

PETROL FİYAT ENDEKSİ MODEL YAPISININ BELİRLENMESİ

Mehmet Kenan Terzioğlu¹

Received Date (Başvuru Tarihi): 18/01/2022

Buket Taştan²

Accepted Date (Kabul Tarihi): 13/06/2022

Aysu Yaşar³

Published Date (Yayın Tarihi): 26/06/2022

ÖZ

Anahtar Kelimeler

Markov Rejim Değişim
Modeli,
SETAR Model,
Petrol Fiyat Endeksi,
WTI

Enerji tüketiminde önemli paya sahip olan petrol fiyatlarında meydana gelen değişim ile ülkelerin makro-ekonomik değişkenleri doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmektedir. Ekonomik yapıda yarattığı belirsizlikler ve ani değişimler, ülkelerin ithalatçı/ihracatçı yapıya sahip olması ve uluslararası ticaretteki konumlarına göre farklı düzeyde etkilere sahip olmaktadır. Çalışma kapsamında, New York borsasında işlem gören West Texas Intermediate ham petrolüne ilişkin 24 Ocak 1986-24 Mayıs 2021 dönemleri arası veriler ele alınarak, petrol fiyatlarında meydana gelen değişim iki aşamada ortaya çıkartılmaktadır. İlk olarak, ortalamada doğrusal olmayan modellerden kendinden eşik değerli otoregresif TAR ailesine ait olan SETAR, MTAR (Momentum TAR) ve yumuşak geçişli otoregresif STAR modellerden LSTAR ele alınarak modeller arasında karşılaştırma yapılarak, en uygun model olarak SETAR belirlenmektedir. İkinci aşamada ise petrol fiyatlarında meydana gelen yapısal değişikliklerin doğrusal olmayan yapısının Markov rejim değişim modeliyle ortaya konmaktadır. Elde edilen bulgulara göre WTI petrol değişkeninin iki rejimli doğrusal olmayan yapı sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

DETERMINING THE OIL PRICE INDEX MODEL STRUCTURE

ABSTRACT

Keywords

Markov Switching Model,
SETAR Model,
Oil Price Index,
WTI

The change in oil prices, which has a significant share in energy consumption, and the macro-economic variables of countries are directly or indirectly affected. Uncertainties and sudden changes in the economic structure have different effects depending on the importer/exporter structure of the countries and their position in international trade. Within the scope of the study, the data regarding the West Texas Intermediate crude oil traded in the New York Stock Exchange between January 24, 1986 and May 24, 2021 are examined, and the change in oil prices is revealed in two stages. First, a comparison between the models was made by considering SETAR, MTAR (Momentum TAR) belonging to the self-threshold autoregressive TAR family, and LSTAR, which is one of the soft-transition autoregressive STAR models, which are nonlinear models on the average, and the transition between regimes was interpreted by choosing SETAR as the most suitable model. In the second stage, it is revealed to reveal the nonlinear structure of the structural changes in oil prices with the Markov regime change model. According to the findings, it is concluded that the WTI oil variable exhibits a bi-regime nonlinear structure.

Citation: Terzioğlu, M. K., Taştan, B., Yaşar A. (2022), Petrol Fiyat Endeksi Model Yapısının Belirlenmesi, ARHUSS, (2022), 5(1): 73-91.

¹ Doç. Dr., Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, kenanterzioglu@trakya.edu.tr

² Doktora Öğrencisi., Trakya Üniversitesi, İşletme Bölümü, Muhasebe ve Finansman Anabilim Dalı, bukettaştan@trakya.edu.tr

³ Arş. Gör., Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, yasar.aysu@nisantasi.edu.tr

1. GİRİŞ

Enerji tüketimindeki payı ele alındığında petrol, birincil enerji kaynakları içerisindeki yerini korurken üretim eğilimlerinin öngörülebilmesi için rezerv ve üretim ilişkisinin iyi kurgulanması gerekmektedir. Ülkelere ilişkin enerji tüketiminde meydana gelen artışlar bazı dönemlerde önemli farklılaşmalara neden olmaktadır. Petrol rezerv miktarının ve ekonomik yapı içindeki yerinin yanı sıra petrol ithalatı yapan ülkelerin yapısal özellikleri de petrol piyasasında önemli bir yere sahiptir. Petrol ihracatı yapan ülkeler kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmayı; petrol ithalatı yapan ülkeler ise maliyetleri minimum düzeyde tutmayı amaçlamaktadır (Ercan,1996). Ham petrol rezervlerinin düzensiz dağılımı ile petrol çıkarma/üretim maliyetlerinin farklılık göstermesinden dolayı ortaya çıkan petrol rezervlerinin dengesiz dağılımı ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamak için petrol ithalatı yapmalarına neden olmaktadır. Petrol fiyatlarındaki oynaklıklar nedeniyle enerji talebi ve üretim yönetiminin getirdiği sorunlara karşılık, alternatif kaynakların teşvik edilmesi sağlanarak enerjinin daha verimli kullanılmasını kolaylaştıran göreceli fiyat politikalarına odaklanılmaktadır.

Birincil enerji kaynaklarında önemli bir yere sahip olan petrolün fiyatında meydana gelen değişimler ekonomik yapıda daralmaya veya genişlemeye neden olabilmektedir (Basher vd., 2006). Küresel bazda meydana gelen makro etkiler, mal ve hizmet üretiminde girdi olarak kullanılan petrolde, öngörülemeyen fiyat hareketlenmelerine neden olarak petrol fiyat arzını etkilemektedir (Doroodian vd., 2003). Tüketim/yatırım harcamalarındaki artışla ekonomik büyümedeki artış, petrol üretim miktarında ve enerji talebinde artışa neden olmaktadır. Ekonomik büyüme ile petrol daha fazla talep edilirken petrol fiyatları da oluşan artış ise enflasyonu ortaya çıkartarak istihdam, tüketim ve yatırım düzeylerini olumsuz etkilemektedir (Lardic vd., 2006).

Petrol ithalatında OECD ülkeleri ve G-7 ülkeleri önemli bir yere sahipken; petrol talep yanlı üretimin söz konusu olduğu Türkiye' de ise petrol rezervleri bulunsa da dünya saha sınıflandırması ele alındığında rezerv miktarı düşük kalmaktadır. Ek olarak, Türkiye'nin karmaşık jeolojik yapısı petrol arama çalışmalarının hem maliyetli hem de zorlayıcı olmasına neden olmaktadır (Bayraç, 2005). Enerjide ithalata bağımlı ve döviz kurunun ekonomik sistem üstünde baskın olduğu ülkelerde, küresel petrol fiyat değişimlerinde ortaya çıkan ani hareketler piyasalar, özellikle gelişmekte olan ve enerji bağımlı ülkelerde, üzerinde etkili olmaktadır.

Çalışma kapsamında, serilerin kendi geçmiş değerlerinden etkilenecek farklı rejimlerde farklı doğrusal olmayan otoregresif süreçlere sahip olmasını ifade eden SETAR ve simetrik/asimetrik yapının varlığı için Markov rejim değişim modeli kullanılarak Petrol Fiyat Endeksine (WTI) ilişkin yapı incelenmektedir. Asimetrik yapının ortaya çıkması durumunda ise rejim değişim olasılıklarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde konuya giriş yapıldıktan sonra konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalara ikinci bölümde değinilmektedir. Çalışma kapsamında ele alınan ekonometrik model ve bulgulara üçüncü bölümde yer verilmektedir. Son bölüm ise sonuç ve önerilere ayrılmaktadır.

2. LİTERATÜR

Petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar ülkelerin ekonomilerindeki dalgalanmalarının da bir göstere olduğundan yatırımcılar açısından petrol fiyat hareketliliğinin analiz edilmesi riskten korunmaları açısından önemli olmaktadır. Petrol fiyatındaki dalgalanmaların makroekonomik değişkenlere olan etkileri farklı ekonometrik yöntemlerle incelenmiş olup bu çalışmalar Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Petrol Fiyatları İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yazar(lar)	Bulgular
Amano ve Van Noden (1998)	Petrol fiyatı şokları ile ABD reel efektif döviz kuru arasında bir bağlantıyı incelemektedir. İnceleme kapsamında iki petrol fiyatlarından döviz kuruna doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir.
Indjehagopian, J.P., Lantz, F. ve Simon, V. (2000)	Almanya ve Fransa'daki aylık ısıtma yağı fiyatları, dolar cinsinden, aynı ürün için Hollanda spot fiyatı ve DMrUS\$ ve FFrUS\$ döviz kurları arasında uzun ve kısa vadeli ilişkiler kurulmaya çalışılmaktadır. Zayıf dışsallık testleri ve koşullu VEC modeli kapsamında Hollanda için döviz kurlarındaki değişimin petrol fiyatlarındaki değişimler üzerinde anlık bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.
Huang ve Guo (2007)	Petrol fiyatı şokunun ve üç tür makroekonomik şokun Çin'in reel döviz kuruna olan etkilerini dört boyutlu yapısal VAR modeli ile araştırılmaktadır. Analiz sonucunda reel petrol fiyat şoklarının uzun vadeli reel döviz kurunun değer kazanmasına yol açacağı ve reel döviz kurundaki değişimlerde nominal şokların aksine reel şokların baskın olduğu tespit edilmektedir

Coudert vd. (2008)	Petrol fiyatlarının döviz kuru üzerindeki etkisini vektör hata düzeltme modeli ile incelediklerinde, petrol fiyatlarının döviz kuru üzerinde arttırıcı bir etkiye sahip olduğu sonucunu elde etmektedir.
Mu-Lan vd. (2010)	ABD, Almanya, Japonya, Tayvan, Çin ölkeleri için döviz kurları ile altın ve petrol fiyatları arasında ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, altın ve petrol fiyatlarının döviz kuru üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.
Mohammadi ve Jahan-Parvar (2012)	Reel petrol fiyatları ve döviz kurları arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi TAR ve MTAR modelleri kapsamında inceledikleri çalışmada, reel döviz kuru ve reel petrol fiyatları arasında istikrarlı bir ilişki olduğunu sonucunu elde etmektedir.
Ciner vd. (2013)	ABD ve İngiltere için döviz kurları ile altın ve petrol fiyatları arasında ilişkiyi DGARCH ve DCC ile inceledikleri çalışmalarında, altın ve petrol fiyatlarının döviz kuru üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.
şahbaz vd. (2014)	Romanya petrol fiyatları ve döviz kuru arasındaki nedensellik ilişkisini incelediği çalışmasında, petrol fiyatları ile döviz kuru arasında nedensellik ilişkisi olmadığını tespit etmektedir.
Özdemir ve Akgöl (2015)	Türkiye ham petrol fiyatları ve benzin fiyatlarındaki ani değişimlerin sanayi üretimine etkisini Markov Değişim Vektör Otoregresif (MS-VAR) modelleri ile incelendiğinde, ham petrol ve benzin fiyatlarındaki değişimin sanayi üretimine etkisinin rejimlere bağlı olarak değiştiği bulgusunu elde etmektedir.
Aktaş vd. (2016)	5 petrol bağımlısı ölkeye ait panel veriler kullanarak hem yatay kesit bağımlılığını hem de ölkelerarası heterojenliği göz önünde bulunduran gelişmiş bir yaklaşım kullanılmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, reel petrol fiyatlarındaki artış reel döviz kurunu pozitif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.
Terzioğlu (2018)	Ham petrol fiyat seviyeleri ile makro ekonomik değişkenler arasındaki ilişki Markov Geçiş Vektör Hata Düzeltilme modeli ile incelendiğinde yüksek oynaklık dönemlerinde petrol fiyatındaki çok döviz kurlarında negatif etki yarattığı sonucuna ulaşılmaktadır.
Yasmeen vd. (2019)	Çalışma kapsamında, Pakistan petrol fiyatlarındaki dalgalanma ile reel sektör büyümesi arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişki incelenmektedir. İncelemeler sonucunda, petrol fiyatındaki değişimlerin kısa ve uzun vadede imalat, hayvancılık ve elektrik sektörlerini olumsuz etkilediğini, ulaşım ve iletişim üzerinde ise önemli ölçüde olumlu etki bulunduğunu göstermektedir.
Metin vd. (2021)	Emtia fiyat belirsizliğinin etkilerini yapısal vektör otoregresyon bağlamında incelendiğinde, petrol piyasalarındaki dalgalanmalar ekonomik büyüme üzerinde önemli etkilere sahip olduğu ortaya konmaktadır.

Metin vd. (2021)

Petrol fiyat oynaklığını GARCH-tipi modeller ve yapay sinir ağlarını birleştiren hibrit modellerle incelediğinde, petrol fiyatlarındaki oynaklık tahmininin performansının belirlenmesi için kullanılan modellerde DCCMGARCH ve MLP ağlarından elde edilen hibrit model yapısı hedef değerleri için en iyi tahmin sonuçları verdiğini ortaya koymaktadır.

Zaman serilerinde meydana gelen değişimlerin ortaya çıkarılmasında ve uygulanması planlanan politika önerilerin geliştirilmesinde doğrusal modeller ile ortaya konan bulgular serilerin özelliklerini tam olarak yansıtamadığında asimetrik etkiyi dikkate alan rejim değişim modellerine geçiş yapılmaktadır. Bu çerçevede Tablo 1.'de yer alan çalışmalara ek olarak; Tong (1983), eşik değerli otoregresif (TAR) modeli ortaya koymakla beraber eşik değişkeninin ve eşik değerinin bilinmemesi sorununun ortadan kaldırılması için kendinden uyarımlı eşik değerli otoregresif (SETAR) model yapısı geliştirilmektedir. Neftçi (1984) ve Hamilton (1989), iktisadi değişkenlerin özelliklerinin ortaya çıkarılmasında doğrusal olmama durumu ve asimetrik etki yaklaşımını kullanmaktadır. Hamilton (1989), konjonktürel dalgalanmanın genişleme-daralma dönemlerinde (farklı rejimler) sergilediği asimetriyi birinci dereceden Markov zinciri (MS-AR) ile modellemektedir. Hamilton (1990), farklı rejimler arasındaki geçişi olasılıksal olarak ifade etmektedir. Krolzig (1997), rejimler arasındaki geçişin sabit ve tek değişkenli olarak modellenmesindeki kısıtları kaldırmak için çok değişkenli Markov rejim değişim otoregresif modellerini ortaya koymaktadır. Enders ve Siklos (2001), Momentum TAR modelini önermekte ve rejimler arası geçişin çok sert olmasının yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkartabilmesinden dolayı rejimler arası geçişte fonksiyonel yapı kullanılarak yumuşaklığın sağlanmasına imkân sağlayan yumuşak geçiş eşik değerli otoregresif (STAR) model yapısını kullanmaktadır.

3. YÖNTEM VE BULGULAR

Doğrusal olmama olgusundan yola çıkılarak incelenen 24 Ocak 1986 ve 21 Mayıs 2021 dönemleri kapsamında Energy Information Administration veri tabanından elde edilen WTI (West Texas Intermediate) ham petrol veri seti ele alınmaktadır. Dünyada üretimi yapılan ve borsalarda işlem gören WTI, küresel ölçekte fiyat yapıcı (price marker) ve kalite açısından belirleyici petrol olarak işlem görmektedir.

WTI petrol fiyat endeksine ilişkin model yapısını belirlemek amacıyla SETAR ve Markov rejim değişim modeli kullanılmaktadır. Varyansın kararlılığının sağlanması ve

aykırı gözlemlerin mevcut olması durumunda etkilerinin azaltılması, diğer bir ifadeyle serilerde mevcut olan aşırı değişiklerin dengelenmesi, için petrol fiyat endeksi serisine ilişkin logaritmik dönüşüm yapılmaktadır. Tablo 2.'de WTI petrol verisine ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmektedir.

Tablo 2. WTI Petrol Verisine ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Mak.	Min.	St. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	J-B
WTI	3.580	4.978	2.987	0.647	0.195	-1.301	685.58***

Not:*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

Tablo 2.'de yer alan tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, WTI petrol serisinin çarpıklık katsayısının pozitif olması sağa çarpık dağılımı ve basıklık katsayısının negatif olması ise basık dağılımı işaret etmektedir. Jarque-Bera test istatistiği de serinin normal dağılmadığını göstermektedir.

Çalışmada hem Markov rejim değişim modeli hem SETAR modele başvurulmasındaki amaç her iki modelinde rejim değişim modeli olması sebebiyle genişleme ve daralma dönemlerini belirlemede tamamlayıcı bir yaklaşım sağlamaktır. İlk olarak WTI petrol serisinin model yapısını incelemek amacıyla doğrusal olmayan modellerin karşılaştırılması yapılarak, WTI petrol serisi SETAR model ile çözümlenmektedir. Bir sonraki aşamada ise elde edilen bulgular, Markov rejim değişim modeli kullanılarak incelenmektedir.

3.1. Doğrusal Olmayan Ortalama Modelleri

Doğrusal olmama durumu, parametrelere ilişkin ifadelerde farklı yapıların kullanılması (kuvvet alımı, bölme/çarpma, vb. gibi) durumunda ortaya çıkan parametrelere göre doğrusal olmama durumu ve/veya değişkenlerin matematiksel yapısından dolayı ortaya çıkan değişkenlere göre doğrusal olmama durumu olmak üzere iki durum altında sınıflandırılmaktadır. Modeller ele alındığında, dönüşüm teknikleri uygulanarak doğrusallaştırma söz konusu olurken; bazı durumlarda ise dönüşümler doğrusallaştırma işlemini sağlayamamakta ve doğrusal olmayan model yapılarının analiz edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Doğrusal olmayan modeller, konjonktür dalgalanmalarının belirlemede simetrik modellere göre daha esnek olma avantajı gösteren asimetric etkileri dikkate alan modeller olarak yer almakta ve zaman serilerinde meydana gelen değişimleri doğru bir şekilde ortaya koyabilme özelliği göstermektedir. Konjonktürel dalgalanmaların

asimetrik ve doğrusal olmayan etkileri rejim değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Rejim değişim modellerinden olan Markov rejim değişim modeli ve SETAR model, rejimler arasındaki değişimi ve seriyi yöneten fark denklemlerinin parametre değerlerindeki değişiklikleri nasıl modellediklerine göre farklılıklar göstermektedir. SETAR modeli sürecin geçmiş değerlerine bağlı olarak rejimler arasında hareket ederek rejimler arası geçiş deterministik özellik, Markov rejim değişim modelinde ise rejimler arasındaki hareketler sürecin geçmiş değerlerinden bağımsız olduğu için rejimler arası geçiş stokastik özellik sergilemektedir (Clements and Krolzig, 1998).

3.1.1. Setar Model

TAR modelin özel bir durumu olan SETAR modelinde eşik değer, modelin bağımlı değişkeninin gecikmeli değerleri arasından seçilmektedir. Eşik değerin bu özelliği ile rejim değişimine izin vermesi modelin yapısını doğrusal olmayan hale getirmektedir (Güriş, 2020).

Eşik değerle karşılaştırılan $q_t = y_{t-d}$ terimi ve $d = 1$ olmak üzere iki rejimli SETAR modeli, otoregresif parametreler \emptyset , eşik parametre c ve bağımsız ve özdeş dağılan hata terimi ε_t olmak üzere,

$$y_t = \begin{cases} \emptyset_{1,0} + \emptyset_{1,1}y_{t-1} + \varepsilon_t & y_{t-1} \leq c \\ \emptyset_{2,0} + \emptyset_{2,1}y_{t-1} + \varepsilon_t & y_{t-1} > c \end{cases} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Modelde rejim sayısı ikiden fazla olması durumunda SETAR model yapısı,

$$y_t = \begin{cases} \emptyset_{1,0} + \emptyset_{1,1}y_{t-1} + \dots + \emptyset_{1,p_1}y_{t-p_1} + \varepsilon_t & y_{t-d} \leq \gamma \\ \emptyset_{2,0} + \emptyset_{2,1}y_{t-1} + \dots + \emptyset_{2,p_2}y_{t-p_2} + \varepsilon_t & y_{t-d} > \gamma \end{cases} \quad (2)$$

şeklinde gösterilmektedir (Brooks, 2002). MTAR model, standart Dickey Fuller testinin asimetrik şekilde düzenlenmesi ile tanımlanmaktadır. $I(\cdot)$ gösterge fonksiyonu ve eşik parametresi τ olmak üzere, MTAR modeli,

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } y_{t-1} \geq \tau \\ 0 & \text{eğer } y_{t-1} < \tau \end{cases}$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } \Delta y_{t-1} \geq \tau \\ 0 & \text{eğer } \Delta y_{t-1} < \tau \end{cases}$$

$$\Delta y_t = I_t \rho_1 y_{t-1} + (1 - I_t) \rho_2 y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Δy_{t-1} , eşik değerden büyük olduğunda uyarılma katsayısı ρ_1 , Δy_{t-1} eşik değerden küçük olduğunda ise uyarılma katsayısı ρ_2 olmaktadır. MTAR modelde ilk olarak TAR modeline ait y_{t-1} değerleri ve sonrasında ise MTAR modeline ait Δy_{t-1} değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır. Bu sıralama gerçekleştirilirken serinin maksimum ve minimum değerlerinin %15'i inceleme dışı bırakılmaktadır. Eşik değer seçimi en küçük hata terimleri karesine sahip olan modele göre belirlenmektedir (Bildirici, 2020).

Eşik değerin belirlenmesinden sonra rejimler arasında geçişin ani olduğu (TAR) modeller yerine rejimler arasında geçişin yumuşak olduğu ve lojistik yumuşak geçiş otoregresif (LSTAR) ile üstel yumuşak geçiş otoregresif (ESTAR) olmak üzere ikiye ayrılan STAR modelleri tercih edilmektedir LSTAR modeli ekonominin daralma ve genişleme dönemlerinin farklı dinamiğe sahip olduğunu ve bunlar arası geçişin yumuşak olması gerektiğini savunmaktadır (Güriş, 2020). STAR modelinin genel biçimi, sıfır ve bir arasında değer alan geçiş fonksiyonu $G(y_{t-1}, \gamma, c)$ ve parametreye göre bir rejimden diğerine geçiş sağlayan düzgünleştirme parametresi γ olmak üzere,

$$y_t = (\phi_{1,0} + \phi_{1,1} y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}, \gamma, c)) + (\phi_{2,0} + \phi_{2,1} y_{t-1})(1 - G(y_{t-1}, \gamma, c)) + \varepsilon_t \quad (4)$$

şeklinde verilmektedir (Franses ve Dijk, 2000). Geçiş fonksiyonu LSTAR modele göre,

$$G(s_t; \gamma, c) = (1 + \exp\{-\gamma(s_t - c)\})^{-1} \quad \gamma > 0 \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. $\gamma \rightarrow \infty$ olduğunda lojistik fonksiyon bire yaklaşmakta ve LSTAR modeli iki rejimli TAR modeline dönüşürken; $\gamma = 0$ olduğunda ise LSTAR modeli doğrusal AR modeline dönüşmektedir (Güriş, 2020).

Tablo 3. WTI Petrol Değişkeninin Doğrusallık Sınaması

	Hansen Testi		
	1vs2	1vs3	2vs3
Test İstatistiği	42.275***	45.435***	3.1450
	LR Testi	Keenan Testi	Tsay Testi
	Test İstatistiği	421.3869***	3.5603*

Not: *, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

WTI petrol serisinin doğrusallığının tespit edilmesinde, Tablo 3'te yer alan, SETAR tipi Hansen (1999) testi, SETAR tipi LR testi, Keenan (1985) testi ve Keenan testinin

geliştirilmiş hali olan çapraz çarpımların kullandığı Tsay (1986) testlerinden faydalanılmaktadır

Tablo 3.'te Hansen (1999) testi çerçevesinde doğrusallık, iki ve üç rejime karşı sınımlanmaktadır. Doğrusallığın iki rejime karşı test edilmesinde olasılık değeri anlamlı olduğu için yokluk hipotezi red edilmekte ve serinin iki rejime sahip olduğuna karar verilmektedir. Doğrusallığın üç rejime karşı test edilmesinde ise olasılık değeri anlamlı olduğu için yokluk hipotezi red edilerek serinin üç rejimli olduğuna karar verilmektedir. İki rejimin üç rejime karşı sınımlanmasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilememektedir. Tablo 3.'te yer alan LR testi ve Tsay (1986) testi çerçevesinde olasılık değeri anlamlı olduğu için doğrusallığı savunan yokluk hipotezi red edilmektedir. Keenan (1985) testinde ise olasılık değeri anlamlı olduğu için doğrusallığı savunan yokluk hipotezi red edilmektedir. Bu sonuçlara göre modellerin doğrusal olmayan bir yapı gösterdiği kabul edilmektedir.

WTI petrol serisinin doğrusal olmadığı belirlendikten sonra Tablo 4.'te yer alan SETAR model yapısına dayanan doğrusal olmayan birim kök testi Caner ve Hansen (2001) testi, MTAR model yapısına dayanan ait doğrusal olmayan birim kök testi Enders ve Granger (1998) testi, LSTAR model yapısına dayanan doğrusal olmayan birim kök testi Sollis (2004) testi kullanılarak doğrusal olmayan birim kök sınaması yapılmaktadır.

Tablo 4. WTI Petrol Değişkenine ait Doğrusal Olmayan Birim Kök Sınaması

Caner ve Hansen (2001) Testi			
	Tek Taraflı Wald Testi	t_1	t_2
Test İstatistiği	4.2***	1.560*	1.340
Enders ve Granger (1998) Testi			
	Durum 1	Durum 2	Durum 3
Test İstatistiği	5.678***	7.581***	11.297***
Sollis (2004) Testi			
	Durum 1	Durum 2	Durum 3
Test İstatistiği	11.453	12.335**	14.876**

Not: *Caner ve Hansen testine ait değerler Bootsrap değerleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. $k=36$, $m=4$ gecikme parametreleridir. t_1 =Birinci rejime ait birim kök sınaması, t_2 =İkinci rejime ait birim kök sınaması olarak ifade edilmektedir. Enders ve Granger (1998) testine ait tablo değerleri %1 için Durum 1=4.85, Durum 2=6.91, Durum 3=8.74'dür. Sollis (2004) testine ait tablo değerleri %5 için Durum 1=8.845, Durum 2=11.309, Durum 3=12.558'dir. Durum 1: ham veri, Durum 2: ortalamadan arındırılmış veri ve Durum 3: ortalama ve trendden arındırılmış veri tanımlamasında kullanılmaktadır.

SETAR tipi Caner ve Hansen (2001) testi, tek taraflı test ve birimci rejime göre durağan iken ikinci rejimde durağan değildir. MTAR tipi Enders ve Granger (1998) testine göre WTI petrol serisinin tüm düzeylerde durağan olduğu, LSTAR tipi Sollis (2004) testine

göre WTI petrol serisinin Durum 2 ve Durum 3’de durağan olduğu gözlemlenmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, tüm test istatistikleri göz önüne alınarak seri durağan kabul edilmektedir.

Tablo 5.’te, petrol fiyat endeks serisinin durağan bulunması sonucunda, SETAR, MTAR ve LSTAR eşik değerli modeller karşılaştırılmakta ve modellere ilişkin eşik değerler verilmektedir. SETAR, MTAR ve LSTAR model yapıları karşılaştırıldığında alt ve üst rejim parametrelerinin tüm gecikmelerde anlamlı olması ile en uygun modelin SETAR eşik modeli olduğu sonucuna varılmaktadır. SETAR modeline ilişkin F istatistiği ele alındığında, modelin doğrusal olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 5. WTI Petrol Değişkenine ait Eşik Değerli Modellerin Karşılaştırılması

		SETAR Model			
		Sabit	WTI(-1)	WTI(-2)	
Üst Rejim		0.082***	0.854***	0.116***	
Alt Rejim		0.0005	0.972***	0.027**	
F İstatistiği	2.485***	Eşik Değeri	2.8937		
		MTAR Model			
		Sabit	WTI(-1)	WTI(-2)	WTI(-3)
Üst Rejim		-0.009***	0.809***	0.237***	-0.045***
Alt Rejim		0.005***	0.955***	0.002	0.040***
		Eşik Değeri	-0.010		
		LSTAR Model			
		Sabit	WTI(-1)	WTI(-2)	WTI(-3)
Üst Rejim		0.047***	0.865***	0.005	0.113***
Alt Rejim		-0.047***	0.106***	0.050*	-0.141***
F İstatistiği	3.120**	Eşik Değeri	2.936*	Geçiş Hızı	100

Not:*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

MTAR modelinde birinci rejime ilişkin ikinci gecikme istatistiksel olarak anlamlı iken, ikinci rejime geçildiğinde seriye ilişkin ikinci gecikme istatistiksel olarak anlamsızlaşmaktadır. LSTAR modeli ele alındığında ise, birinci rejimde ikinci gecikme istatistiksel olarak anlamsız iken, ikinci rejime geçildiğinde ikinci gecikme istatistiksel olarak anlamlı olarak gözlemlenmektedir. Bununla birlikte, WTI serisine göre SETAR model tahmini;

$$WTI_t = \begin{cases} 0.082 + 0.854_{WTI_{t-1}} + 0.116_{WTI_{t-2}} + \varepsilon_t, & WTI_{t-2} \leq 2.8937 \\ 0.0005 + 0.972_{WTI_{t-1}} + 0.027_{WTI_{t-2}} + \varepsilon_t, & WTI_{t-2} > 2.8937 \end{cases}$$

şeklinde gerçekleşmektedir. Eşik değerine göre, petrol fiyat endeksinde 2.8937 oranında bir değişim gerçekleştiğinde alt rejimden üst rejime bir kayma gerçekleşmektedir. Rejim değişimin üç dönem öncesinden öngörülebildiği belirlenmektedir. Diğer bir ifadeyle, WTI

serisinde meydana gelmesi muhtemel değişim üç dönem önceden tahmin edilebilmektedir. Şekil 1’de SETAR modele ait rejim değişimi ve eşik değeri (kırmızı çizgi) gösterilmektedir. İki rejimin gözlemlendiği grafikte, SETAR modelin özelliği olarak rejimden diğer rejime geçişin çok sert olduğu belirlenmektedir.



Şekil 1: WTI Petrol Değişkenine ait SETAR Rejim Değişim ve Eşik Değer Grafiği

3.1.2. Markov Rejim Değişim Modeli

Hamilton (1989) ve Hamilton (1990), ekonomideki konjunktüre ilişkin genişleme ve daralma dönemlerini farklı rejimler olarak inceleyen Markov rejim değişim otoregresif (MS-AR) modelini ortaya koymaktadır. Rejimler arasındaki geçişin olasılıksal olarak modellendiği Markov rejim değişim modeli, tek değişkenli dördüncü dereceden otoregresif model, iki durum ($M=2$) arasında değişen koşullu ortalama $\mu(s_t)$ ve $\mu_t \sim NID(0, \sigma^2)$ olmak üzere,

$$\Delta y_t - \mu(s_t) = \phi_1(\Delta y_{t-1} - \mu(s_{t-1})) + \dots + \phi_4(\Delta y_{t-4} - \mu(s_{t-4})) + \mu_t \quad \mu_t \sim NID(0, \sigma^2) \quad (6)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Duruma ve rejime bağlı olarak μ daralma döneminde negatif değer alırken; genişleme döneminde pozitif değer almaktadır. MS-AR modeli, gözlemlenemeyen durum değişkeni olarak tanımlanan rejimi ifade eden s_t 'ye bağlı olmaktadır. s_t 'nin olasılık değerinin bir önceki döneme bağlı olması durumu, i durumunda j durumuna geçiş olasılığı p_{ij} olmak üzere,

$$\Pr(s_t = j | s_{t-1} = i, s_{t-2} = k, \dots, s_0 = h) = \Pr(s_t = j | s_{t-1} = i) p_{ij} \quad (7)$$

şeklinde gösterilmektedir (Bildirici vd., 2010)

Ekonomide genişleme ($s_t = 2$) ve daralma ($s_t = 1$) olmak üzere iki rejim $s_t = \{1,2\}$ olduğu kabul edildiğinde, iki rejim arasındaki geçiş olasılığı

$$\Pr[s_1 = 1 | s_{t-1} = 1] = p_{11} = p$$

$$\Pr[s_1 = 2 | s_{t-1} = 1] = p_{12} = 1 - p$$

$$Pr[s_1 = 1 | s_{t-1} = 2] = p_{21} = 1 - q$$

$$Pr[s_1 = 2 | s_{t-1} = 2] = p_{22} = q \quad (8)$$

şeklinde verilmektedir (Bildirici vd., 2010). y_t serisi ele alındığında, birinci rejimde kalma olasılığı (genişlemede iken bir dönem sonra genişlemede bulunma olasılığı) p , birinci rejimden ikinci rejime geçiş olasılığını (genişlemede iken bir dönem sonra daralmada bulunma olasılığı) $1 - p$, ikinci rejimde kalma olasılığını (daralmada iken bir dönem sonra yine daralmada kalma olasılığı) q , ikinci rejimden birinci rejime geçiş olasılığı (daralmada iken genişlemeye geçiş olasılığı) $1 - q$ olarak ifade edilmektedir. Birinci rejimde kalma süresi $(1/1 - p_{11})$ ve ikinci rejimde kalma süresi ise $(1/1 - p_{12})$ olarak hesaplanmaktadır (Hamilton, 1989).

Markov rejim değişim modelinde yer alan gözlemlenebilen y_t serisinin istatistiksel özelliği rejimin değişmesi ile birlikte değişim göstermesi durumunda, $E[y_t | s_t = 1] = \mu_1$ ya da $E[y_t | s_t = 2] = \mu_2$ elde edilmektedir. Ekonominin daralma dönemi μ_1 ve genişleme dönemi μ_2 olarak ele alındığından koşullu ortalama

$$\mu_{s_t} = \begin{cases} s_t = 2 \text{ ise } \mu_2 > 0 \text{ (genişleme)} \\ s_t = 1 \text{ ise } \mu_1 < 0 \text{ (daralma)} \end{cases}$$

şeklinde ifade edilmektedir (Bildirici vd., 2010). Markov rejim değişim modeli ise, genel haliyle,

$$y_t = \mu_{s_t} + \mu_t, \quad \mu_t \sim iid(0, \sigma^2) \quad (9)$$

şeklinde gösterilmektedir.

Markov rejim değişim modeli oluşturulmadan önce WTI petrol değişkeninin doğrusal bir yapıya sahipliğinin ortaya çıkarılmasında doğrusal olmayan testlerden Brock, Dechert, Scheinkman (BDS) (1987) testi ele alınarak, serinin bağımsız ve eş dağılıma (iid) sahipliği Tablo 6.'da gösterilmektedir. Serideki gözlem sayısı 500'den fazla ise boyut değeri (m) altıdan (6) küçük ve ϵ değeri standart sapmanın 0.5 ile 2 katı arasında seçilmektedir (Sümer ve Hepsağ, 2007). BDS testinin yanı sıra Keenan Testi (1985) ve Keenan testinden farklı olarak değişkenlerin çapraz çarpımlarının kullanıldığı Tsay Testi (1986) sonuçlarına da Tablo 6.'da gösterilmektedir.

Tablo 6. WTI Petrol Değişkenine ait Doğrusallık Sınaması

Boyut	BDS Test			
	m=2	m=3	m=4	m=5
$\varepsilon = 0.5$	1492.222***	2876.860***	6098.895***	14113.027***
$\varepsilon = 1$	1734.983***	2315.411***	3207.957***	4664.218***
$\varepsilon = 1.5$	566.7738***	634.8978***	721.5764***	843.9393***
$\varepsilon = 2$	342.7166***	341.4685***	341.5307***	341.5307***
Keenan Test				
Test İstatistiği	3.560*			
Tsay Testi				
Test İstatistiği	6.899***			

Not:*,**,*** sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

Tablo 6.'da hata terimlerine uygulanan BDS testi sonuçlarına göre, tüm ε değerlerinde ve m boyutlarında hesaplanan değerlerin hata terimlerinin bağımsız ve eş dağılıma sahip olduğunu savunan hipotez reddedilmektedir. Keenan test istatistiğine ve Tsay test istatistiğine göre de serilerin doğrusal olduğunu savunan hipotez reddedilmektedir. Bu çerçevede, modellerin doğrusal olmayan bir yapı gösterdiği tespit edildikten sonra petrol fiyat endeksi serisinin yapısının ortaya çıkarılması için doğrusal olmayan zaman serisi yöntemlerinden olan Markov rejim değişim modeline geçiş yapılmaktadır.

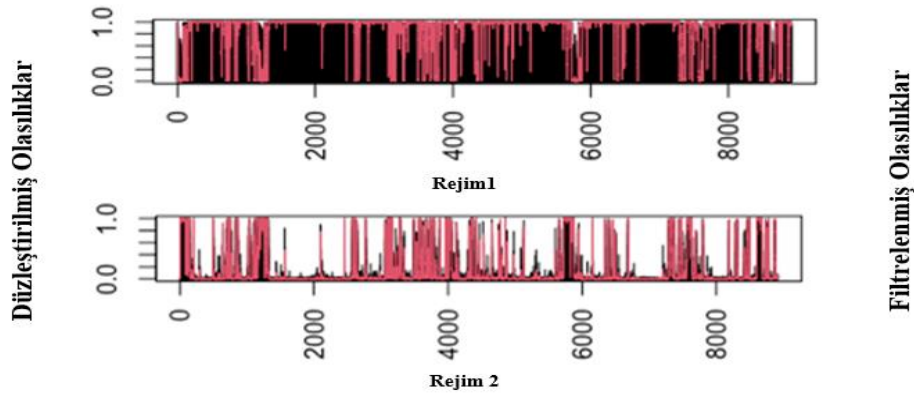
Tablo 7. WTI Petrol Değişkenine ait Markov Rejim Değişim Modeli

Değişkenler	Rejim 1		
	Katsayı	St. Hata	t Değeri
C	0.0017	0.0012	1.4167
WTI (-1)	0.9884***	0.0051	193.8039
WTI(-2)	0.0113**	0.0051	2.2157
Değişkenler	Rejim 2		
	Katsayı	St. Hata	t Değeri
C	0.0274**	0.0128	2.1406
WTI (-1)	0.9023***	0.0360	25.0639
WTI(-2)	0.0886**	0.0358	2.4749
Rejim Geçiş Olasılıkları			
	Rejim 1	Rejim 2	
Rejim 1	0.9838	0.1199	
Rejim 2	0.0161	0.8800	

Not:*,**,*** sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyini göstermektedir.

Tablo 7.'de WTI petrol değişkenine ait Markov rejim değişim katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Elde edilen bulgulara göre, WTI petrol değişkeninin iki rejimli doğrusal olmayan bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır. Rejim geçiş olasılıklarına göre, Rejim 1'de ve Rejim 2'de kalıcılık söz konusu olurken; Rejim 1'den sonraki dönemde Rejim 2'ye geçiş olasılığı oldukça düşük

(0.1199) ve Rejim 2'den sonraki dönemde Rejim 1'e geçiş olasılığı oldukça düşük (0.0161) hesaplanmaktadır.



Şekil 2. Rejim Geçiş Olasılıkları Grafiği

Şekil 2.'de Rejim 1 ve Rejim 2 dönemlerine ilişkin geçiş ve bulunma (kalma) olasılıkları gösterilmektedir. WTI petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmaların hem Rejim 1'de hem Rejim 2'de yakın olasılıklar gösterdiği ifade edilebilmektedir. Bu durum dalgalanmaların az olduğu durumlarda rejimlerin birbirlerine geçiş olasılıklarının düşük olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Elde edilen sonuçlar hem SETAR modelin hem Markov rejim değişim modelinin arasında belirli farklar olduğunu göstermektedir. İki modeli birbirinden ayıran en temel fark, Markov rejim değişim modelinin SETAR modele göre olasılıksal çıkarım yapılmasını sağlamaktadır. WTI petrol fiyatının yapısının incelenmesinde, SETAR modeli istatistiksel olarak anlamlı çıkmakla birlikte Markov rejim değişim model yapısının kullanılmasıyla seriyeye ilişkin genişleme ve daralma dönemleri de belirlenebilmektedir.

4. SONUÇ

Sanayi devrimi sonrasında artan üretim ve küreselleşmeyle ticarete önemli bir role sahip olan enerji, ülkelerde ekonomik büyümeyi hızlandırarak toplumların yaşam kalitesini yükselten temel bir bileşen olmaktadır. Enerji kaynaklarının optimum kullanımını ifade eden enerji rezerv miktarları hem toplumsal refah hem de ekonomik gelişmenin ölçütü olarak kullanılmaktadır. Sanayileşme ve artan nüfusla birlikte kentleşme ve teknoloji kullanımındaki gelişim, enerji üretimini artırarak ülkelerin hem ihtiyaçlarında hem de enerji taleplerinde farklılıklar meydana getirmektedir. Bununla birlikte, enerji kullanımındaki çeşitliliğin artması kaynak bağımlılığı problemini ortaya

çıkartarak enerji politikalarının oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik ve kalkınmışlık göstergelerinden olan enerji tüketimindeki artış ve enerji kaynak çeşitliliğindeki gelişmeler, ülkeler arası rekabet koşullarının artmasına ve enerji arz güvenliğinin iktisadi, sosyal ve siyasal açıdan ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Bu çerçevede, petrole olan bağımlılığın azaltılması düşüncesi ve iklim değişikliği sorunları ele alındığında, sıfır salınma sahip güvenilir, ekonomik, yenilenebilir enerji kaynaklarının serbest piyasa mekanizmasıyla ekonomiye kazandırılması önemli olmaktadır.

Petrol fiyat endeksinde meydana gelen değişimin makro-iktisadi değişkenler ve uygulanan/belirlenen politikalar üzerinde dolaylı/doğrudan etkileri bulunmaktadır. WTI serisinin doğrusal yapısı hakkında bilgi sahibi olunmadan, doğrusal modeller kullanılarak yapılan tahminleme çalışmalarında doğru sonuçlara ulaşılamamaktadır. Doğrusal olmayan modeller, ortalamada ve varyansta doğrusal olmayan modeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Çalışma kapsamında, ortalamada doğrusal olmayan modellerden SETAR, MTAR ve LSTAR modelleri kullanılarak en uygun model seçimine karar verilmektedir. Bu amaçla, New York borsasında işlem gören WTI petrol fiyat endeksi ele alınarak, petrol fiyatlarında meydana gelen artış ya da azalışların etkileri SETAR, MTAR ve LSTAR model ile incelenmektedir. Elde edilen bulgulara göre, WTI serisinin ortalama doğrusal olmayan seri olduğu tespit edilmekte ve tüm gecikmelere ait katsayıların anlamlı çıkması dolayısıyla SETAR model yapısının en uygun model olduğu belirlenmektedir. SETAR model yapısına göre, fiyat endeksi belirli bir seyir halinde iken 2.8937 oranında değişim gerçekleştiğinde diğer rejime geçiş sağlandığı tespit edilmektedir.

Doğrusallık varsayımını ele alan model yapıları, asimetric davranışa sahip serilerin özelliklerini çıkarmada yetersiz kalmaktadır. Bu durumda konjonktürel dalgalanmada meydana gelen etkileri modellemeyi sağlayan Markov rejim değişim modelleri kullanılabilir. Markov rejim değişim modelleri konjonktürel dalgalanmayı genişleme ve daralma olmak üzere iki farklı rejim olarak ele alabilmektedir. Asimetric etkiyi ortaya çıkaran farklı doğrusal olmayan model yapıları olmakla birlikte, Markov rejim değişim modeli rejimden rejime geçiş olasılıklarını da sağlamaktadır. Çalışmada, WTI petrol değişkeninin iki rejimli doğrusal olmayan yapı sergilediği sonucuna ulaşılmaktadır. WTI petrol fiyatlarında herhangi bir değişim meydana gelmeden önce birinci rejimde yaklaşık 62 gün geçirildiği ve meydana gelen bir değişim ile ikinci rejime geçilerek yaklaşık 8 gün ikinci rejimde kaldığı bulgusu elde

edilmektedir. Aynı rejimde kalma olasılığının yüksek olması ve diğer rejime geçme olasılıklarının düşük olması Markov rejim değişim modelinin güçlü ve uyumlu sonuçlar verdiğinin göstergesi olmaktadır. Bu kapsamda, petrol fiyatlarının mevcut dönemde hangi rejimde olduğunun bilmesi durumunda, bu rejimde kalma olasılığı tahmin edilebilir olmaktadır. Bununla birlikte çalışmanın, petrol kullanıcısı olan sektörlerin yatırım ve operasyonel faaliyetlerine ilişkin kararlarına, gelecek dönem petrol fiyatlarının öngörülebilirliği açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgül I., Özdemir S., 2012. Enflasyon Eşiği ve Ekonomik Büyümeye Etkisi, İktisat, İşletme ve Finans, 27(313): 85-106.
- Aktaş H., Kayalıdere K., Güleç T.C., 2016. Petrol Arz ve Talebindeki Değişimlerin Petrol Fiyatları Üzerindeki Etkisi. 3rd International Congress on Economics and Business. 26-27 Ocak 2016.
- Alp, E.A., 2008. Türkiye’de Reel Ücretlerin TAR Modeli İle Analizi ve Birim Kök Sınaması, Tartışma Metni No.2008/10, www.tek.org.tr.
- Amano, R.A. ve Norden, S. (1998). Exchange Rates and Oil Prices, Review of International Economics, 6 (4): 683-694.
- Aydın D., İşçi Ö., 2012. Doğrusal Olmayan Otoregresif Zaman Serileri Modellerinin Kestirimi, Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 28: 205-218.
- Barca O., Arabacı Ö., (2020). BİST Altın Fiyatları Serisinin Markov Rejim Değişim Modeli İle Analizi, Muhasebe ve Finansman Dergisi, (85): 209-222.
- Basher S. A. ve Sadorsky P. (2006). "Oil Price Risk And Emerging Stock Markets. Global Finance Journal", 17(2), Pp. 224-251.
- Bayraç N. (2005). "Uluslararası Petrol Piyasasının Genel Analizi. Finans-Politik Ve Ekonomik Yorumları", Sayı: 499, Yıl: 42, 6-20.
- Bildirici M., Alp, A.E., Ersin Ö.Ö., Bozoklu Ü., 2010. İktisatta Kullanılan Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Yöntemleri, Türkmen Kitabevi, Yayın No:357, 1.Baskı, 384s, İstanbul, Türkiye.
- Box G.E.P, Jenkins G.M. 1970. Time Series Analysis, Forecasting and Control, San Francisco: Holden-Day.
- Brock W.A., Dechert W., Scheinkman J., 1987. A Test for Independence Based on the Correlation. Dimension Working paper, University of Wisconsin at Madison, University of Houston, and University of Chicago.
- Brooks C., 2002. Introductory Econometrics for Finance. Cambridge University Pres, Cambridge.
- Caner M., Hansen B. E., 2001. Threshold Autoregression with a Unit Root. Econometrica, 69(6): 1555-1596.
- Ciner, Çetin, Gurdgiev, T. Constantin, and LUCEY, Brian (2013), "Hedges and Safe Havens: An Examination of Stocks, Bonds, Gold, Oil and Exchange Rates", International Review of Financial Analysis, 29, 202-211.
- Coudert, V., Mignon, V. ve Penot, A. (2008). Oil Price and the Dollar. Energy Studies Review, 15 (2): 45-58.
- Çil N., Yılmaz Ç., 2018. Markov Switching Autoregressive Model for WTI Crude Oil Price, Ekonometrik ve İstatistik e-Dergisi, 14(28): 45-56.
- Demir İ. (2004). "Uluslararası Petrol Politikaları, Piyasaları, Fiyatları". Bursa: Dora.
- Doroodian K. ve Boyd (2003). "The Linkage Between Oil Price Shocks And Economic Growth With Inflation İn The Presence Of Technological Advances: A Cge Model". Energy Policy, 31(10), 989-1006.
- Dufrenot G., Guegan D., Feisolle A.P., (2005). Long-Memory Dynamics in A SETAR Model – Applications to Stock Markets, Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 15(5): 391-406.
- Enders W., Granger C., 1998. Unit Root Tests and Asymmetric Adjustment with an Example Using the Term Structure of Interest Rates, Journal of Business & Economic Statistics, 16(3): 304-311.
- Enders W., Siklos P.L., 2001. Cointegration and Threshold Adjustment, Journal of Business & Economic Statistics, 19(2): 166-176.
- Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/rwtcd.htm>
- Ercan M. K. (1996). "Uluslararası Petrol Arama Ve Üretim Yatırımlarının Yapısı".

- Evcı S., şak N., Karaağaç Adana G., 2016. Altın Fiyatlarındaki Değişimin Markov Rejim Değişim Modelleriyle İncelenmesi, *Business and Economics Research Journal*, 7(4): 67-77.
- Fernihough A. ve Orourke. (2014). "Coal And European Industrial Revolution". The Institute For International Integration Studies Discussion Paper Series, No. 124, University Of Oxford.
- Franses P.H., Dijk V.D., 2000. *Non-linear Time Series Models in Empirical Finance*. Cambridge University Press.
- Gemici E., Polat M., 2019. Bitcoin Fiyatlarında Eşik Değer Etkisi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi*, 6(3): 669-681.
- Goo Y.J., Chen C.C., 2020. Asymmetric Momentum Threshold Effect of Copper Futures Returns on Spot Returns Volatility in London Metals Exchange under High Volatility, *Modern Economy*, 11(1): 51-61.
- Guriş B., 2020. R Uygulamalı Doğrusal Olmayan Zaman Serileri Analizi. Der Yayınları No: 0293, 1. Baskı, 290s, İstanbul, Türkiye.
- Hamilton J.D., 1989. A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and The Business Cycle, *Econometrica*, 57(2): 357-384.
- Hansen B.E., 1996. Inference When a Nuisance Parameter is not Identified Under the Null Hypothesis, *Econometrica: Journal of The Econometric Society*, 413-430.
- <http://www.econstor.eu/handle/10419/57602>, Date of Access: 15.06.2013.
- Huang, Y. ve Guo, F. (2007). The Role of Oil Price Shocks on China's Real Exchange Rate. *China Economic Review*, 18: 403-416.
- Indjehagopian, J.P., Lantz, F., Simon, V., (2000), "Dynamics of Heating Oil Market Prices in Europea", *Energy Economics*, 22, p. 225-252.
- Johanson. (2015). *What is Energy?* Britannica Educational Publishing
- Kapetanios G., Shin Y., 2006. Unit Root Tests in Three-Regime SETAR Models, *Econometrics Journal*, 9(2): 252-278.
- Keenan D.M. 1985. A Tukey Nonadditivity-Type Test for Time Series Nonlinearity, *Biometrika*, 72: 39-44.
- Kılhan, L., (2010), *Oil Price Volatility: Origins and Effects*, World Trade Organization Staff Working Paper, ERSD-2010-02, Internet Address:
- Koy A., 2017. Spot ve Vadeli Piyasa İlişkilerine Markov Rejim Değişim Yaklaşımı, *Bankacılar Dergisi*, 101:70-87.
- Krolzig, H.M., 1997. *Markov Switching Vector Autoregressions Modelling: Statistical Inference and Application to Business Cycle Analysis*, Berlin: Springer.
- Lardıç S. ve Vignon M. (2006). "The Impact Of Oil Prices On Gdp In European Countries: An Empirical Investigation Based On Asymmetric Cointegration". *Energy Policy*, 34, 3910-3915.
- Maupin T., 2019. *Can Bitcoin, and Other Cryptocurrencies, be Modeled Effectively with a Markov-Switching Approach?* Royal Institute of Technology School of Engineering Sciences, Stockholm, Sweden
- Metin N., Terzioğlu M. K., Dal S., Karadağ K. (2021). Commodity Price Uncertainty and Output Growth: SVAR-GARCH-M Model. *Current Methods and Applications in Econometrics (In Honor Of Prof. Dr. Ahmet M. Gökçen)*: Chapter 23. DOI: 10.26650/B/SS10.2021.013.23.
- Metin N., Terzioğlu M. K., Karadađ K. (2021). MLP/RBF Ađ Mimarileriyle Hibrit MGARCH-ANN Model Performans Karşılaştırması: Petrol Fiyat Oynaklığı. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi Özel Sayı*. 78-93, e-ISSN 2667-405X.
- Mohammadi H., Jahan-Parvar M.R., 2012. Oil Prices and Exchange Rates in Oil-Exporting Countries: Evidence From TAR and M-TAR Models, *Journal of Economics and Finance*, 36: 766-779.

- Moshiri S. (2015). Asymmetric Effects of Oil Price Shocks in Oil-Exporting Countries: The Role of Institutions, *OPEC Energy Review*, 39 (2): 222- 246.
- Mu-Lan W., Ching-Ping W. ve Huang, T.Y. (2010). Relationships Among Oil Price, Gold Price, Exchange Rate and International Stock Markets. *International Research Journal of Finance and Economics*, 47: 83-92.
- Neftçi S., 1984. Are Economic Time Series Asymmetric over the Business Cycles, *Journal of Political Economy*, 92:307-328.
- Özdemir S., Akgül I., 2015. Ham Petrol ve Benzin Fiyatlarının Sanayi Üretimine Etkisi: MS-VAR Modelleri ile Analizi, *Ege Akademik Bakış*, 15(3): 367-378.
- Sevim, C. (2012). Küresel Enerji Jeopolitiği ve Enerji Güvenliği. *Journal of Yasar University*, 7(26).
- Sollis R., 2004. Asymmetric Adjustment and Smooth Transitions: A Combination of Some Unit Root Tests, *Journal of Time Series Analysis*, 25(3): 409-417.
- Sümer K., Hepsağ A. 2007. Finansal Varlık Modelleri Çerçevesinde Piyasa Risklerinin Hesaplanması: Parametrik Olmayan Yaklaşım, *Bankacılar Dergisi*, 62: 3-24.
- Şahbaz, A., Adıgüzel, U., Bayat, T. ve Kayhan, S. (2014). Relationship Between Oil Prices and Exchange Rates: The Case of Romania. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 48 (2): 1-12.
- Terzioğlu, M.K., 2018. Ham Petrol Fiyatları ve Döviz Kuru: Markov-Geçiş Hata Düzeltme Modeli, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(1): 339-347.
- Tong H., 1978. *On a Threshold Model, Pattern Recognition and Signal Processing*, Sijthoff and Noordhff, Amsterdam.
- Tong H., 1983. *Threshold Models in Non-Linear Time Series Analysis 1.bs.* New York: Springer-Verlag.
- Tong H., Lim K.S., (1980). Threshold AutoRegression, Limit Cycles and Cyclical Data. *Journal of Royal Statistical Society B*, 42(3): 245-292.
- Tsay R.S., 1989. Nonlinearity Tests for Time Series, *Biometrika*, 73(2): 461-466.
- Van Eyden, R., Difeto, M., Gupta, R., & Wohar, M. E. (2019). Oil price volatility and economic growth: Evidence from advanced economies using more than a century's data. *Applied Energy*, 233, 612-621.
- Yasmeen, H., Wang, Y., Zameer, H., & Solangi, Y. A. (2019). Does oil price volatility influence real sector growth? Empirical evidence from Pakistan. *Energy Reports*, 5, 688-703.