

PLATİN GRUBU KIYMETLİ METALLER İÇİN DOW JONES SANAYİ ENDEKSİ
ETKİLEŞİMİNİN REJİMLERE DAYALI ANALİZİ¹Samiye EKİM DERTLİ²
Ayben KOY³

Öz

Doğada nadir bulunmasına karşılık kullanım alanlarının fazla olması özellikle de endüstriyel katkısı nedeniyle uluslararası piyasalarda işlem gören en önemli dört kıymetli metalin iki tanesini platin grubu metaller olan platin ve paladyum oluşturmaktadır. Çalışmada, platin grubu kıymetli metallerden platin ve paladyum için Dow Jones Sanayi Endeksi etkileşimi rejimlere dayalı analizle araştırılmaktadır. Bu endeks, New York Borsası'nda işlem gören Endüstriyel Ortalama Endeksi veya Mavi Çiçli Endeks olarak da bilinmekte ve sektörde önde gelen 30 şirketin hisselerinden oluşmaktadır. Yatırımcılar, riski azaltmak üzere portföylerini çeşitlendirirken kıymetli metal piyasalarında da işlem gerçekleştirmektedir. 02 Ocak 2009 – 13 Aralık 2018 tarihleri arasında günlük kapanış fiyatları üzerinden elde edilen logaritmik fark serileriyle Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Analizi gerçekleştirilmektedir. Her iki kıymetli metal için de endeks etkileşimi üç farklı rejimde izlenmektedir. Daralma, ılımlı büyüme ve genişleme rejimlerine bağlı değişimi gösteren kanıtlara göre, platin ve paladyum Dow Jones Sanayi Endeksine en yüksek tepkiyi, piyasa daralma rejimindeyken vermektedir.

Anahtar Kelimeler

Dow Jones Sanayi Endeksi
Kıymetli Metal Piyasaları
Markov Rejim Değişim Modeli

JEL Sınıflandırması

C58, G10, G15

Makale Hakkında

Araştırma Makalesi
Gönderim Tarihi: 12.03.2020
Kabul Tarihi: 02.05.2020
E-Yayın Tarihi: 26.05.2020THE REGIME BASED ANALYSIS FOR INTERACTIONS OF DOW JONES
INDUSTRIAL INDEX AND PLATINUM GROUP OF PRECIOUS METALS

Abstract

Although it is rare in nature, two of the most important four precious metals traded in international markets are platinum group metals, platinum and palladium. In this study, the interaction of Dow Jones Industrial Index for platinum and palladium is investigated by regime based analysis. This index is also known as the Industrial Average Index or Blue Chip Index traded on the New York Stock Exchange and consists of the shares of 30 leading companies in the sector. Investors trade in precious metal

Keywords

Dow Jones Industrial
Precious Metal Markets
Markov Switching Model

JEL Classification

C58, G10, G15

¹ Bu çalışma 9-12 Ekim 2019 tarihlerinde Antalya' da gerçekleştirilen 23. Finans Sempozyumu' nda sözlü sunulduktan sonra makale formatına revize edilmiştir.

² Dr. Öğr. Üyesi, İskenderun Teknik Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası İşletmecilik ve Ticaret Bölümü, samiye.ekimdertli@iste.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4904-4373>

³ Doç. Dr, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, Akoy@ticaret.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2506-6634>

markets while diversifying their portfolios to reduce risk. Between 02 January 2009 – 13 December 2018, Markov Switching Vector Autoregressive Analysis is performed with logarithmic difference series obtained from daily closing prices. Index interaction for both precious metals is monitored in three different regimes: contraction, moderate growth and expansion. According to the evidences on the regimes relationship changes, similar to platinum and palladium, the highest response to the Dow Jones Industrial Index when the market is in the contraction regime.

Article Info

Research Article

Received: 12.03.2020

Accepted: 02.05.2020

Online Published: 26.05.2020

1.Giriş

Kıymetli metal fiyatlarındaki dalgalanmalar, iç faktörlerin yanı sıra dünya piyasalarındaki uluslararası hareketlerden de kaynaklanabilir. Piyasalar daha entegre hale geldikçe ve yabancı yatırımcılar gelişmekte olan ekonomilerin finansal piyasalarını izledikçe, fiyat seviyeleri uluslararası faktörlere karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin hammaddelere olan yüksek talebi ile uluslararası metal piyasaları, kıymetli metal talebinin de arttığını göstermektedir (Chen, 2010). Bu durum, yatırımcılar tarafından kıymetli metal varlıklarına dayanak olan finansal araçlar için de tercih nedeni olmaktadır.

Yatırımcılar, risklerini en aza indirmek amacıyla portföylerindeki varlık türlerinin sayısını yükselterek, çeşitlendirmeye başvururlar. Çeşitlendirme başarılı gerçekleştirildiğinde risk azalmakta hatta yok edilebilmektedir. Markowitz (1952)' e göre; aynı getiriyi sağlayan portföylerden riski daha düşük olan portföyün, aynı risk düzeyindeki portföylerden de getirisi daha yüksek portföyün tercih edilmesi gerekmektedir. Risk ve getiri dengesini kurabilmek için alternatif yatırım araçlarından yararlanmak gerekmektedir.

Kıymetli metaller olarak alternatif araçlar altın, bakır, gümüş, platin ve paladyumdur. Yüksek ekonomik değere sahip olan bu emtialar, geçmişte para kadar öneme sahip olsalar da bugün daha çok yatırım aracı olarak ya da endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır. Altının özellikle ekonomik dalgalanmaların yoğun olduğu zamanlarda artan talebi ve yatırımcılar tarafından daima güvenilir bir liman olarak görüldüğü bilinmektedir.

Teknolojik gelişmelere, özellikle elektronik sanayinin büyümesine bağlı olarak bu metallerin kullanım miktarı ve alanı her geçen gün artmaktadır. Özellikle Platin grubu

kıymetli metallerin (PGM) endüstriyel kullanımını oldukça yaygındır. Bu durumun başlıca sebepleri; iletkenlik, özgül ağırlık, yüzey şartlarında kimyasal etkilere karşı direnç, ergime ve kaynama noktalarının yüksekliği, sertlik gibi teknolojik özellikleridir (Temur, 1997). PGM bileşiminde ise rutenyum, rodyum, paladyum, osmiyum, iridyum ve platin yer almaktadır. Dünya çapında nadir olması ve kullanım alanlarının çokluğu sebeplerinden Platin ve Paladyum, diğer bileşenlerden daha fazla önem arz etmektedir.

Endüstriyel Endeks denilince ilk akla gelen ve yabancı yatırımcıların ilgi odağı olan Dow Jones Sanayi Endeksi, Endüstriyel Ortalama Endeksi veya Mavi Çipli Endeks olarak bilinmekte ve sektörde önde gelen 30 şirketin hisselerinden oluşmaktadır. ABD’ de lider şirketlerin performanslarını gözlemlemeyi sağlayan endeks, New York Borsası’nda işlem görmektedir. Örneğin; lider bir havacılık şirketi olan ve ticari jet uçakları geliştiren, üreten, pazarlayan ve ilgili destek hizmetlerini ticari havayolu sektörüne sunan Boeing Şirketi bu endekste yer almaktadır (<https://tr.investing.com/>, Haziran 2019).

Bu çalışmada uluslararası yatırım alternatiflerini kıyaslayabilmek, portföy çeşitlendirmelerini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmek ve rejimler bazında olasılıklarla yatırımcılara sunulması amaçlanmaktadır. Dow Jones Sanayi Endeksi (DJI) ile Platin – Paladyum arasındaki etkileşim, finansal zaman serilerinin özelliklerini de göz önüne alarak, doğrusal olmayan modellerle analiz edilmektedir.

Çalışmanın literatür bölümünde kıymetli metaller kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalara değinilmekte ve uygulama bölümünde Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Modeline (MS VAR), veri setinin özelliklerine, uygulanan dönüşümlere ve analiz çıktılarına yer verilmektedir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulguların ne ifade ettiğine ve gelecek çalışmalar için önerilere yer verilmektedir.

2. Literatür

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde, kıymetli metalin altın olduğu ve kıymetli metaller piyasası araçlarının çoğunlukla doğrusal modeller ve makroekonomik verilerle ilişkilendirilerek analiz edildiği çalışmaların (Simpson vd., 2007; Batten vd., 2010; Hammoudeh vd., 2010; Hammoudeh vd., 2011; Şensoy 2013; Çelik ve Başarır 2017) en

çok araştırılan konular olduğu görülmektedir. Doğrusal olmayan model kullanan çalışmalar az sayıda olup (Charlot ve Marimoutou 2014; Koy ve Çetin 2016; Koy vd. 2017; Çelik ve Başarır 2018; Gazel 2018) son yıllarda yayımlanmıştır.

Dört kıymetli metalin (altın, gümüş, platin ve paladyum) fiyat değişkenliğini, Ocak 1986- Mayıs 2006 dönemi için aylık verilerle inceleyen Batten vd., (2010), modelde kullandığı çeşitli makroekonomik değişkenlerden yalnızca altın için parasal değişkenlerin etkisine ulaşmıştır. Sonuçlar, kıymetli metallerin tek bir varlık sınıfı olarak kabul edilemeyecek kadar birbirinden farklı olduğunu göstermektedir Doğrusal olmayan yapıdaki modellerde makroekonomik veriler ile analiz gerçekleştirildiğinde ağırlıklı olarak iki rejimli sonuçlara ulaşılırken, finansal zaman serileriyle yapılan çalışmalarda üç rejimli modeller öne çıkmaktadır.

Kıymetli metallerin diğer finansal varlıklarla ilişkilerini doğrusal yöntemlerle inceleyen çalışmalar arasında Simpson vd., (2007) altın, gümüş ve platin fiyatlarının; enflasyon, nominal efektif faiz oranı, 3 aylık hazine bonusu faizleri, dünya altın rezervi ve S&P Emtia Endeksi değişkenleriyle ilişkisini 1976 ve 2007 yılları arası dönemde incelemiştir. Bulgulara göre enflasyon, altın ve gümüş fiyatlarını ve nominal efektif faiz oranı da sadece altın fiyatlarını yüksek oranda etkilemektedir. Çelik ve Başarır (2017) gerçekleştirdiği analizde kullandığı değişkenler için yapay sinir ağları ile fiyat tahminleme ve sonrası dönem için de doğrulama yapmıştır. Kıymetli metallerden altın, gümüş, platin ve paladyumu da içeren veri setinde birçok farklı değişken de incelenmiştir.

Metal piyasalarını volatilité modelleri ile inceleyen çalışmalar arasında Hammoudeh vd. (2010), Hammoudeh vd. (2011) ve Şensoy (2013) yer almaktadır. Hammoudeh vd. (2010), çeşitli kıymetli maden endeksleri ile ABD doları/Euro döviz kuru arasındaki volatilité yayılımını VARMA-DCC modeli ile incelemişler ve kıymetli madenlerin döviz kuruna olan volatilité duyarlılığının güçlü olduğunu göstermişlerdir. Hammoudeh vd. (2011), altın, gümüş, platin ve paladyum metallerinin fiyat getirilerinin volatilité ve korelasyon dinamiklerini 1995-2009 dönemi için riske maruz değer yöntemi ile incelemiştir. Çalışmada kıymetli metallerle ilgilenen ve korumacı bir strateji izleyen

portföy yöneticilerinin GARCH modelleri ile riske maruz değeri hesaplayarak portföylerini yönlendirebilecekleri vurgulanmaktadır. Uluslararası kıymetli metal piyasasındaki altın, gümüş, platin ve paladyum için getiri dalgalanmalarını analiz eden Şensoy (2013), 1999 ve 2003 yılları arasında, 2008 krizini de içeren bir model ile verileri incelemektedir. Elde edilen sonuçlara göre kriz altın ve gümüş volatilitesini etkilemezken, platin ve paladyum volatilitelerini pozitif yönlü hareket ettirmektedir. Ayrıca değerli metallerin son on yılda birbirleri ile güçlü bir korelasyon sergiledikleri ve tek bir varlık sınıfı olmaya doğru yakınsama gösterdikleri tespit edilmiştir.

Charlot ve Marimoutou (2014), Koy ve Çetin (2016), Koy vd. 2017, Çelik ve Başarır (2018), Gazel (2018) ve Moralı ve Uyar (2018), kıymetli metal piyasasını doğrusal olmayan modellerle inceleyen çalışmalar arasında yer almaktadır. Charlot ve Marimoutou (2014)'nın çalışması, doğrusal olmayan modellenmenin kullanıldığı çalışmalardan arasında öncü olanlardan biridir. 2005 – 2012 döneminde S&P 500 Endeksi, döviz kuru, ham petrol ve kıymetli metallerden altın, gümüş ve platin değişkenleriyle Markov Rejim Değişim modeli ile iki rejimli bir yapı tespit edilmektedir. Yine aynı modelle iki rejimli (daralma ve genişleme) bulgulara ulaşan Koy ve Çetin (2016), uluslararası metal vadeli işlem piyasasını, Markov Rejim Değişim Otoresif (MS-AR) modelleri ile analiz etmek üzere, altın, gümüş, bakır, paladyum ve platine ait verileri kullanılmıştır.

Koy vd. (2017) çalışmasında, kıymetli metal piyasalarından dört yatırım aracı olan altın, gümüş, platin ve paladyum için; 02 Ocak 2002 – 28 Mart 2016 tarihleri arasındaki günlük veriler üzerinden doğrusal olmayan bir model kurmaktadır. MS-VAR modelinden elde edilen sonuçlar, kıymetli metal piyasasının daralma, ılımlı büyüme ve genişleme olarak üç rejimli hareket ettiğini göstermektedir. Çelik ve Başarır (2018) altın fiyatlarını tahmin etmek için doğrusal olmayan KNEA Algoritmasını kullanmaktadır. Analiz için 04.01.2010 ile 14.12.2015 tarihleri arasındaki altın, gümüş, platin, paladyum, Brent Petrol, doğalgaz, 5, 10 ve 30 yıllık bono, S&P500, Nasdaq, DowJones, FTSE100, DAX, CAC40, SMI, NIKKEI, HANH, SEND ve Euro/Dolar verilerine odaklanılmaktadır. Çalışmanın sonucunda oluşturulan model ile altın fiyatlarının başarılı bir şekilde doğru tahmin edildiği görülmektedir. Aynı yıl yayımlanan diğer bir çalışmada Gazel (2018), en

fazla işlem hacmine sahip olan metallere altın, gümüş ve platinin, BIST 100 Endeksi, faiz ve döviz kuru ile uzun dönemli ilişkisini araştırmaktadır. Analizlerde yapısal kırılmaları dikkate alan Fourier eşbütünleşme testi kullanılmıştır. İncelenen makroekonomik değişkenlerin ve kıymetli metallere uzun dönemde ilişkili olduğu görülmektedir. Ayrıca kullanılan makroekonomik veriler üzerinde en fazla etkili kıymetli metale altın olduğu tespit edilmiştir.

Moralı ve Uyar (2018) da kıymetli madenler piyasasından altın, gümüş, platin ve paladyumu farklı frekanslarda inceleyerek, Etkin Piyasalar Hipotezi' nin varlığını araştırmışlardır. Yatırımcılar, bu varlıkları portföylerinde bulunduruyorsa; bekleme süresi uzadıkça, getirilerin geçmişteki fiyat hareketlerine daha bağımlı hale geldiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen uygulama ile literatürde az sayıda olan doğrusal olmayan model analizlerine katkı sağlanması beklenmektedir.

3. Uygulama

3.1. Veri Seti Özellikleri

Çalışmada kullanılan veriler, 02 Ocak 2009 – 13 Aralık 2018 dönemine ait günlük kapanış değerleri olup erişim kaynağı Tablo 1 üzerinde gösterilmektedir:

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Açıklaması	Verinin Kaynağı
DJI	Dow Jones Sanayi Endeksi	https://www.finnet.com.tr/
PT	Uluslararası Kıymetli Metaller Piyasası Platin Fiyatı (Spot)	https://tr.investing.com/
PD	Uluslararası Kıymetli Metaller Piyasası Paladyum Fiyatı (Spot)	https://tr.investing.com/

Durağan olmayan bir serinin uzun dönem ortalaması olmadığı gibi varyansı da zamana bağlı değişmektedir. Bu nedenle durağan olmayan seriler ile çalışıldığında gözlem değerleri sonsuza giderken serilerin ortalaması ve varyansının sonsuza yaklaşması nedeni ile değişkenler arası tespit edilen ilişkilere güvenilmez. Bu durum sahte regresyon olarak adlandırılmaktadır (Yıldirtan, 2010).

Durağanlık analizleri için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) Testleri hipotezleri şu şekilde kurulmaktadır:

H_0 = Seri birim kök içermektedir. (Durağan değildir.)

H_1 = Seri birim kök içermemektedir. (Durağandır.)

Tablo 2.'deki ADF ve Tablo 3.'deki PP birim kök testleri bir arada değerlendirildiğinde, analizlere logaritmik fark serileri ile devam edilmesinin uygun olduğu ortaya çıkmaktadır Her iki durağanlık testinde de % 95 güven aralığında, logaritmik fark serilerinin olasılık değerleri %5' ten küçük çıkmıştır. H_0 reddedilirken, H_1 kabul edilir. Seriler birim kök içermemekte yani durağandır.

Tablo 2: Augmented Dickey-Fuller Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF					
	Sabit			Sabit + Trend		
	%5 Kritik Değeri	t Değeri	Olasılıklar	%5 Kritik Değeri	t Değeri	Olasılıklar
DJI	-2.862527	-0.197715	0.9363	-3.411654	-2.980776	0.1378
DLDCI	-2.862527	-52.23355	0.0001	-3.411655	-52.22287	0.0000
PD	-0.959559	-0.959559	0.7693	-3.411654	-1.770590	0.7189
DLPD	-2.862527	-48.07824	0.0001	-3.411655	-48.09101	0.0000
PT	-2.862527	-1.182786	0.6841	-3.411655	-3.512816	0.0382
DLPT	-2.862527	-47.00592	0.0001	-3.411655	-47.07941	0.0000

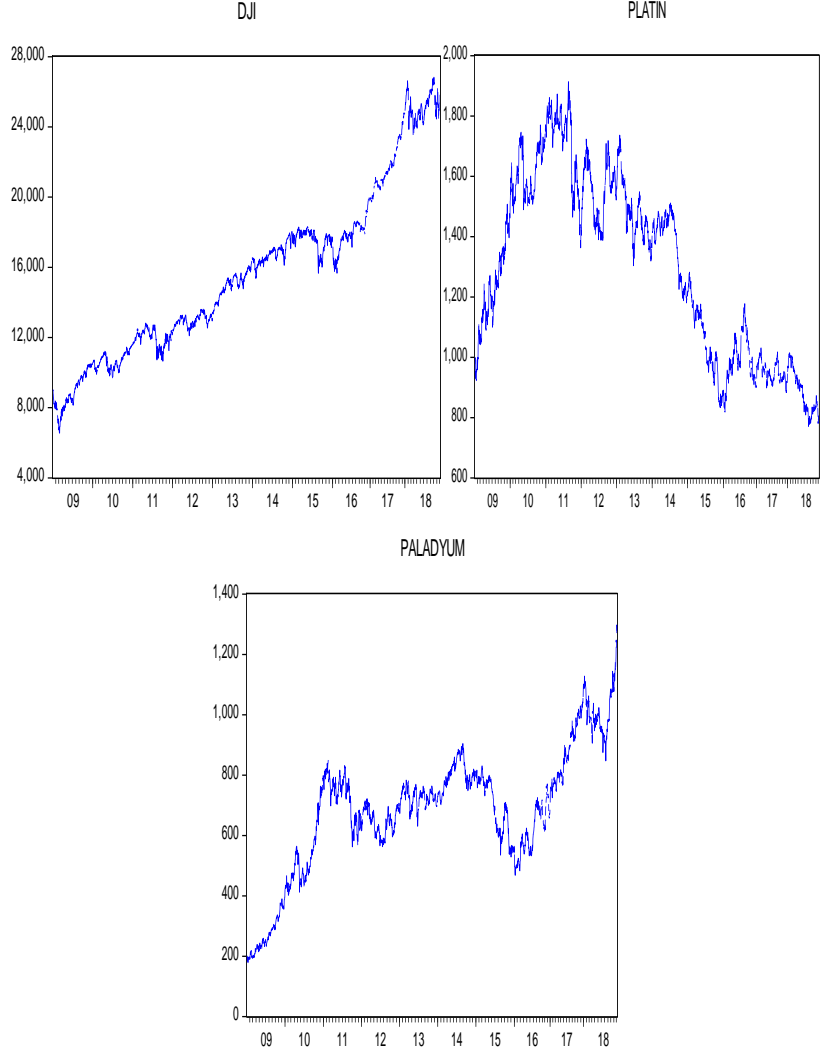
Tablo 3: Phillips-Perron Birim Kök Testi Sonuçları

	PP					
	Sabit			Sabit + Trend		
	%5 Kritik Değeri	t Değeri	Olasılıklar	%5 Kritik Değeri	t Değeri	Olasılıklar
DJI	-2.862527	-0.055303	0.9523	-3.411654	-2.798233	0.1980
DLDCI	-2.862527	-52.28701	0.0001	-3.411655	-52.27621	0.0000
PD	-2.862527	-0.997767	0.7561	-3.411654	-1.836111	0.6869
DLPD	-2.862527	-48.06636	0.0001	-3.411655	-48.08168	0.0000
PT	-2.862527	-1.189128	0.6814	-3.411654	-3.455900	0.0445
DLPT	-2.862527	-47.02313	0.0001	-3.411655	-47.08587	0.0000

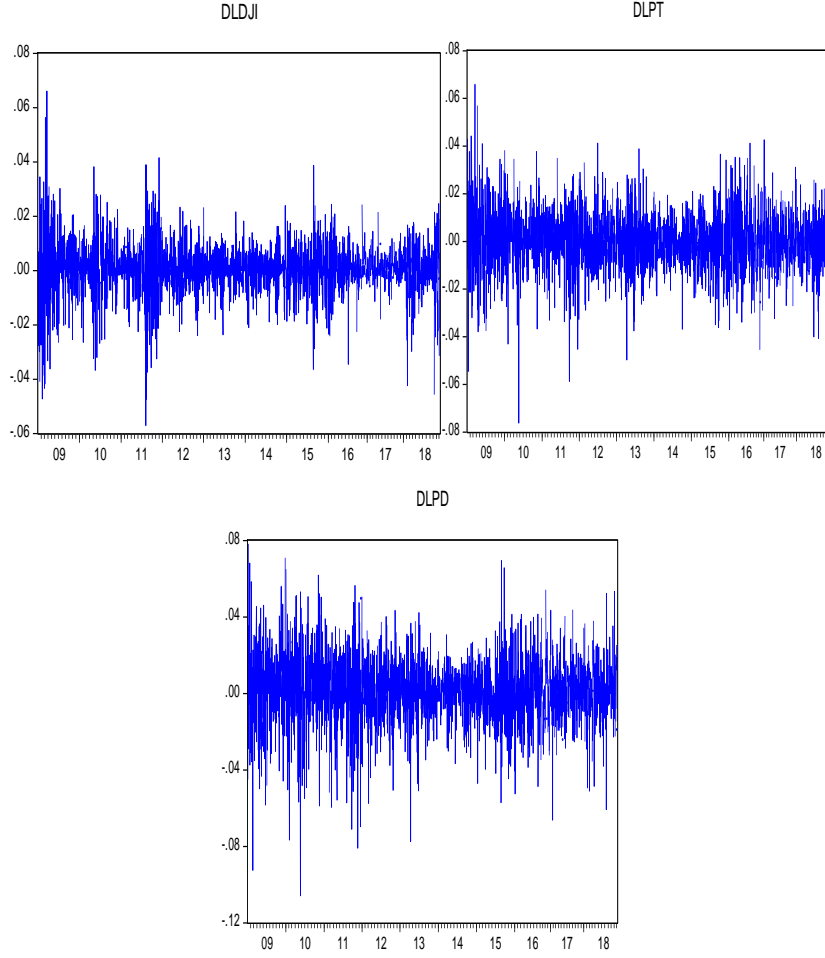
Tüm değişkenler, 1 numaralı formülde belirtildiği gibi logaritmik fark değerlerine dönüştürülerek analize tabi tutulmaktadır:

$$r_t = \ln(y_t / y_{t-1}) \quad [1]$$

Şekil 1: Değişkenlere İlişkin Serilerin Zaman Grafikleri



Şekil 2: Değişkenlere İlişkin Logaritmik Fark Serilerinin Zaman Grafikleri



Değişkenlere ilişkin zaman grafikleri de Şekil 1’ de ve trend etkisinden arındırılan logaritmik fark serilerinin zaman grafikleri Şekil 2’ de verilmiştir.

3.2. Analiz Yöntemi: Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif (MS VAR) Modeli

Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Model, finansal zaman serilerinin özelliklerini yakalayıp, çok sayıda alternatif modeli değerlendirmemizi ve bilgi kriterlerine de bakılarak en uygun modeli seçmemizi sağlamaktadır.

Rejim kavramı, ekonomik konjunktürdeki artış ve azalmalardan ortaya çıkmıştır. Azalışlar, durgun dönemleri göstermekte ve resesyona, daralma, küçülme şeklinde adlandırılabilir. Artışlar da büyümenin pozitif olduğu dönemlerdir ve genişleme

olarak adlandırılmaktadır (Utkulu ve Kahyaoğlu, 2015). Gelişmekte olan ekonomilerde, daralma ve genişlemeler arasında kalan ve sıklıkla karşılaşılan genişlemeye göre daha yavaş – daralmaya göre daha hızlı büyümeyi gösteren, ılımlı büyüme olarak adlandırılan dönemler de mevcuttur.

Vektör Otoregresif Modellerin geçmişine bakıldığında üç farklı model ile karşılaşılmaktadır. İlk model, Doğrusal Vektör Otoregresif olup, sürecin değişkenlerinin arasındaki etkileşimi ve süreci farklılaştıran durumların hareketli yapısını analiz eder. İkinci model, gizli Markov zincirleri (Hidden Markov Chain; Krolzig, 1997: 16) ile kurulan olasılık fonksiyonlarını hesaplar. Üçüncü model ise, Goldfeld ve Quandt (1973) Markov değişim modelleri regresyonlarıdır (Bildirici ve Bozoklu, 2010: 5).

Krolzig (1997) doğrusal olmayan çok değişkenli MS VAR modelini, Hamilton (1989, 1990) tarafından tek değişkenli olarak kurulan modele dayalı geliştirmiştir. Herhangi bir rejim değişimi ile karşılaşıldığında, sürecin parametreleri de rejime bağlı değişebilmektedir (Bildirici vd., 2010: 107).

MS-VAR modellerinin çeşitlerine Tablo 4’ de yer verilmiştir. MS-VAR modelleri, ortalamanın veya sabit terimin rejime bağlı olup olmamasına göre iki ana sınıfa ayrılır. Modelin hata teriminin değişen varyans özelliği taşıyıp taşıyamamasına veya otoregresif parametrelerin rejimlere göre değişip değişmemesine göre çeşitleri mevcuttur. Tablo 4’deki kısaltmalar aşağıdaki gibidir (Krolzig, 1997: 13):

M= Markov rejim değişim ortalaması (**mean**)

S= Rejim kaymaları (**switching**)

I= Markov rejim değişim sabiti (**intercept term**)

A= Markov rejim değişim otoregresif parametresi (**autoregressive parameter**)

H= Markov rejim değişim değişen varyans (**heteroskedasticity**)

Tablo 4: Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Model Çeşitleri

	MSM	MSI
--	------------	------------

MS(M)-VAR(q)		μ değişken	μ sabit	c değişken	c sabit
A_j sabit	Σ sabit	MSM-VAR	Doğrusal MVAR	MSI-VAR	Doğrusal VAR
	Σ değişken	MSMH-VAR	MSH-MVAR	MSIH-VAR	MSH-VAR
A_j değişken	Σ sabit	MSMA-VAR	MSA-MVAR	MSIA-VAR	MSA-VAR
	Σ değişken	MSMAH-VAR	MSAH-MVAR	MSIAH-VAR	MSAH-VAR

Kaynak: (Krolzig, 1997:14; Bildirici vd., 2010: 115)

MS-VAR modelinin en genel biçimi aşağıdaki gibidir:

$$y_t = c(s_t) + [A_1(s_t)y_{t-1} + \dots + A_p(s_t)y_{t-p}] + u_t \quad [2]$$

Markov rejim modelinde, rejimi belirleyen unsur ortalama (M) olduğunda model kısaca MSM(M)-VAR(q) olarak gösterilirken, formülü aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$y_t = \mu(s_t) + A_1(s_t)(y_{t-1} - \mu(s_{t-1})) + \dots + A_p(s_t)(y_{t-p} - \mu(s_{t-p})) + u_t \quad [3]$$

$$u_t \sim \text{NID}(0, \Sigma(s_t))$$

Sabitin, rejimler arasında değiştiiği model kısaca MSI(M)-VAR(q) olarak gösterilir. Bu modelin açık formülü aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$y_t = c(s_t) + A_1(s_t)y_{t-1} + \dots + A_p(s_t)y_{t-p} + u_t \quad [4]$$

Modellerde $\mu(s_t)$, $c(s_t)$, $A_1(s_t)$, $A_2(s_t)$, ..., $A_p(s_t)$ ve $\Sigma(s_t)$, gerçekleşen rejim s_t üzerine μ , v , A_1 , A_2 , ..., A_p ve Σ parametrelerinin bağımlılığını tanımlayan parametre değişim fonksiyonlarıdır. Yumuşak geçişli bir model olup, volatilitiyi de dikkate alan MS-VAR modeli, kısaca MSIH-VAR olarak gösterilip, aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$y_t = c(s_t) + A_1(s_t)y_{t-1} + \dots + A_p(s_t)y_{t-p} + u_t + \sigma_{st} \quad [5]$$

MSIH-VAR modeli, sabit terimle değişen rejim, vektör otoregresif ve değişen varyans özelliklerini bir arada gösterir. Rejimler arası geçişlerin yumuşak olduğu MSI türü bir modeldir. Finansal zaman serilerinde genellikle rejimler arasındaki geçiş yumuşak olup, rejimleri birbirinden ayırmada varyans da önemli bir faktör haline gelmektedir. Örneğin pay piyasalarının ortalama bir büyüme sürecinde olduğu dönemler ile karşılaştırıldığında, geleceğe yönelik iyimser beklentilerin arttığı dönemlerde (boğa piyasası) fiyatlardaki değişimlerin hızlandığı, volatilitenin arttığı gözlenmektedir. Geleceęe yönelik kötümser beklentilerin arttığı dönemler (ayı piyasası) ise iyimser

dönemlere göre volatilitede daha yüksek artışlar göze çarpmaktadır (Koy ve Çetin, 2016, s. 168).

Finansal getirilere ilişkin riski ölçmede, varyans (σ^2) ve standart sapma (σ) en sık kullanılan ölçütler olduğu için önemlidir (Bolak, 2004: 20). Volatilitiyi de gösteren bu ölçütler, zamana bağlı olarak değişkendir. Dolayısıyla finansal zaman serileri de değişen varyans (heteroskedasticity) özelliği gösterirler (Ross, 2009). Rejim değişim modellerinde bu karakteristik, modele “H” harfi kullanılarak eklenmekte, rejim değişimlerini (regime switch / regime shift) ayırt etmek için de varyansa başvurulmaktadır. Boğa piyasasına geçişlerde, volatilitenin iyimser beklentilerle arttığı ve ayı piyasasına geçişlerde, volatilitenin kötümser beklentilerle daha fazla arttığı, varyansın bize genişleme (boğa) ve daralma (ayı) olarak iki ayrı rejim sunduğunu görebiliriz.

3.3. Bulgular

3.3.1. Bilgi Kriterleri Aracılığıyla Uygun Model Seçimi:

OxMetrics programı aracılığıyla gerçekleştirilen Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Model uygulaması, finansal zaman serilerinin özelliklerini yakalayıp, çok sayıda alternatif modeli değerlendirmemizi ve bilgi kriterlerine de bakarak en uygun modeli seçmemizi sağlamaktadır. Rejim sayısı 2 – 3 ve gecikme derecesi 0 – 1 alınan analizde iki zaman serisinin ortak hareketini açıklayan çok sayıda model elde edilmiştir. Bilgi kriterleri çıktılarını da içeren Dow Jones Sanayi Endeksi ve Paladyum Endeksi arasındaki Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Model Analizi sonuçlarına göre, Davies değeri %1’den küçük, 12 adet doğrusal olmayan yapıda ve anlamlı model bulunmuştur. Tablo 5’ de görüldüğü üzere LR doğrusallık test istatistiğine göre MSIH(3)-VAR(1) modeli, açıklama gücü en yüksek (14805.8167) olan modeldir. Bilgi kriterlerine göre değerlendirilirse en düşük (veya mutlak değer olarak en büyük) değerler AIC (-12.1503), HQ (-12.1286) ve SC (-12.0907) bilgi kriterlerine sahip olan MSIH(3)-VAR(1) modelinde yer almaktadır.

Tablo 5: Paladyum Modeli Bilgi Kriterleri

Model (DJI-PD)	Log Olabilirlik	AIC	HQ	SC	LR Doğrusallık	Davies
MSI(2)-VAR(0)	14319.5494	-11.7589	-11.7511	-11.7374	203.2357	0.0000
MSI(3)-VAR(0)	14455.6828	-11.8658	-11.8528	-11.8301	475.5024	0.0000
MSI(2)-VAR(1)	14351.1724	-11.7864	-11.7752	-11.7554	217.7787	0.0000
MSI(3)-VAR(1)	14477.2990	-11.8852	-11.8687	-11.8399	470.0320	0.0000
MSIH(2)-VAR(0)	14700.5952	-12.0745	-12.0641	-12.0459	972.6765	0.0000
MSIH(3)-VAR(0)	14786.3869	-12.1376	-12.1194	-12.0876	1144.2600	0.0000
MSIH(2)-VAR(1)	14720.2740	-12.0874	-12.0735	-12.0492	955.9820	0.0000
MSIH(3)-VAR(1)	14805.8167*	-12.1503*	-12.1286*	-12.0907*	1127.0674*	0.0000
MSM(2)-VAR(1)	14345.6272	-11.7819	-11.7706	-11.7509	206.6884	0.0000
MSM(3)-VAR(1)	14469.5500	-11.8788	-11.8623	-11.8335	454.5340	0.0000
MSMH(2)-VAR(1)	14720.2354	-12.0873	-12.0735	-12.0492	955.9047	0.0000
MSMH(3)-VAR(1)	14805.6918	-12.1502	-12.1285	-12.0906	1126.8175	0.0000

Bilgi kriterleri çıktılarını da içeren Dow Jones Sanayi Endeksi ve Platin Endeksi arasındaki Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Model Analizi sonuçlarına göre, Davies değeri % 1'den küçük, 9 adet doğrusal olmayan yapıda ve anlamlı model bulunmuştur. Tablo 6' da görüldüğü üzere LR doğrusallık test istatistiğine göre MSIH(3)-VAR(1) modeli, açıklama gücü en yüksek (15621.8408) olan modeldir. Bilgi kriterlerine göre değerlendirilirse en düşük (veya mutlak değer olarak en büyük) değerler AIC (-12.8211), HQ (-12.7994) ve SC (-12.7615) bilgi kriterlerine sahip olan MSIH(3)-VAR(1) modelinde yer almaktadır.

Tablo 6: Platin Modeli Bilgi Kriterleri

Model (DJI-PT)	Log Olabilirlik	AIC	HQ	SC	LR Doğrusallık	Davies
MSI(3)-VAR(0)	15294.6889	-12.5604	-12.5474	-12.5246	478.7712	0.0000
MSI(3)-VAR(1)	15315.8119	-12.5744	-12.5580	-12.5292	475.2584	0.0000
MSIH(2)-VAR(0)	15505.4942	-12.7361	-12.7257	-12.7075	900.3818	0.0000
MSIH(3)-VAR(0)	15603.1170	-12.8090	-12.7908	-12.7589	1095.6273	0.0000
MSIH(2)-VAR(1)	15525.1372	-12.7490	-12.7351	-12.7109	893.9090	0.0000
MSIH(3)-VAR(1)	15621.8408*	-12.8211*	-12.7994*	-12.7615*	1087.3161*	0.0000
MSM(3)-VAR(1)	15314.7981	-12.5736	-12.5572	-12.5283	473.2307	0.0000
MSMH(2)-VAR(1)	15525.0758	-12.7489	-12.7351	-12.7108	893.7862	0.0000
MSMH(3)-VAR(1)	15621.6828	-12.8209	-12.7993	-12.7614	1087.0001	0.0000

3.3.2. Modele İlişkin Katsayılar ve Rejim Belirleme: “MSIH(3) VAR(1)”

Modele ilişkin katsayılara bakılarak rejimler netleştirilmektedir. Daralma, ılımlı büyüme ve genişleme olarak üç rejime sahip olan MSIH(3)-VAR(1) modelindeki daralma ve genişleme rejimleri, finans piyasalarındaki ayı (daralma) ve boğa (genişleme) rejimleri olarak da ifade edilebilir. Her iki model için katsayılara göre değişkenler daralma rejiminde negatif, ılımlı büyüme ve genişleme rejimlerinde de pozitif değerler almaktadır. Aynı rejim döneminde endekslerin tepkilerinin benzerliği gözlenmektedir.

Tablo 7: Paladyum Modeli Katsayıları

PALADYUM	dldji	dlpd
Sabit (R1)	-0.001514	-0.000375
Sabit (R2)	0.001111	0.001325
Sabit (R3)	0.000313	0.000413
dldji_1	-0.049937	0.208749
dlpd_1	0.019677	-0.003517
Stand. Hata (R1)	0.018605	0.026241
Stand. Hata (R2)	0.004418	0.012647
Stand. Hata (R3)	0.009534	0.019847

Tablo 8: Platin Modeli Katsayıları

PLATİN	dldji	dlpt
Sabit (R1)	-0.001307	-0.000261
Sabit (R2)	0.001221	0.000628
Sabit (R3)	0.000298	0.000910
dldji_1	-0.051046	0.134819
dlpt_1	0.027042	0.017778
Stand. Hata (R1)	0.018448	0.017552
Stand. Hata (R 2)	0.004117	0.010496
Stand. Hata (R3)	0.009155	0.012192

3.3.3. Modelin Rejimler Arası Geçiş Olasılıkları Matrisi:

Aşağıdaki tablolarda (Tablo 9 – Tablo 10) her rejim döneminden bir diğer rejim dönemine geçiş için olasılık değerleri verilmektedir. Satır ve sütun toplamları 100 değerine eşit olan rejim olasılıklarının dağılımında her iki model için; aynı rejim döneminde sabit kalma olasılıkları %90 seviyelerinin üzerindedir. İkinci ve üçüncü rejimler arasındaki geçişler ise %10 olasılık seviyelerine yaklaşmaktadır. Birinci ve ikinci ile birinci ve üçüncü rejimler arasındaki geçişler karşılıklı olarak çok düşük olasılıklardadır. Modellerdeki ikili değişken setleri yüksek olasılıklarda girdiği rejimde kalmakta ya da düşük olasılıklarda ılımlı büyüme ile genişleme rejimleri arasında geçiş yapmaktadır.

Tablo 9: Paladyum Modeli Rejimler Arası Geçiş Olasılıkları Matrisi

Model	Rejim	R1	R2	R3
MSIH(3)-VAR(1) PALADYUM	R1	0.9733 _{p1}	3.009e-007 _{p12}	0.02665 _{p13}
	R2	0.005136 _{p21}	0.9215 _{p2}	0.07341 _{p23}
	R3	0.002894 _{p31}	0.08383 _{p32}	0.9133 _{p3}

Tablo 10: Platin Modeli Rejimler Arası Geçiş Olasılıkları Matrisi

Model	Rejim	R1	R2	R3
MSIH(3)-VAR(1) PLATİN	R1	0.9686 _{p1}	7.414e-005 _{p12}	0.03136 _{p13}
	R2	0.003348 _{p21}	0.9291 _{p2}	0.06751 _{p23}
	R3	0.006796 _{p31}	0.06284 _{p32}	0.9304 _{p3}

3.3.4. Modelin Rejim Olasılıkları:

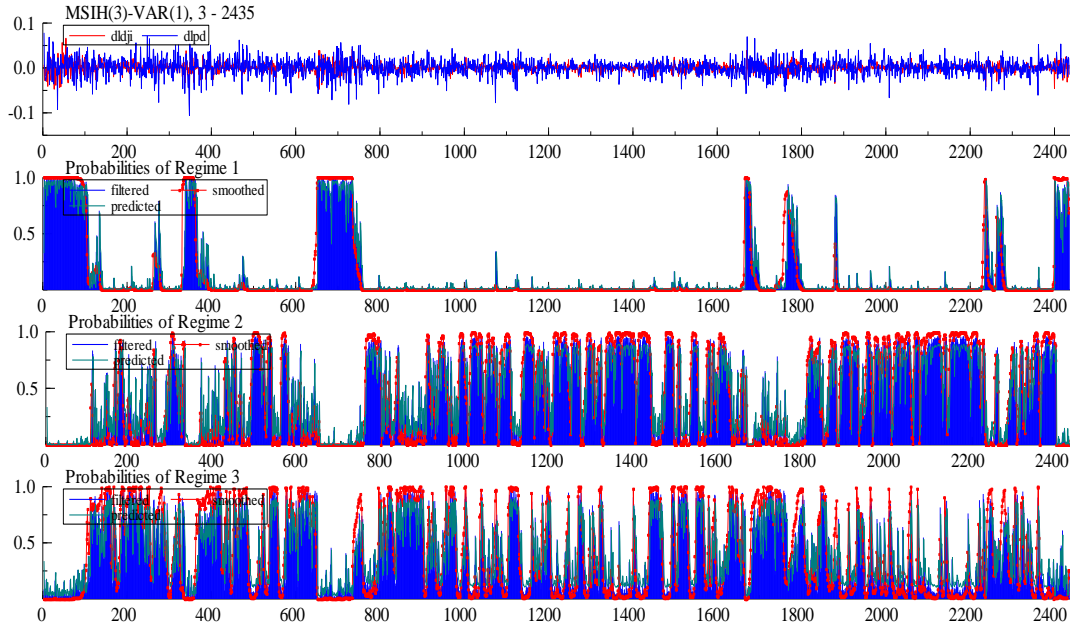
Rejim olasılıkları tablosu, analiz dönemi boyunca kaç adet gözlemin hangi rejimde gerçekleştiğini, ne kadar süre devam edebileceğini ve gerçekleşme olasılığını vermektedir. Paladyum Modeli Rejim Olasılıklarına bakıldığında Tablo 11 ve Şekil 3 üzerinde en yüksek olasılık ve en çok gözlem sayısı ılımlı büyüme rejimindedir. İlimli büyümeye girildiğinde %44,81 olasılıkla yaklaşık 13 gün bu rejimde kalınmaktadır.

Daralma rejimine girildiğinde %13,19 olasılıkla yaklaşık 38 gün ve genişleme rejimine girildiğinde ise %41,99 olasılıkla yaklaşık 12 gün aynı rejimde kalınmaktadır.

Tablo 11: Paladyum Modeli Rejim Olasılıkları

Model	Rejim	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre
MSIH(3)-VAR(1) PALADYUM	R1	330	0.1319	37.52
	R2	1087	0.4481	12.73
	R3	1016	0.4199	11.53

Şekil 3: Paladyum Modeli Rejim Olasılıkları



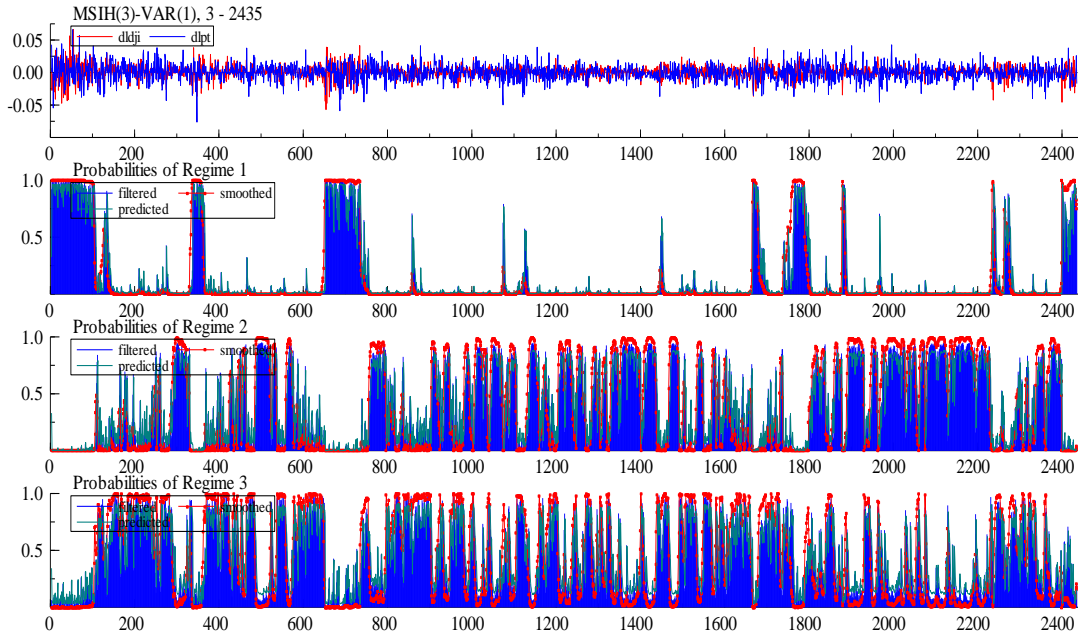
Platin Modeli Rejim Olasılıklarına bakıldığında Tablo 12 ve Şekil 4 üzerinde en yüksek olasılık ve en çok gözlem sayısı genişleme rejimindedir. Genişlemeye girildiğinde %45,50 olasılıkla yaklaşık 14 gün bu rejimde kalınmaktadır. Daralma rejimine girildiğinde %14,14 olasılıkla yaklaşık 32 gün ve ılımlı büyüme rejimine girildiğinde ise %40,37 olasılıkla yaklaşık 14 gün aynı rejimde kalınmaktadır.

Tablo 12: Platin Modeli Rejim Olasılıkları

Model	Rejim	Gözlem Sayısı	Olasılık	Süre
-------	-------	---------------	----------	------

MSIH(3)-VAR(1) PLATİN	R1	349.7	0.1414	31.82
	R2	980.1	0.4037	14.11
	R3	1103.2	0.4550	14.36

Şekil 4: Platin Modeli Rejim Olasılıkları

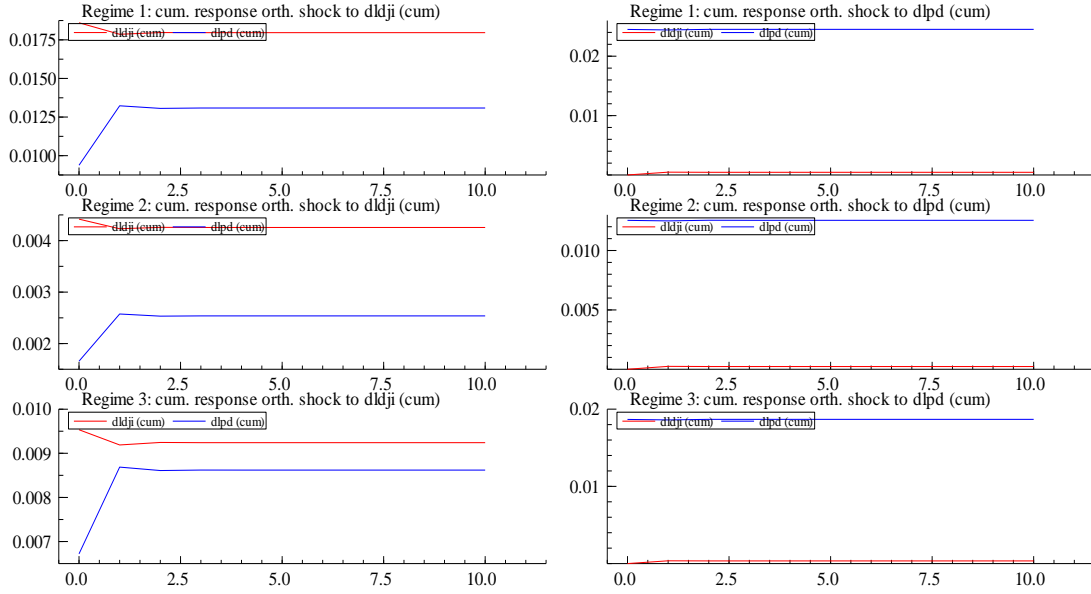


Dow Jones Sanayi Endeksi ile kıymetli metaller arasında kurulan iki modele göre; 2 Ocak 2009 ile 13 Aralık 2018 arası dönemde 2435 günlük veri ile daralma rejimleri benzer yakalanmakta iken ılımlı büyüme ve genişleme rejimlerinde küçük farklılıklara rastlanmıştır.

3.3.5. Etki Tepki Analizleri

Etki tepki analizleri, her bir değişkende meydana gelen bir birimlik şoka karşı, diğer değişkenlerin tepkilerinin büyüklüğünü ve sürekliliğini göstermektedir. Burada amaçlanan tepkileri, farklı rejimler açısından değerlendirebilmek ve hangi değişkenin diğerine öncülük edebileceğini tespit edebilmektir.

Şekil 5: Paladyum Modeli Etki Tepki Analizleri

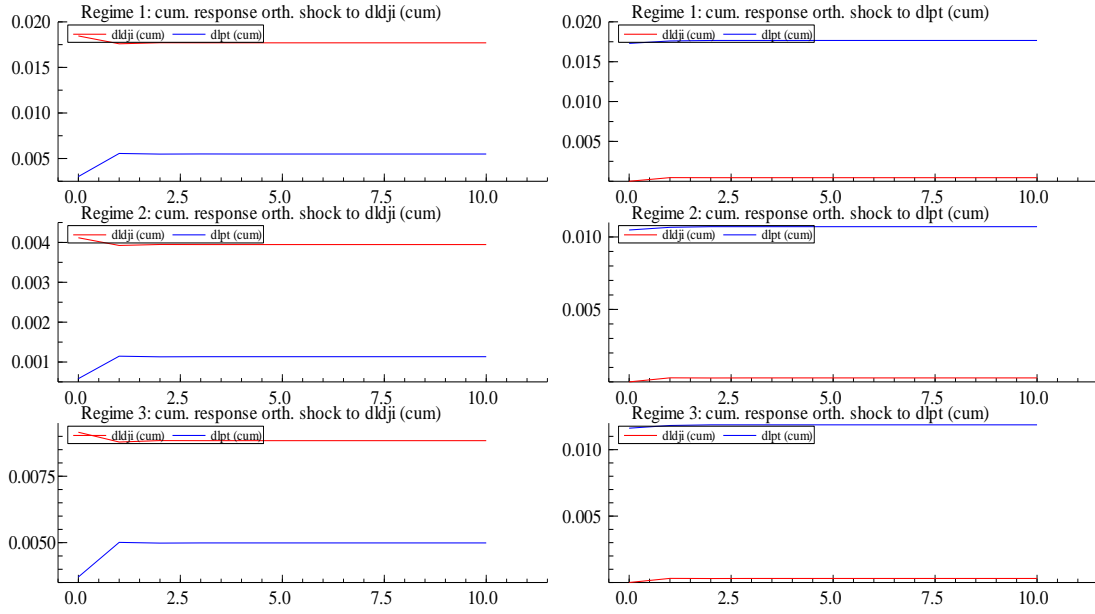


Şekil 5'te yer alan ilk sütunda Dow Jones Sanayi Endeksi serisinde meydana gelen şoka karşı Paladyumun tepkisi, her üç rejim için ayrı ayrı gösterilmiştir. İkinci sütunda ise Paladyum serisinde meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinde gerçekleşen tepkiler her üç rejim için yer almıştır. Veriler günlük olduğu için grafiklerde 10'ar gün üzerinden gözlem yapılmaktadır.

Dow Jones Sanayi Endeksine bir birim şok uygulandığında her üç rejimde de Paladyumun tepkisi, pozitif (artan) tepki verir ve birinci gün sonunda dengeye ulaşır. Tepki, en yüksek daralma rejiminde ölçülmektedir (0.0125). Paladyum serisinde meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinde gerçekleşen tepkiler her üç rejimde de pozitif ve oldukça küçüktür, denge birinci günün sonunda sağlanmaktadır.

Rejimler bir arada değerlendirilirse, Dow Jones Sanayi Endeksi serisinde meydana gelen şoka karşı Paladyumun tepkisi, Paladyumda meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinin verdiği tepkiden çok daha güçlüdür. Bu durum, Dow Jones Sanayi Endeksinin, Paladyum için öncü gösterge niteliği taşıdığına ipuçlarını vermektedir.

Şekil 6: Platin Modeli Etki Tepki Analizleri



Şekil 6’da yer alan ilk sütunda Dow Jones Sanayi Endeksi serisinde meydana gelen şoka karşılık Platinin tepkisi, her üç rejim için ayrı ayrı gösterilmiştir. İkinci sütunda ise Platinde meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinde gerçekleşen tepkiler her üç rejim için yer almıştır. Veriler günlük olduğu için grafiklerde 10’ar gün üzerinden gözlem yapılmaktadır.

Dow Jones Sanayi Endeksine bir birim şok uygulandığında her üç rejimde de Platinin tepkisi, pozitif (artan) tepki verir ve birinci gün sonunda dengeye ulaşır. Tepki, en yüksek daralma rejiminde ölçülmektedir (0.006). Platinde meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinde gerçekleşen tepkiler her üç rejimde de pozitif ve oldukça küçüktür, denge birinci günün sonunda sağlanmaktadır.

Rejimler bir arada değerlendirilirse, Dow Jones Sanayi Endeksinde meydana gelen şoka karşı Platinin tepkisi, Platinde meydana gelen bir birimlik şoka karşı, Dow Jones Sanayi Endeksinin verdiği tepkiden çok daha güçlüdür. Bu durum, Dow Jones Sanayi Endeksinin, Platin için öncü gösterge niteliği taşıdığıının ipuçlarını vermektedir. Uluslararası Kıymetli Metaller Piyasasında işlem gören her iki kıymetli metalin de Dow Jones Sanayi Endeksi ile etki-tepki analizleri benzer sonuçlar vermektedir.

4.Sonuç

Optimal risk ve getiri ilişkisine sahip portföyler elde etmek için uluslararası yatırımcıların ilgi gösterdiği piyasalar arasında yer alan kıymetli metaller, emtia grubunda en fazla işlem gören varlıklar arasında yer almaktadır. Bu varlıkların dünya çapında endekslerle ilişkilendirilmesi yatırımcılar açısından önem arz etmektedir. Metal emtia fiyatlarındaki dalgalanmalar, hükümetlerin ve şirketlerin var olan ya da gerçekleşecek olan yatırım ve üretim kararlarının uygulanabilirliği üzerine etkisi olması sebebiyle önemli kabul edilmektedir (Bernard vd., 2006; Gazel 2018). Kıymetli metallere yapılan yatırımlarda unutulmaması gereken en önemli nokta, bu tip yatırım araçlarının spekülatif amaçlı olarak da kullanılabilenidir.

Dow Jones Sanayi Endeksi ile Platin ve Paladyum arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin yapısı, Markov Rejim Değişim Vektör Otoregresif Modeliyle ortaya çıkarıldığı çalışma, 02 Ocak 2009 – 13 Aralık 2018 dönemini günlük verilerle incelemektedir. Bilgi kriterleri doğrultusunda en uygun modelin Platin ve Paladyum için MSIH(3) VAR(1) olması dikkat çekmektedir. Modelin katsayıları üzerinden yapılan incelemede, üç rejimli yapı daralma, ılımlı büyüme ve genişleme olarak adlandırılmıştır. Modellerdeki rejimler arası geçişlerin hangi olasılıklarla gerçekleşebileceğini gösteren matrise göre modellerdeki ikili değişken setleri yüksek olasılıklarda (%90 ve üzeri) girdiği rejimde kalmakta ya da düşük olasılıklarda (%10 ve altı) ılımlı büyüme ile genişleme rejimleri arasında geçiş yapmaktadır. Paladyum modeli en çok ılımlı büyüme rejiminde kalırken; platin modelinin en çok genişleme rejiminde kalması, dikkat çekmektedir. Etki tepki analizleri ise, her iki metalin Dow Jones Sanayi Endeksine en yüksek tepkileri daralma rejiminde göstermesidir. Endeks, kıymetli metaller için öncü gösterge olarak görülmekte ve yatırımcılara bu yönüyle yol göstermektedir.

Şensoy (2013)'un da çalışmasında tespit ettiği üzere platin ve paladyumun benzer hareketi, bu çalışmada Dow Jones Sanayi Endeksi karşısında görülmektedir. Her iki kıymetli metalin, endekse verdiği en yüksek tepkiler daralma rejiminde gerçekleşmektedir. Üç rejimli bir modelin en güçlü model olarak ortaya çıkması, Charlot

ve Marimoutou (2014)'in sonuçları ile çelişirken, Koy vd. (2017) ile paralellik göstermektedir.

Platin grubu kıymetli metaller bileşiminde rutenyum, rodyum, paladyum, osmiyum, iridyum ve platin yer almaktadır. Çalışmada nadir bulunması ve kullanım alanlarının çokluğu nedeniyle platin ve paladyum tercih edilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Ekonominin ve piyasaların içinde buldukları rejim yapısına göre seçilen kıymetli metaller ile pay piyasaları ilişkisini inceleyen bu çalışma, daha farklı emtia grupları ve farklı finansal piyasalar ile ilişkilerin araştırılması yönünde akademik çalışmalara ışık tutmaktadır. Veri seti 2009 – 2018 yılları arası günlük frekanstadır. Gelecek çalışmalarda daha kapsayıcı olması açısından analiz dönemi de genişletilebilir.

Kaynakça

- Batten, J., Ciner, Ç., Lucey, B. M. (2010). The Macroeconomic Determinants Of Volatility in Precious Metals Markets. *Resources Policy*, 35, ss. 65-71.
- Bernard, J.T., Khalat, L., Kichian, M., McMahon, S. (2006). Forecasting Commodity Prices: GARCH, Jumps and Mean Reversion. Bank of Canada Working Paper, <https://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/02/wp06-14.pdf> (10.06.2019).
- Bildirici, M, Elçin A. Alp, Özgür Ö. Ersin, Ümit Bozoklu. (2010). İktisatta Kullanılan Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Yöntemleri, İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Bildirici, M. ve Bozoklu, Ü. (2010). Beklentilerin Ekonomi Üzerindeki Etkisi: MS-VAR Yaklaşımı. TÜSİAD-KOÇ University Economic Research Forum Working Paper Series, ss. 1019, 1-40.
- Bolak, Mehmet. (2004). Risk ve Yönetimi, İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Charlot, P. and V. Marimoutou. (2014). On the relationship between the prices of oil and the precious metals: Revisiting with a multivariate regime-switching decision tree, *Energy Economics*. 44, ss. 456-467.
- Chen, M.-H. 2010. Understanding world metals prices—Returns, volatility and diversification. *Resources Policy*. 35, ss. 127-140.
- Çelik, U. Ve Başarır, Ç. (2017). The Prediction of Precious Metal Prices via Artificial Neural Network by Using RapidMiner. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems* 5(1), ss. 45-54.
- Çelik, U. Ve Başarır, Ç. (2018). ARPS Düşüş Eğrisi Modelinden Genişletilen Çok Değişkenli Doğrusal Olmayan Model ile Altın Fiyatlarının Analiz Edilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Special Issue on International Conference on*

- Empirical Economics and Social Science (ICEESS' 18), 27-28 June, 2018, Bandirma, Turkey, ss. 363-369.
- DPT (2000) Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ana Metal Sanayileri Özel İhtisas Komisyonu, Demir Dışı Metaller Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Altın, Gümüş ve Platin Grubu Metaller Raporu, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yayın No. DPT: 2537-ÖİK:553, Ankara.
- Gazel, Sümeyra. (2018). Değerli Metaller ve Makroekonomik Değişkenler: Türkiye İçin Bir Fourier Eşbütünleşme Testi Uygulaması. Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 25(2), ss. 527-542.
- Hammoudeh, S. M., Yuan, Y., McAleer, M., Thompson, M. (2010). Precious Metals-Exchange Rate Volatility Transmissions And Hedging Strategies. International Review of Economics and Finance, 19, ss. 633-647. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056010000201> (10.06.2019).
- Hammoudeh, S. M., F., McAleer, M. (2011). Risk Management of Precious Metals. The Quarterly Review of Economics and Finance, 51, ss. 435-441. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1062976911000251> (10.06.2019).
- Koy, A. ve Çetin, G. (2016). Metal Vadeli İşlem Piyasaları ve Doğrusal Olmayan Dinamikleri. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi. 4(4), ss. 165-176.
- Koy, A., Çetin, G. ve Ersan, İ. (2017). Uluslararası Kıymetli Metal Piyasalarının Rejim Dinamikleri. Maliye Finans Yazıları. (107), ss. 25-40.
- Krolzig, H. M. (1997). Markov Switching Vector Autoregressions: Modeling, Statistical Inference, and Application to Business Cycle Analysis, Springer Verlag.
- Krolzig, H. M. (1998) Econometric Modeling of Markov-Switching Vector Autoregressions using MSVAR for OX. Institute of Economics and Statistics and Nuffield College, Oxford.
- Krolzig, H. M. (2002). Predicting Markov-Switching Vector Autoregressive Process. Oxford University Working Paper 2000W31.
- Lucey, B. M., Li, S. (2015). What Precious Metals Acts as Safe Havens, and When? Some US Evidence. Applied Economics Letters, 22(1), ss. 35-45.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. Journal of Finance. 7(1), ss. 77-91.
- Moralı, T., ve Uyar, U. (2018). Kıymetli Metaller Piyasasının Fraktal Analizi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(3), ss. 2203-2218.
- Ross, S. M. (2009). Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Elsevier, Fourth Edition, ss. 9-53.
- Sheldon, M. R. (2009). Introduction to Probability Models. United States of America, Academic Press, (10th ed.).
- Simpson, M. J., Svendsen, A., Chan, P. L. (2007) Gold, Platinum, Silver; Demand and Supply in the International Finance Market An Empirical Analysis, Departments of Economics and Finance, City University of Hong Kong, ss. 1-23. <http://lbms03.cityu.edu.hk/oaps/ef2007-5070-cpl067.pdf> (10.06.2019).

- Soytaş, U., Sarı, R., Hammoudeh, S., Hacıhasanoğlu, E. (2009). World Oil Prices, Precious Metal Prices And Macroeconomy in Turkey. *Energy Policy*, 37, ss. 5557-5566. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509006065> (10.06.2019).
- Şensoy, A. (2013). Dynamic Relationship between Precious Metals. *Resources Policy*, 38, ss. 504-511. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420713000706> (10.06.2019).
- Temur, S. (1997). *Metalik Maden Yatakları*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Utkulu, U. ve Kahyaoğlu, H. (2015) Ticari ve finansal açıklık Türkiye’de büyümeyi ne yönde etkiledi?”, *Türkiye Ekonomi Kurumu Tartışma Metni*, No 13. ss. 1-31. <http://www.tek.org.tr/dosyalar/Utkulu-2005.pdf> (10.06.2019).
- Yıldırta, Dina Çakmur. (2010). *E-Views Uygulamalı Temel Ekonometri*, İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- [Financial Information News Network \(FINNET\)](https://www.finnet.com.tr/), (2019) <https://www.finnet.com.tr/> (10.06.2019).
- Investing.com Finans Sitesi, (2019) <https://tr.investing.com/> (10.06.2019).