

# HAM PETROL FİYATLARI VE DÖVİZ KURU: MARKOV-GEÇİŞ HATA DÜZELTME MODELİ

## CRUDE OIL PRICES AND EXCHANGE RATES: MARKOV-SWITCHING VECTOR ERROR-CORRECTION MODEL

*M. Kenan Terzioğlu\**

### ÖZ

Petrol piyasasında ki olağanüstü fiyat dalgalanmaları küresel ekonomi üzerinde etkili olmaktadır. Bretton Woods'un çöküşüyle birlikte petrol fiyatları ve döviz kurlarında uzun süreli salınımlar meydana gelmiştir. Petrol fiyat şokları dolayısıyla enerji piyasasında meydana gelen dengesizlikteki artış döviz kurlarına yönelik ilgiyi arttırmaktadır. Petrol arzı şoklarının ekonomi üzerindeki etkilerinin genellikle dış kaynaklı olması ve fiyatlardaki aşırı değişimler hem petrol ithal/ihrac eden ülkelerdeki politika üreticilerini hem de uluslararası yatırımcıları etkilemektedir. Krizin kapsamı ve süresi ile ilgili belirsizlik arttıkça, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların yükselen piyasalar üzerindeki etkilerinin incelenmesi önemli hale gelmektedir. Ekonomik büyümenin enerji büyümesiyle ilişkili olması nedeniyle gelişmekte olan ülkeler petrol fiyatlarındaki değişimlere karşı daha korunmasızdır. Gelişmiş ekonomiler ve petrol ihrac eden ülkeler genellikle literatürde incelenmesine rağmen, gelişmekte olan ülkelerin kuruna odaklanarak petrol fiyatları ile döviz kuru arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi açıklamaya çalışan çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Makale kapsamında, 1980:01-2017:06 aylık dönemleri için ham petrol fiyat seviyeleri ve döviz kuru arasındaki ilişki Markov geçiş vektör hata düzeltme modeli çerçevesinde incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Markov geçiş modeli, hata düzeltme, petrol fiyatları, döviz kuru  
**Jel Kod:** C32, C51, Q43

### ABSTRACT

Extraordinary price fluctuations in the oil market are affecting the global economy. With the collapse of Bretton Woods, long-term fluctuations in oil prices and exchange rates have come to the fore. Due to oil price shocks, the unbalanced increase in the energy market causes interest in exchange rates. The effects of oil supply shocks on the economy are often outsourced and excessive changes in prices are affecting are influences both the policy makers in importing / exporting countries and international investors. As the uncertainty about the extent and duration of the crisis increases, it becomes important to examine the effects of fluctuations in oil prices on rising markets. Developing countries are more vulnerable to changes in oil prices as economic growth is related to energy growth. Although developed economies and petroleum exporting countries are generally reviewed in the literature, there are not many studies attempting to explain the non-linear relationship between oil prices and the exchange rate, focusing on the developing countries. In this article, the relationship between crude oil price levels and the exchange rate for 1980: 01 - 2017: 06 monthly periods is examined in the context of the Markov-Switching vector error-correction model.

**Keywords:** Markov switching model, vector error correction, oil prices, exchange rate  
**Jel Code:** C32, C51, Q43

---

\*Yrd.Doç.Dr.,Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Edirne.  
kenaanterzioglu@trakya.edu.tr

## GİRİŞ:

Küresel ekonomik performansın önemli belirleyicilerinden petrol fiyatındaki artış, mal ve hizmet üretiminin maliyetini artırarak fiyat düzeylerinde artışa neden olmaktadır. Beklenen enflasyon ve öz sermaye getirileri arasındaki negatif ilişki finansal piyasalarda olumsuz bir hava yaratmaktadır. Ek olarak, petrol fiyatları gayrisafi yurtiçi hasılaya da etki ederek ekonomik hareketler üzerinde belirleyici olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin dünya gayri safi yurtiçi hasılası içindeki payının önemli derecede artmasıyla uluslararası plandaki baskınlıkları da artmaya başlamıştır. Gelişmekte olan ekonomilerin sermaye akışında dönemsel olarak aşırı değişiklikler yaşanmaktadır. Finansal sistemi yeterince derin olmayan ve piyasa direncini kaybedebilme ihtimali olan gelişmekte olan piyasalara net özel sermaye girişleri artan yönde devam etmektedir.

Petrol fiyatındaki artış ticaret açısından bir kayma meydana getirerek gelirin petrol ithal eden ülkelere petrol ihrac eden ülkelere aktarılmasına yol açmaktadır. Talebi esnek olmayan bir ihracın fiyatı arttığında ihrac eden ülkenin para biriminin talebinde artış yaşanmakta ve o para biriminin değeri yukarı eğilim göstermektedir. Genellikle maliyetlerde anlamlı bir etki olmazken ihraçtan gelen kazançlar artmaktadır. Diğer bir ifadeyle, elverişli (elverişsiz) ticaret koşullarının petrol ihracatçısı (ithalatçısı) üzerindeki etkisi, o ülkenin para birimi üzerinde yukarı yönde (aşağı yönde) basıncı tetiklemektedir. Abed ve ark. (2016), pazarlanabilen ve pazarlanamayan ihraçların üretim fiyatlarının petrol fiyatlarındaki artışa duyarlı olması durumunda petrol fiyatlarındaki artışların döviz kurunda ya değer kaybına ya da değer artışına neden olacağını vurgulamaktadır. Pazarlanabilir sektöre kıyasla pazarlanamayan sektörün daha fazla (daha az) enerji odaklı olduğu durumda üretim fiyatları artarken (düşerken) gerçek döviz kuru değer kazanmaktadır (kaybetmektedir). Gelişmekte olan piyasalara sermaye akışını belirleyen önemli faktörlerden bir tanesi petrol dolarlarının geri dönüşümüdür. Petrol dolarlarının uluslararası bankacılık sistemi tarafından doğrudan geri dönüştürülmesi gelişmiş ülkelere bu fonlara ulaşmada önemli avantajlar sağlamaktadır. Risksiz varlıklara yatırım yapılması gelişmiş ülkelerin yükselen enerji fiyatlarının neden olduğu ödemeler dengesi açıklarının finanse edilmesini sağlamaktadır. Rezervleri yönetmekten sorumlu petrol ihrac eden ülkelerdeki finansal kuruluşların yükselen piyasa ekonomisindeki varlıkları direkt satın almaya başlaması ile petrol dolarları dönüştürmekte uluslararası bankacılık sistemine olan güvenin değiştiği gözlemlenmektedir. Bu değişim petrol fiyatları ve gelişmekte olan piyasa ekonomilerine doğru olan sermaye akışı arasındaki bağlantıyı etkilemekte ve döviz kurlarını artırmaktadır. Ülkenin dış ticaret açığında artışa ve yerel para biriminde değer kaybına neden olduğundan petrol fiyatındaki artışın petrol ithal eden ekonomiyi baskılaması beklenmektedir.

Petrol dolarlarının dönüşüm mekanizmasındaki değişikliklere ek olarak petrol-fiyat seviyesindeki değişiklikler de petrol ihrac eden ülkelerin yatırım stratejilerini değiştirerek gelişmekte olan piyasalara nakit akışını yani döviz kurlarını etkilemektedir. Devlet borçlarının azaltılması için ekstra gelirler kullanabilmektedir. Petrol fiyatlarındaki artışın (böylece ekstra gelirin) devam edeceği olacağı öngörülüyorsa yurtiçi tüketimin ve yatırımın finanse edilmesi için en uygun yol harcamanın artırılması olmaktadır. Bununla birlikte, petrol fiyatındaki yüksekliğin geçici ve iktisadi dalgalanmaların olası olması durumundaysa, tasarruf oranını artırmak daha iyi bir seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Petrolün gelen gelirlerin biriktirilmesi petrol ihrac eden bir ülkede gelecekteki ekonomik şoklara karşı bir tampon oluşturabilmektedir. Bu durumda, ülke bütçesi petrolün hareketlerinden korunmakta ve satın alınan yabancı finansal araçlar ile yatırım getirisi kazanılmakta ve fırsatlar çeşitlendirilmektedir. Gelişmekte olan ekonomiler, sermayenin içe ve dışa akışlarına daha fazla bağımlı olduğundan petrol dolarlarının dönüşüm mekanizmasının ve petrol ihrac eden ülkelerin çeşitlendirme tercihlerinin belirlenmesi gerekmektedir. ABD dolarının uluslararası uzlaşa para birimi olmasından, arz ve talepteki değişimler yoluyla, ABD doları döviz kurundan direkt petrol fiyatlarına geçiş sağlanmaktadır. Döviz kuru ve ticaret yapılanmaları, petrolün dolar olarak fiyatının gerçek ekonomiye aktarıldığı kilit kanallardan biridir. Bu nedenle ABD dolarının hareketleri uluslararası enerji piyasasında prediktif güç olarak kabul edilmektedir. Zhang (2013), petrolün dolar fiyatının ABD dolarındaki değer kaybı ile yükselme izlenimi verdiğini ifade etmektedir. Nguyen (2015), petrolün arz ve talebinin işlem yapılan para birimindeki dalgalanmalardan etkilendiğinden ham petrol fiyatlarının ticaret yapılan para biriminin hareketlerine karşı kırılma eğiliminde olduğunu ifade etmektedir. ABD dolarındaki değer kaybının, petrolün dolar fiyatındaki yükseliş ile ilişkili olduğu çıkarımında bulunmaktadır. Emtia fiyatlarının büyük oranda ABD doları üzerinden değerlendirilmesinden ve petrol fiyatı ile petrol ticaretinin yapıldığı para biriminin değişim oranı arasındaki ilişkiden yola çıkılarak petrol fiyatı ile ABD dolarındaki dalgalanmanın ters ilişkili olduğu savı desteklenmektedir (Novotný, 2012).

Petrol fiyatları ve döviz kurları arasındaki ilişki, küreselleşme ve finansal serbestleşme sonucunda diğer ekonomileri de önemli ölçüde etkileyen uluslararası finansal piyasaların önemli iki bileşenidir. Petrol fiyatları ve döviz kuru arasındaki ilişkiler genellikle vektör otoregresif, Granger nedensellik ve eş bütünleşme yöntemleri kullanılarak doğrusal bir yapı altında incelenmektedir. Amano ve van Noden (1998), Indjehagopian ve ark. (2000), Zalduendo (2006), Huang ve Guo (2007), Zhang ve ark.(2008), Coudert ve ark.(2008), Lizardo ve Mollick, (2010) ve Kilian ve Lewis (2011), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde petrol fiyatındaki dalgalanmaların ve döviz kuru değişkenliğinin makroekonomik değişkenlere olan etkilerini incelemektedir. Birçok çalışma gözlenen değişkenler arasında istikrarlı uzun vadede denge ilişkilerini sağlayan doğrusal vektör hata düzeltme modelini

(VECM) kullanılmaktadır. Bununla birlikte, denge ilişkilerinde parametrenin sabitlik varsayımı kısıtlayıcı olmaktadır. Bu modellerin hepsi döviz kurlarının petrol fiyatlarına yanıtının simetrik olduğu varsayımını içermektedir. Enders ve Dibooglu (2001) döviz kurlarının petrol fiyat şoklarına asimetrik yanıt verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, iş çevrimleri sistemde kararsızlığa yol açtığından büyüme veya durgunluk olarak adlandırılan olası ekonomi hareketlerini yakalamak için doğrusal olmayan bir çerçevenin kullanılması daha anlamlı olmaktadır (Beckmann ve Czudaj,2012). Hamilton (1989), lineer modellere alternatif olarak Markov sürecini otoregresif model ile birleştirerek Markov rejim değişim (MS) modelini ortaya koymaktadır. Engel ve Hamilton (1990), iki durumlu MS modeli çerçevesinde döviz kurlarının değer artışı ve değer kaybı şeklinde iki farklı durum altında asimetrik özellikler bulunduğunu ifade etmektedir. Kaminsky (1993), Evans ve Lewis (1995) ve Dewatcher (1997), MS modelleri çerçevesinde döviz kurlarını modellemektedir. Reboredo (2012), petrol ihraç eden ülkelerde daha güçlü olmakla birlikte, petrol fiyatlarındaki artış ile dolara karşı değer kaybının farklı ülke para birimleri için zayıf iki yönlü nedensel ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Literatürde petrol fiyatları ile döviz kurları arasında farklı teorik ilişkiler tesis edilmiş olup nedensellik her iki yönde de bulunmuştur. Petrol fiyatlarının döviz kurları üzerindeki nedensel etkisini saptamak üzere reel döviz kurlarına ve nominal döviz kuru ayarlamasına odaklanan iki yaklaşım bulunmaktadır. Breitenfellner ve Cuaresma (2008), uzun vadede ilişkilerinin ortaya çıkarılması için yapısal değişikliklere izin verilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır. Balke ve Fomby (1997), Lo ve Zivot (2001) ve Hansen ve Seo (2002), verilerin piyasa kuvvetleri tarafından oluşturulduğunda rejim değişkeninin iç kaynaklı olduğu eşik VECM dinamiklerinin kullanılması gerektiğini ifade etmektedir. Politika müdahaleleri veya küresel ekonomik krizler gibi dış kaynaklı faktörler verileri etkiliyorsa, rejim değişkeni dış kaynaklı olasılıksal bir süreç olarak görüldüğünden, MS-VECM modellemesinin daha uygun olduğu vurgulanmaktadır (Ihle ve von Cramon-Taubadel, 2008). Teräsvirta (1994), rejimler arasındaki geçişte sorumlu değişkenin tanımlanması gerektirmeyen MS-VECM yaklaşımının daha uygun olduğunu ifade etmektedir. MS-VECM yaklaşımıyla verilerdeki potansiyel saklı(gizli) rejimlerin belirlenmesine izin verilmekte ve değişkenler arasındaki doğrusal olmayan dinamiklerin belirtilmesi sağlanmaktadır.

Çalışma kapsamında, petrol fiyatındaki değişikliklerin döviz kuru sistemini yönlendirmek için gerekli dinamiklere sahip olup olmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Petrol fiyatları ve döviz kuru ilişkisinin altında yatan dinamiklerin ortaya çıkarılması için döviz kurları ile petrol fiyatı arasındaki ilişki Markov geçiş (rejim değişim) vektör hata düzeltme modeli (MS-VECM) kullanılarak analiz edilmektedir. İlk bölümde konuya genel bir giriş yapıldıktan sonra, kullanılan modele ilişkin teorik çerçeve ikinci bölümde verilmiştir. Üçüncü bölümde, gelişmekte olan ülkelere Türkiye'nin döviz kuru dinamiklerini açıklamada petrol fiyatlarının etkisi doğrusal olmayan bir çerçevede MS model yapısı kullanılarak belirlenmiş ve petrol fiyatlarındaki değişimlerin döviz kuru hareketleri üzerindeki etkisi test edildikten sonra döviz kurunun dinamik yanıtının belirlenmesi için etki-tepki analizleri yapılmıştır. Son bölüm ise bulgulara ayrılmıştır.

## 2. EKONOMETRİK METODOLOJİ:

Markov geçiş modelleri, yüksek momentli yapıları, zaman-bağımlı parametreleri, asimetrik döngüleri ve zaman serisinde atlama/kırılma gibi doğrusal olmayan dinamik süreçleri içinde barındıran doğrusal olmayan zaman serisi modelleri kategorisine girmektedir (Fan ve Yao, 2003). Granger (1996), Hansen (2001) ve Perron (2006), makroekonomik zaman serisi modellemelerinde yapısal değişiminin ve/veya rejim kaymalarının belirgin biçimde göz önüne alınması gerekliliğini vurgulamaktadır. Hamilton (1989), tek değişkenli Markov geçiş otoregresif (MS-AR) modelini ve Krolzig (1997,1999), MS-AR modelini çok değişkenli yapıda ifade eden Markov geçiş vektör otoregresif (MS-VAR) ve Markov geçiş vektör hata düzeltme (MS-VEC) modellerini ortaya koymaktadır.

Parametrelerdeki zaman değişiminin doğrudan rejim değişimini yansıttığı MS yaklaşımı, rejimdeki değişimlerin dışsal bir Markov süreci tarafından yönetilen rastgele olaylar olarak değerlendirilmekte ve MS-VEC model yapısına bir uzantı sağlanmaktadır. Aynı zamanda, MS-VEC modeli etki-tepki analizi için asimetrik (rejime bağlı) çıkarıma da izin vermektedir.  $\mathcal{F}_t$  ve  $\mathbf{R}_t$  ilgilenilen iki değişken olmak üzere,  $t$  periyoduna kadar ( $t$  dahil)  $\mathbf{X}_t$  zaman serisi vektörü  $\mathbf{X}_t = [\mathcal{F}_t, \mathbf{R}_t]'$  tanımlandığında,  $p$  negatif olmayan tamsayı iken,  $\mathfrak{F}_t = \{\mathbf{X}_t | \boldsymbol{\tau} = \mathbf{t}, \mathbf{t} - \mathbf{1}, \dots, \mathbf{1} - \mathbf{p}\}$  olduğu varsayılmaktadır. Rastgele değişkenler vektörü  $X_t$  her  $t \in \{1, 2, \dots, T\}$  için  $f(\mathbf{X}_t | \mathfrak{F}_{t-1}, \boldsymbol{\theta})$  şeklinde bir (olasılık) yoğunluk fonksiyonunun olduğu kabul edilmektedir. Parametreleri ve parametre uzayı, sırasıyla,  $\boldsymbol{\theta}$  ve  $\Theta$  olarak gösterilmek ve  $\boldsymbol{\theta}$ 'nın gerçek değeri  $\theta_0 \in \Theta$  olarak belirtilmek üzere  $\mathbf{S}_t \in \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \dots, \mathbf{q}\}$  q-durumlu Markov (zincirleme) süreci izleyen stokastik değişken olarak tanımlanmaktadır. MS-VEC modelinde saklı durum değişkeni  $\mathbf{S}_t$  herhangi bir zaman noktasında ekonomide ilgilenilen durumun olasılığını belirlemektedir. İlgilenilen değişkenler eş-bütünleşik olup dinamik etkileşimleri zaman-bağımlı değişen parametreler olarak ortaya çıkarılabilmektedir. MS-VAR modelinin derecesi  $p$ ,  $(2 \times 2)$  pozitif tanımlı kovaryans matrisi  $\boldsymbol{\Omega}_{s_t}$  ve  $[\varepsilon_t | S_t \sim N(0, \boldsymbol{\Omega}_{s_t})]$  olmak üzere MS-VEC modeli,

$$\Delta \mathbf{X}_t = \boldsymbol{\mu}_{s_t} + \sum_{k=1}^{p-1} \boldsymbol{\Gamma}_{s_t}^{(k)} \Delta \mathbf{X}_{t-k} + \boldsymbol{\Pi}_{s_t} \mathbf{X}_{t-1} + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

şeklinde yazılmaktadır. Gözlemlenemeyen,  $\mathbf{X}_s$ 'in geçmiş değerlerinden bağımsız olan ve  $\mathbf{S}_{t-1}$ 'e

koşullandırılmış  $S_t$  rejim değişkeninin q-durumlu Markov sürecini izlediği varsayılmaktadır. MS-VEC modeli,  $\Omega_{S_t}$  varyans matrisini içeren tüm parametrelerin  $S_t$  saklı rejimine veya durum değişkenine bağlı olmasını sağlamaktadır.  $\Pi_{S_t}$  matrisi, belirtilen MS-VEC modelinde petrol fiyatları ve döviz kuru arasındaki uzun dönemli ilişkileri içermektedir.  $\Pi_{S_t}$  geçişi, eşbütünleşik vektörler ( $\beta'$ ), ağırlıklandırma matrisi ( $\alpha$ ) veya her ikisi kullanılarak yorumlanmaktadır. (nrx) boyutlu  $\beta$  durum-bağımsız eşbütünleşme vektörülerinin matrisi ve (nrx) boyutlu durum-bağımlı  $\alpha_{S_t}$  ağırlık matrisi tarafından tanımlanan  $\Pi_{S_t}$  durum-bağımlı uzun dönem etki matrisi

$$\Pi_{S_t} = \alpha_{S_t} \beta'$$

şeklinde gösterilmektedir. MS model yapısının diğer bir önemli özelliği, değişkenlerin uzun dönem dengeye gelme hızı rejime bağlı değişim göstermektedir. MS model yapısında,  $z_t = \beta' X_{t-1}$  olarak ifade edilen denge hatalarının doğrusal olmayan dinamiklerine bağlı olarak hata düzeltme eşitliğindeki kuvvet ( $\alpha_{S_t}$ ) ve dışsal değişkenlerin kısa dönem dinamikleri ( $\Gamma_{S_t}$ ) zaman içinde değişmektedir.

İki rejim modeli birçok makroekonomik zaman serisinde gözlemlenen kriz-yeniden toparlanma döngülerini modelleyebilmektedir. Hamilton (1989), Diebold ve diğ. (1994), Durland ve McCurdy (1994), Filardo (1994), Ghysels (1994), Kim ve Yoo (1995) ve Filardo ve Gordon (1998), iki rejimli MS modellerinin makroekonomik zaman serilerinde rejim geçiş davranışını yakalayabilecek ölçüde olduğunu göstermektedir. MS-VEC modelleri, değişkenlerin kısa dönem etkileşimlerinin analizi için bazı yeterli özellikler içermektedir. Öncelikle, tam örneklem parametre geçişlerine bağlı olarak rejimler sınıflandırılmakta ve böylece değişkenler arasındaki dinamik etkileşimlerin değişimleri tespit edilebilmektedir. İkinci olarak, bilinmeyen dönemlerde değişkenler arasındaki dinamik ilişkilerdeki olası değişimlere izin verilmektedir. Üçüncü olarak, rejim değişikliklerinin gerçekleştiği tarihler hakkında olasılıksal çıkarımlar yapılabilmektedir. Rejim değişikliğinin gerçekten olup olmadığı değerlendirilebilmekte ve bu rejim değişiklikleri tanımlanabilmektedir. Son olarak, rejim bağımlı etki-tepki fonksiyonu oluşturularak etkilerin rejimlerle değişip değişmediği belirlenebilmektedir.

MS-VEC modelindeki tüm değişkenler durağan olduğundan tahmin ediciler asimptotik olarak normal dağılmakta ve genel istatistiksel çıkarımlar geçerli olmaktadır (Krolzig, 1997; Saikkonen, 1992; Saikkonen ve Luukkonen, 1997; Krolzig ve diğ., 2002). İlk olarak, Johansen (1988, 1991) prosedürünü kullanarak eş-bütünleşik ilişkilerin sayısını belirlenmektedir. Denge hataları belirlendikten sonra denge hataları kullanılarak MS-VEC modeli elde edilmektedir. Saikkonen (1992) ve Saikkonen ve Luukkonen (1997), Johansen model yapısının rejim geçişinin varlığında bile bütünleşik vektörleri tahmin ettiğini vurgulamaktadır. MS modellerinin parametre tahmininde genellikle üç yöntem kullanılmaktadır. En basit tahmin yöntemi olan maksimum olabilirlik (ML) yönteminde olasılık fonksiyonunun global maksimumu bulunmamaktadır. Beklenti maksimizasyonu (EM), MS modellerinde daha çok kullanılmaktadır (Dempster ve diğ. 1977; Lindgren, 1978; Hamilton, 1994).  $X_t$ 'nin normal koşulu dağılımı  $\{\mathcal{S}_t, S_t, S_{t-1}, \dots, S_0, \theta'\}$  olarak verildiğinde, olabilirlik fonksiyonu iki aşamada EM algoritması kullanılarak yakınsamaktadır. İlk aşamada, mevcut parametre tahminleri ve veriler gözönüne alınarak, log-olabilirlik koşullu bekleneni hesaplanmakta (E-adım) ve sonrasında, tüm verinin logaritmik olabilirlik fonksiyonunu maksimize eden parametreler (M-adım) hesaplanmaktadır. EM algoritması yavaş yakınsama gösterebilmekte ve parametrelerin standart hataları doğrudan hesaplanamamaktadır. Diğer yöntem ise Gibbs örneklemesine dayanan Bayesyen Markov zinciri Monte Carlo (MCMC) yönteminin kullanılmasıdır. ML ve EM yöntemleri her dönem ve her rejim için olabilirliklerin tam vektörlerinin hesaplanmasında belirli model türleri için genellikle başarısız olmaktadır. MCMC, tüm rejimler için örneklem yörüngelerinin ağırlıklı ortalamaları yerine tek bir örneklem yörüngesi üzerinden çalıştığından diğer yöntemlerde gözükken problemlerle karşılaşmamaktadır.

Değişkenler arasındaki dinamik etkileşimi analiz etmek için etki-tepki fonksiyonunu kullanılmaktadır. Etkiler her zaman periyodunda sistem rejimine bağlı olduğundan, etki-tepki analizinde rejim sürecinin gelecekteki yörüngesinin bilinmesi gereklidir. Rejim sürecinin gelecek adımını hesaplamak için sıradan bir yöntem bulunmadığından MS-VEC modellerinde çok adımlı etki-tepki fonksiyonlarının hesaplanması karmaşıktır. MS-VEC modelinin etki-tepkileri rejim geçmişini genişleme dönemine entegre etmesi gerekmektedir. MS modellerinde etki-tepkilerin geçmiş bağımlılığı için iki yaklaşım bulunmaktadır. Ehrmann ve ark. (2003), rejimlerin şok horizonunun ötesine geçmediğini varsayarak rejim bağımlı etki-tepkileri (RDIRF) vurgulamaktadır. Bununla birlikte, şok yayılımında rejim geçişlerinin olması halinde RDIRF analizi uygun olmamaktadır. Krolzig (2006), tarihsel bağımlılığı kabul ederek ilgili dönem için şokların yayılımını etkileyen rejim sürecine izin vermektedir. Diğer bir ifadeyle,  $S_t$  rejimi ve  $P$  geçiş olasılığı altında  $S_{t+h}$  gelecek rejimin koşullu olasılığı hesaplanmaktadır. (Balcılar vd., 2015).

### 3. HAM PETROL FİYATLARININ DÖVİZ KURU ÜZERİNE ETKİSİ:

Çalışma kapsamında, 1980:01-2017:06 aylık dönemleri için Uluslararası Para Fonu- Uluslararası Finansal İstatistikler (IMF-IFS) veri tabanından elde edilen ham petrol (P) fiyatları (Brent, West Texas ve Dubai Fateh olmak üzere üç spot fiyatının ortalaması) ve Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (TCMB-EVDS) veri tabanından elde edilen ABD/TRY döviz kuru (D) serileri kullanılmaktadır. Doğal

logaritmaları ve logaritmik farkları alınmış serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, serilerde hem normallik varsayımının ret edildiği hem de bazı seviyelerinde otokorelasyon ve otoregresif koşullu heterokasdisite gözlemlenmektedir. Tablo 1.'de logaritmik serilere(LP ve LD) ve logaritmik farkları alınmış serilere (DLP ve DLD) ilişkin, gecikme derecesinin belirlenmesi için Bayesyen bilgi kriteri (BIC) kullanılarak, elde edilen birim kök sonuçları verilmektedir.

**Tablo 1. Birim Kök Test Sonuçları**

	Logaritmik Serilere İlişkin		Logaritmik Farkları Alınmış Serilere İlişkin	
	LP	LD	DLP	DLD
ADF	-2.746	0.7166	-15.188**	-17.494**
$Z_{\alpha}$	-2.460	0.0203	-14.526*	-17.639**
$MZ_{\alpha}$	-7.928	0.7719	-199.926**	-0.922**
$MZ_t$	-1.991	0.7708	-9.989**	-0.599**
KPSS	0.441*	0.5815*	0.0759	0.2281

\*,\*\*,\*\*\* sırasıyla 0.01,0.05 ve 0.10 önem derecelerini göstermektedir (ADF: Genişletilmiş Dickey-Fuller testi, Dickey ve Fuller,1979), $Z_{\alpha}$ : Phillips-Perron testi, Phillips ve Perron,1988),  $MZ_{\alpha}$  ve  $MZ_t$ : modifiye edilmiş Phillips-Perron testi, Perron ve Ng(1996) ve KPSS: Kwiatkowski vd (1992) testi).

Çalışma kapsamında, uygun bir MS-VEC modeli oluşturmak için öncelikle uygun model seti tanımlanmıştır. Doğrusal VAR(p) modelinde Bayesyen bilgi kriteri (BIC) kullanılarak p derecesine karar verilmiş ve sonrasında MS-VEC modeli belirlenmiştir. MS-VEC belirlemesi rejim sayıları (q) ve varyans matrisi tanımlamasına göre farklılık göstermektedir. Çalışma kapsamında, petrol fiyatları ve döviz kuru serilerinin oynaklıklarının önemli ölçüde değiştiği dönem incelendiğinden sadece rejim bağımlı (heteroskedastik) varyans modelleri ele alınmıştır. MS-VEC modeli belirlendikten sonra verilerdeki doğrusallık test edilmiştir. MS-VEC modelinin doğrusal VEC model alternatifine göre test etmek için olabilirlik-oran (LR) istatistiği kullanılmıştır. Doğrusal olmama koşulu altında, rejim sayısı ve MS model türü seçilmiştir. Tablo 2.'de vektör otoregresyon VAR(p) modeli için serilere ilişkin seçim kriterleri ve çok değişkenli eş-bütünleşme testleri gösterilmektedir. Tablonun ilk kısmında Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ) ve Bayesyen (BIC) bilgi kriterine ilişkin sonuçlar gösterilmektedir. VAR derecesi 2 olarak seçilmiş ve eş-bütünleşme testine ilişkin verilen maksimum öz değer ve iz-istatistiklerine göre iki seri arasında eş-bütünleşik bir ilişkinin varlığından söz edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 2.'de MS-VEC modeli için model seçimi verilmektedir. MS-VEC modeli için minimum BIC değerine göre gecikme uzunluğu seçilmiştir. MS-VEC modeli Gibbs örnekleme ve Bayesyen Monte Carlo Markov Zinciri(MCMC) yöntemi kullanarak tahmin edilmiştir.

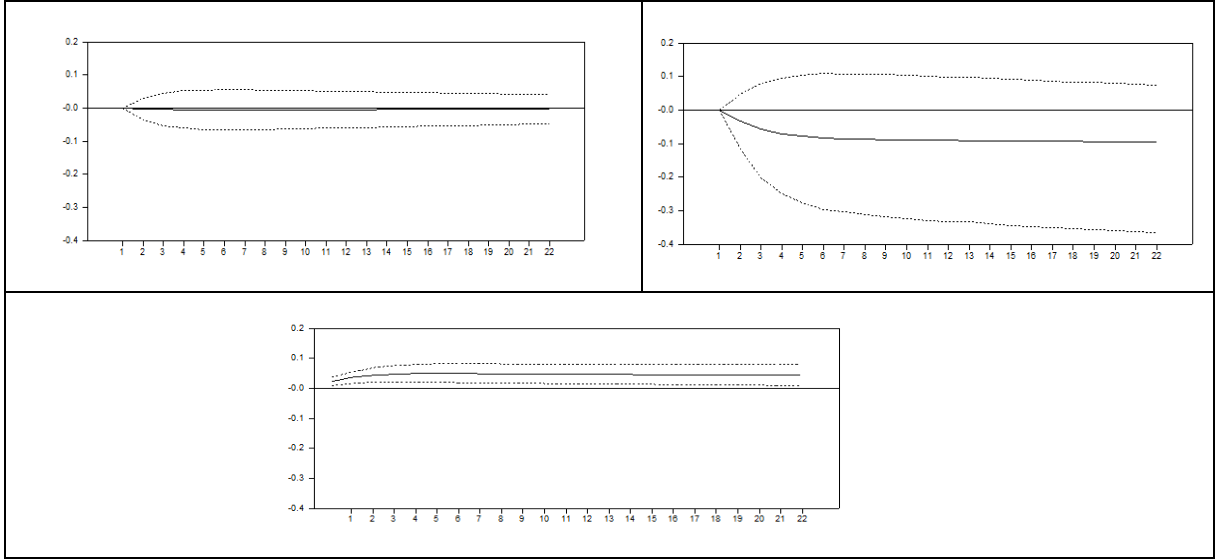
**Tablo 2. Eş-bütünleşme Testi ve MS-VEC Model Tahmini**

VAR Gecikme Uzunluğu								
Gecikme Sayısı(p)	1	2	3	4	5	6	7	8
AIC	-5.6364	-5.9632*	-5.9574	-5.9561	-5.9513	-5.9480	-5.9618	-5.9454
BIC	-5.6178	-5.9076*	-5.8647	-5.8263	-5.7844	-5.7440	-5.7207	-5.6672
HQ	-5.6291	-5.9413*	-5.9208	-5.9049	-5.8854	-5.8675	-5.8667	-5.8357
Johansen Eş-bütünleşme Testi								
Özdeğer	0.0677				0.0091			
İstatistikleri								
Trace İstatistikleri	$H_0$	$\lambda_{max}$	%5 (Kritik Değer)		Eş-bütünleşme Vektörü			
	$r = 1$	4.0975	3.8400		LP		LD	
	$r = 0$	31.4173	15.4100		1.0000		1.0000	
	$H_0$	$\lambda_{iz}$	%5 (Kritik Değer)					
	$r \leq 1$	4.0975	3.8400		1.6043		0.0200	
	$r = 0$	35.5148	14.2646					
MS-VECM	Geçiş Olasılıkları Matrisi			$P = \begin{bmatrix} 0.9552 & 0.2119 \\ 0.0448 & 0.7881 \end{bmatrix}$				
				Rejim 1		Rejim 2		
	Olasılık			0.9872		0.0128		
	Süre(ay)			22		5		

Düşük ve yüksek rejim oynaklıklarının ortalama uzun dönem olasılıkları 0.987 ve 0.013 olarak hesaplanmaktadır. Düşük ve yüksek oynaklık rejimlerinin ortalama süreleri ise, sırasıyla, 22 ay ve 5 ay olarak elde edilmektedir. Çalışma kapsamında, RDIRF analizi ve MCMC birleştirilerek döviz kurunun petrol fiyatlarına dinamik tepkisi ekonominin bulunduğu duruma ve petrol fiyatlarının yayılımına göre incelenmektedir. Şekil 1. petrol fiyatındaki

bir standart sapmalı şoka karşılık döviz kurunun verdiği etki-tepkiyi göstermektedir. Analizde, Ehrmann ve diğ.(2003) rejim bağımlı etki tepkiler yöntemi kullanılarak MS-VEC etki tepkileri elde edilmektedir

**Şekil 1.** Doğrusal VEC ve MS-VEC model yapısında petrol fiyatına döviz kuru değişkeninin etki-tepkisi



\*(i)MS-VEC model yapısında petrol fiyatındaki şoka döviz kuru değişkeninin tepkisi (rejim1), (ii) MS-VEC model yapısında petrol fiyatındaki şoka döviz kuru değişkeninin tepkisi (rejim2) ve (iii) Doğrusal VEC model yapısında petrol fiyatındaki şoka döviz kuru değişkeninin tepkisi

## SONUÇ

Çalışmada kullanılan uzun örneklem periyodu krizleri ve önemli sayıda iş çevrimlerini içermektedir. MS modelleri iş çevrimi ve rejim değişimi yapılarını içinde bulunduran verilere iyi uyum sağlamaktadır. Diğer modellerin aksine bütünleşme uzayında sürecin dinamikleri hem etkin bir şekilde yakalanmakta hem de uygun bir yapısal formda sezgisel sonuçlar sağlamaktadır. Çalışmada, zaman-bağımlı parametrelerden oluşan vektör hata düzeltme (VEC) modeli kullanılmaktadır. MS-VEC modeliyle aylık ham petrol fiyatı ve döviz kuru arasındaki zaman-bağımlı dinamik ilişkiyi analiz etmektedir. Çalışmada, iki rejimin (yani,  $q = 2$ ) petrol fiyatı ve döviz kuru arasındaki dinamik etkileşimleri yeterli derecede açıkladığı sonucuna varılmaktadır.

Çalışmada, petrol fiyatı ve döviz kuru serilerinin doğal logaritmalarının durağan özellik göstermemesi ve iki seri arasında eş-bütünleşme varlığının olmasından MS-VEC model yapısı tahmin sürecinde kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan model kalıbı tarafından belirlenen etki-tepki fonksiyonlarına göre yüksek oynaklık dönemlerinde petrol fiyatındaki şok döviz kurlarında negatif etki yaratmaktadır, bununla birlikte düşük oynaklık dönemlerinde bir ilişkiye rastlanılmamıştır. Uzun bir periyod alınarak yapılan çalışma sonucu, doğrusal olmama durumu göz ardı edildiğinde sorunlu sonuçlarla karşılaşılmasının muhtemel olacağı bulgusuna götürmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abed, R.E.L., Amor, T.H., ve Nouria, R. (2016), Asymmetric effect and dynamic relationships between oil prices shocks and exchange rate volatility: Evidence from some selected MENA countries. Middle East Economic Association, 15th The International Conference Doha, Qatar, March, 1-24.
- Amano, R. ve Norden S. (1998), Exchange Rates and Oil Prices, *Review of International Economics*, Vol. 6, No. 4, pp. 683–94.
- Balçılar, M., Gupta, R., ve Miller, S. M. (2015). Regime Switching Model of US Crude Oil and Stock Market Prices: 1859 to 2013. *Energy Economics*, 49, 317-327.
- Balke, N.S.ve Fomby, T.B. (1997), Threshold Cointegration. *International Economic Review*, 38(3), 627-645.
- Beckmann, J. ve Czudaj, R. (2012), Oil Price and U.S. Dollar Exchange Rates Dynamics, University of Duisburg- Essen, Department of Economics.
- Breitenfellner, A. and Cuaresma J. C. (2008), Crude Oil Prices and the Euro-Dollar Exchange Rate: A Forecasting Exercise. *University of Innsbruck, Working Papers in Economics and Statistics*, No. 2008-08.
- Coudert, V., Mignon, V. ve Penot, A. (2008), Oil Price and the Dollar, *Energy Studies Review*, Vol. 15, No. 2, pp. 45–58.
- Dempster, A.P., Laird, N.M. ve Rubin, D.B (1977), Maximum Likelihood Estimation from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society*, 39 (Series B), 1–38.
- Dewachter, H. (1997), Sign Predictions of Exchange Rate Changes: Charts as Proxies for Bayesian inferences, *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 133, pp. 39–55.
- Diebold, F. X., Lee, J.-H. ve Weinbach, G. C., (1994), Regime switching with time-varying transition probabilities. In C. Hargreaves (ed.) *Nonstationary Time Series Analysis and Cointegration*, pp. 283–302, Oxford: Oxford University Press.
- Durland, J. M. ve McCurdy, T. H., (1994), Duration-dependent transitions in a Markov model of U.S. GNP growth. *Journal of Business and Economic Statistics* 12, 279–288.
- Enders, W. ve Dibooglu, S. (2001), Long-run Purchasing Power Parity with Asymmetric Adjustment, *Southern Economic Journal*, Vol. 68, No. 2, pp. 433–45.
- Engel, C. ve Hamilton, J. (1990), Long Swings in the Dollar: Are They in the Data and do Market Know It?, *American Economic Review*, Vol. 80, pp. 687–713.
- Ehrmann, M., Ellison, M. ve Valla N., (2003). Regime-dependent impulse response functions in a Markov-switching vector autoregression model. *Economics Letters* 78, 295–299.
- Evans, M. ve Lewis, K (1995), ‘Do Long-term Swings in the Dollar Affect Estimates of the Risk Premia?’, *Review of Financial Studies*, Vol. 8, pp. 709–42.
- Fan, J ve Yao, Q., (2003). *Nonlinear Time Series: Nonparametric and Parametric Methods*. New York: Springer.
- Filardo, A. J., (1994). Business-cycle phases and their transitional dynamics. *Journal of Business and Economic Statistics* 12, 299–308.
- Filardo, A. J. ve Gordon, S. F., (1998). Business cycle durations. *Journal of Econometrics* 85, 99–123
- Ghysels, E., (1994), On the periodic structure of the business cycle. *Journal of Business and Economic Statistics* 12, 289–298.
- Granger, C. W. J., (1996), Can we improve the perceived quality of economic forecasts? *Journal of Applied Econometrics* 11, 455-473.
- Hamilton, J. (1989), A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle, *Econometrica*, Vol. 57, pp. 357–84.
- Hamilton, J. D., (1994). *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Hansen, B. E.(2001), The new econometrics of structural change: dating breaks in U.S. labor productivity. *The Journal of Economic Perspectives* 15, 117–128.



- Hansen, B.E. ve Seo, B. (2002), Testing for Two-Regime Threshold Cointegration in Vector Error-Correction Models. *Journal of Econometrics*, 110(2), 293-318.
- Huang, Y. ve Guo F. (2007), The Role of Oil Price Shocks on China's Real Exchange Rate, *China Economic Review*, Vol. 18, pp. 403-16.
- Ihle, R. ve Cramon-Taubadel, S. ,(2008), A Comparison of Threshold Cointegration and Markov-Switching Vector Error Correction Models in Price Transmission Analysis. Proceedings of the NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management, St. Louis, MO.
- Indjehagopian, J., F. Lantz ve Simon, V.,(2000), Dynamics of Heating Oil Market Prices in Europe, *Energy Economics*, Vol. 22, No. 2, pp. 225-52.
- Kaminsky, G. (1993), Is There a Peso Problem? Evidence from the Dollar/Pound Exchange Rate, 1976-1987, *American Economic Review*, Vol. 83, pp. 450-72.
- Kilian, L. ve Taylor, M. P. (2003), Why is it so Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates. *Journal of International Economics*, 60(1), 85-107.
- Kim, M.-J. ve Yoo, J.-S., (1995), New index of coincident indicators: A multivariate Markov switching factor model approach. *Journal of Monetary Economics* 36, 607- 630.
- Krolzig, H.-M., 1997. *Markov Switching Vector Autoregressions Modelling: Statistical Inference and Application to Business Cycle Analysis*. Berlin: Springer.
- Krolzig, H.-M.,(1999), Statistical analysis of cointegrated VAR processes with Markovian regime shifts. Working Paper # 1113, Computing in Economics and Finance 1999, Society for Computational Economics
- Krolzig, H.-M., Marcellino, M. ve Mizon, G. E., (2002.), A Markov-switching vector equilibrium correction model of the UK labor market. *Empirical Economics* 27, 233-254.
- Krolzig, H.-M., (2006), Impulse response analysis in Markov switching vector autoregressive models. Economics Department, University of Kent. Keynes College.
- Lindgren, G., (1978), Markov regime models for mixed distributions and switching regressions. *Scandinavian Journal of Statistics* 5, 81-91.
- Lizardo, R., ve Mollick A., (2010), Oil Price Fluctuations and U.S. Dollar Exchange Rates, *Energy Economics* 32, no. 2: 399-408.
- Lo, M.C. ve Zivot E. (2001), Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment to the Law of One Price. *Macroeconomic Dynamics*, 5(4), 533-576.
- Perron, P. (2006), Dealing with Structural Breaks. *Palgrave Handbook of Econometrics* 1, 278-352.
- Reboredo, J.C. (2012), Modelling Oil Price and Exchange Rate Co-Movements. *Journal of Policy Modeling*, 34(3), 419-440.
- Saikkonen, P. (1992), Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation. *Econometric Theory*, 8(1), 1-27.
- Saikkonen, P. ve Luukkonen R,(1997), Testing Cointegration in Infinite Order Vector Autoregressive Processes. *Journal of Econometrics*, 81(1), 93-126.
- Teräsvirta, T, (1994), Specification, Estimation and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models, *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208-218.
- Zaldueño, J. (2006), Determinants of Venezuelas Equilibrium Real Exchange Rate, IMF Working Paper, WP-0674.
- Zhang, Y., Y, Fan, H. T.ve Wei Y., (2008), Spillover Effect of US Dollar Exchange Rate on Oil Prices, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 30, No. 6, pp. 973-91.