akgül, I. (2003). *Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri*. İstanbul: Der Yayınları.

Anadolu Ajansı. *Altın kazanç kapısında sona gelindi*. Hürriyet. <http://www.hurriyet.com.tr/altin-kazanc-kapisinda-sona-gelindi-40502486>, (24.08.2017).

Antonakakis, N. ve Kizys, R. (2015). Dynamic spillovers between commodity and currency markets. *International Review of Financial Analysis*, 303-319.

Arouri, M. E. H., Lahiani, A. ve Nguyen, D. K. (2015). World gold prices and stock returns in China: insights for hedging and diversification strategies. *Economic Modelling*, 44, 273-282.

Balcilar, M., Hammoudeh, S. ve Asaba, N. A. F. (2015). A regime-dependent assessment of the information transmission dynamics between oil prices, precious metal prices and exchange rates. *International Review of Economics & Finance*, 40, 72-89.

Batten, J. A., Ciner, Ç. ve Lucey, B. M. (2010). The macroeconomic determinants of volatility in precious metals markets. *Resources Policy*, 65-71.

Baur, D. G. ve McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking and Finance*, 1886-1998.

Borsa İstanbul (2017). *Kıymetli madenler*. <http://www.borsaistanbul.com/urunler-ve-piyasalar/piyasalar/kiymetli-madenler-ve-kiymetli-taslar-piyasasi>, (20.07.2017)

Box, G. E., Box, G. E., Reinsel, G. C. ve Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Hooboken: Wiley.

Britanica. (2017). *Platinum*.
<https://www.britannica.com/science/platinum>, (26.07.2017).

Brooks, C. (2014). *Introductory Econometrics For Finance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cochran, S. J., Mansur, I. ve Odusami, B. (2012). Volatility persistence in metal returns: A FIGARCH approach. *Journal of Economics and Business*, 64(4), 287-305.

Council, N. B. (1980). *Supply and Use Patterns for the Platinum-Group Metals*. Washington D.C.: National Academy of Sciences.

Cragg, J. G. (1982). Estimation and Testing in Time-Series Regression Models with Heteroscedastic Disturbances. *Journal of Econometrics*, 1(20), 135-157.

Cromwell, J. B., Labys, W. C. ve Terraza, M. (1994). *Univariate Tests For Time Series Models*. Iowa: Sage Publications, Inc.

Çelikdemir, N. Ç. ve Çetin, A. (2015, 12 1). Altın Bankacılığı ve Altın İşlemlerinin Muhasebeleştirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, s. 31.

Çıtak, S. (2006). *Altın (24 Ayar'ın Hikayesi)*. Ankara: Destek Yayınları.

Daly, K. (2011). An Overview of the Determinants of Financial Volatility: An Explanation of Measuring Techniques. *Modern Applied Science*, 5(5), 46-63.

Darst, D. M. (2013). *Portfolio Opportunities in Precious Metals*. New Jersey: Wiley.

Dunwiddie, A. (2008). *How To Invest In Gold And Silver*. California: Ad Publishing.

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987-1007.

Engle, R. F., Ito, T. ve Lin, W.-L. (1990). Meteor showers or heat waves? Heteroskedastic intra-daily volatility in the foreign exchange market. *Econometrica*(58), 525-542.

European Communities. (1996). *Commission Decision of 24 April 1996*. http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m619_en.pdf, (01.08.2017).

Ezzati, P. (2013). Analysis of volatility spillover effects: Two-stage procedure based on a Modified GARCH-M. *University of Western Australia* 13.29.

Fisher, R. D. (2004). *Macroeconomics*. Australia: McGraw-Hill.

Ganz, D. L. (2011). *The Essential Guide to Investing in Precious Metals*. Iola: Krause Publications Inc.

Garanti Bankası. (2017). *Emtia Fonları*.<https://www.garanti.com.tr>, (24.10.2017).

Garanti Bankası. (2017). *Birikimli Altın Hesabı*. https://www.garanti.com.tr/tr/bireysel/mevduat_ve_yatirim/birikim/birikimli_altin_hesabi.page, (24.08.2017).

Goodhart, C. A. ve O'Hara, M. (1997). High frequency data in financial markets: Issues and applications. *Journal of Empirical Finance*, 4, 73-114.

Gotthelf, P. (2005). *Precious Metal Trading*. New Jersey: wiley.

Guggenheim Investments. *Rydex Funds*

<https://www.guggenheiminvestments.com>, (23.10.2017).

Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics*. NewYork: The McGraw-Hill Companies.

Hagin, R. (1979). *Modern Portfolio Theory*. New York: The Dow-Jones-Irwin Guide.

Hammoudeh, S. M., Yuan, Y., McAleer, M. ve Thompson, M. A. (2010). Precious metals–exchange rate volatility transmissions and. *International Review of Economics and Finance*, 633-647.

Hammoudeh, S. ve Yuan, Y. (2008). Metal volatility in presence of oil and interest rate shocks. *Energy Economics*, 606-620.

Hazine Müsteşarlığı (2017). *Duyurular*.<https://www.hazine.gov.tr/tr-TR/Anasayfa>, (20.10.2017).

Ismail, M. T., Abdullah, N. A. ve Karim, S. A. (2013). Impact of Global Financial Crisis on Precious Metals Returns: An Application. *National Symposium on Mathematical Sciences* (s. 1116-1121). Putrajaya: AIP Publications.

İstanbul Altın Borsası. (1998). *Türk Finans Sektöründe İstanbul Altın Borsası*. İstanbul: İAB Eğitim Yayınları.

İstanbul Altın Borsası. (1999). *Kıymetli Madenler ve Piyasaları*. İstanbul: Rota Yayınları.

İstanbul Altın Borsası. (2000). *Dünyada ve Türkiye’de Altın, Gümüş, Platin ve Paladyum*. İstanbul: İstanbul Altın Borsası Yayınları.

İş Bankası. *İş Portföy Altın Fonu* <https://www.isbank.com.tr/TR/bireysel/yatirim-urunleri/yatirim-fonu/altin-fonu/Sayfalar/altin-fonu.aspx> (24.10.2017).

Johnson Matthey. (2012). *Platinum 2012*. Hertfordshire: Johnson Matthey Publishing.

Jonhson Matthey.(2017). *Platinum Group Market Report*. <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/pgm-market-reports>, (22.08.2017).

Kaplan, K. (2004). *Türkiye’de Kuyumculuk ve Altının*. Ankara: TBMM yayınları.

Kennedy, P. (1998). *A Guide to Econometrics*. Cambridge: The MIT Press.

Kennedy, P. (2008). *A Guide to Econometrics*. Malden, USA: Blackwell Publishing Ltd.

Kırkkulak-Uludağ, B. ve Lkhamazhapov, Z. (2017). Volatility Dynamics of Precious Metals: Evidence from Russia. *Finance a úvěr-Czech Journal of Economics and Finance*, 300-3017.

Kirkemo H. , Newman W. L. , Ashley R. P. (2007). A brief history of Gold Uses, Prospecting, Mining and Production <http://geology.com/usgs/gold/>. (16.07.2017).

Kwiatkowski, D. , Phillips, P. C. , Schmidt, P. ve Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, 54(1-3), 159-178.

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

Mladjenovic, P. (2008). *Precious Metals Investing for dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Mohide, T. P. (1992). *The international silver trade*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.

Öz, E. ve Fidan, A. (2013). Türkiye’de Altın Bankacılığı Faaliyetleri ve Vergilendirilmesi. *Maliye Dergisi*, 1(164), 120-130.

Palladium. (2017). <http://www.agiboo.com/commodity-knowledge-center/commodities/palladium/>. (22.08.2017).

Phillips, P. C. ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.

Pindyck, R. ve Rubinfeld, D. (1997). *Econometric Models and Economic Forecasts* (4th edition b.). London, England: McGraw-Hill.

Platinum.(2017). http://www.etymonline.com/index.php?allowed_in_frame=0&search=platinum. (26.07.2017).

Platinum investment. (2017). *Historic Platinum Supply and Demand*. <https://www.platinuminvestment.com/supply-and-demand/historic-data>, (27.07.2017).

Pohl, W. L. (2011). *Economic Geology: Principles and Practice*. New Jersey: Wiley-Blackwell.

Poon, S.-H. (2005). *A Practical Guide to Forecasting*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Poon, S.-H. ve Granger, C. (2005). Practical Issues in Forecasting Volatility. *Financial Analysts Journal*, 1(61), 45-56.

Quandl. (2017). *Silver Price*. <https://www.quandl.com/data/LBMA/SILVER-Silver-Price-London-Fixing>, (25.07.2017).

Quandl. (2017). *Platinum Price*. <https://www.quandl.com/data/JOHNMATT/-PLAT-Platinum-Prices> (25.07.2017).

Sarı, R., Hammoudeh, S. ve Soytas, U. (2010). Dynamics of oil price, precious metal prices, and exchange rate. *Energy Economics*, 351-362.

Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2005). *Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Nobel.

Shao, M. (2013). *Electrocatalysis in Fuel Cells A Non- and Low- Platinum Approach*. London: Springer.

Sieron, A. Investment Potential Platinum and Palladium. *Futures*: <http://www.futuresmag.com/2017/07/28/investment-potential-platinum-and-palladium> (22.11.2017)

Silver Institute. (2017). *Supply and Demand*. <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-demand/>. (26.07.2017).

Silver Institute. (2017). *Silver Production*. <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/silver-production/>. (26.07.2017).

Silverinstitute. (2016). *World Silver Supply and Demand*.
<https://www.silverinstitute.org/site/wp-content/uploads/2011/07/WSS2015S-D.jpg>,
(06.03.2016).

Spall, J. (2009). *Investing in Gold: The Essential Safe Haven Investment for Every Portfolio*. New York: McGraw-Hill .

SPK. (2017). *Menkul Kıymet Yatırım Fonları: SPK*. Sermaye Piyasası Kurulu:
<http://www.spk.gov.tr/Sayfa/AltSayfa/253>, (23.10.2017).

Şensoy, A. (2013). Dynamic relationship between precious metals. *Resources Policy*, 4(38), 504-511.

Thomsonreuters. (2017). *Gold Industry Developments*.
<https://blogs.thomsonreuters.com/answeron/gold-industry-developments-changes-last-50-years/>, (14.07.2017).

Tocqueville Fund. (2017). <http://www.tocquevillefunds.com>, (23.10.2017)

Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

U.S. News. (2017). *Precious Metals Stocks* U.S.
<https://money.usnews.com/investing/stocks/precious-metals>, (22.10.2017).

Vanguard Fund. (2017). <https://personal.vanguard.com>, (23.10.2017).

Vermaak, C. F. (1995). *The Platinum-Group Metals: a Global Perspective*. Randburg, South Africa: Mintek.

Vivian, A. ve Wohar, M. E. (2012). Commodity volatility breaks. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 22, 395-422.

Weiss, A. A. (1984). ARMA models with ARCH errors. *Journal of Time Series Analysis*, 5 (2), 129-143.

World Gold Council. (2017). *Gold Data*. <http://www.gold.org/data>, (01.08.2017).

World Gold Council. (2017). *Gold Reserves*.

<http://www.gold.org/research/latest-world-official-gold-reserves>, (24.08.2017).

World Gold Council. (2017). <http://www.gold.org/about-gold/gold-supply/gold-mining/how-much-gold-has-been-mined>, (14.07.2017).

YapıKredi. (2017) *Altın Fonu*. <https://www.yapikredi.com.tr/yatirimci-kosesi/fon-bilgileri/YFBA1>, (24.10.2017).

Ziraat Bankası. (2017). *Ziraat Portföy Altın Katılım Fonu*. <http://www.ziraatportfoy.com.tr>, (24.10.2017).

Zivot, E. (2013). *A Primer on Asymptotics: Time Series Concepts (Lecture Notes on Econometric Theory I)*. 1-33.