



# TÜRKİYE PETROL FİYATLARI OYNAKLIĞININ MODELLENMESİ

Esin FİRUZAN<sup>1</sup>

## Abstract

Nowadays, volatility of crude oil price is one of the important developments which are followed by experts with care. Recently increasing of crude oil price is very important for Turkey which 40% of energy consumption consists of oil and 90% of this amount is imported. The aim of the study is investigate whether the series of crude oil price shows volatility, if it shows the structure, size and continuity of volatility. Besides, for these economical variables, best intervention model which shows the structure of volatility is estimated. During the period between January 1981- December 2007, unit root tests are shown that the level and volatility of time series is not stationary. It is thought that the series can be nonstationary due to the presence of interventions and so the intervention analysis is applied. Based on the results of intervention analysis, it is obtained that one intervention variable is statistical significant. During these analyses, SAS/ETS, MINITAB 14 and Eviews 5.1 are used in some steps. It is tried to generate the econometric model with lagged crude oil price with intervention variable.

*Keywords:* Crude Oil, Intervention, Econometrics, Time Series, Volatility, OPEC, Multiple Regression  
*Jel Classification:* C100, C530, E300, C400

## Özet

Günümüzde ham petrol fiyatlarındaki oynaklık, finansal piyasalarda çalışan uzmanların kaygı ile izledikleri önemli gelişmelerden biridir. Son zamanlarda yaşanan ham petrol fiyatlarındaki artış, tükettiği enerjinin %40'ını petrolden karşılayan ve tükettiği petrolün %90'ını ithal eden bir ülke olan Türkiye ekonomisi için oldukça önemli hale gelmiştir. Çalışmanın amacını, ham petrol varil fiyatı serisinin oynaklık gösterip göstermediklerinin, gösteriyorsa oynaklıklarının yapısının, büyüklüğünün ve sürekliliğinin incelenmesi oluşturmaktadır. Ayrıca bu iktisadi değişkenler için oynaklığın yapısını belirleyen en uygun müdahale modeli elde edilmeye çalışılmıştır. Ocak 1981 – Aralık 2007 dönemi verileri ele alındığında, zaman serisinin durağan olmadığı yapılan birim kök testleri sonucunda görülmüştür. Seride müdahalelerin varlığı nedeniyle serinin durağan dışı olduğu düşüncesiyle seriye müdahale analizi uygulanmıştır. Seride muhtemel üç müdahale olduğu düşünülerek yapılan müdahale analizi sonucunda, sadece bir müdahale değişkeni anlamlı çıkmıştır. Bu analizler sırasında, çeşitli aşamalarda SAS/ETS, Minitab 14 ve Eviews 5.1 kullanılmıştır. Anlamlı çıkan Irak-ABD kaosu müdahale değişkeni ile petrol fiyatları serisinin gecikmeli değerlerinden ekonometrik bir model oluşturulmaya çalışılmıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Ham Petrol, Müdahale, Ekonometri, Zaman Serisi, Oynaklık, OPEC, Çoklu Regresyon  
*Jel Sınıflaması:* C100, C530, E300, C400

<sup>1</sup> Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, Buca, E-mail: [esin.firuzan@deu.edu.tr](mailto:esin.firuzan@deu.edu.tr)



## **1. GİRİŞ**

Petrol fiyatları, dünya ve ülke ekonomik performansı açısından önemli göstergelerden birisidir. Ekonomide pek çok sektör, doğrudan ya da dolaylı olarak petrole bağımlıdır. Birbirinden bağımsız veya birbirini etkileyen çok sayıda etkene bağlı olması nedeniyle, petrol piyasasında veya petrol fiyatlarında ortaya çıkan değişiklikler hem ülke hem de dünya ekonomisi üzerinde zincirleme etkileşimler yaratmaktadır. Ham petrol fiyatlarındaki yükselişlerin zincirleme etkileşimlerini enflasyon, işsizlik, ekonomik büyüme ve diğer makroekonomik değişkenler üzerinde görmek mümkündür.

Günümüzde, ham petrol, ikame enerji kaynakları bulunamadığı için, petrol üreten ülkeler için önemli bir gelir, özellikle Türkiye gibi petrol üretmekten çok tüketen ülkeler için de önemli bir gider kalemidir. Net petrol ithalatçısı olan Türkiye'nin ithal ettiği petrolün miktarı ve değeri, genel olarak uluslar arası petrol fiyatlarına bağlı olarak değişimler göstermektedir. Petrol ve Gaz Dergisi'ne (Oil and Gas Journal –OGJ) göre, Türkiye, 2006 Ocak ayı itibarıyla 300 milyon varil petrol rezervine sahipti. 2006'nın Eylül ayına kadar olan kısımda, Türkiye, tahmini günde 43,000 varil petrol (bbl/d) üretti, ve bu üretimin %99'u ham petrol idi. Türkiye'nin petrol üretimi, üretimin günde 83,000 varile çıktığı döneme rastlayan 1991'in ilk yarısından itibaren azalmaya başladı. Son yıllarda Türkiye'nin petrol talebi, ülkenin ekonomik performansı ile birlikte değişim göstermektedir. Her ne kadar ülke içerisindeki etkenlerden de etkilense, daha büyük oranda uluslar arası gelişmelerden etkilendiği açıkça görülmektedir. Bugüne kadar yapılan araştırmaların çoğunda, ihraç edilen ürünlerin görece fiyatlarındaki artışa göre çeşitli modeller geliştirilmiştir [Bruno(1982), Bruno ve Sachs (1982), Harkness (1982)]. Adı geçen çalışmalarda elde edilen modellerle, ücretler ve fiyatların artmasına yol açan petrol fiyat şokları etkisi görülmeye çalışılmıştır. Ampirik doğaya sahip çok az çalışma, yapılan tahminlerin test edilmesini ele almıştır. Bu çalışmaların çoğunda, simülasyon ile ön tahminlerin geçerliliği test edilmiştir. Mork ve Hall (1980), Bruno ve Sachs (1981), ve Darby (1982) 1970'lerin ilk yıllarında petrol fiyatlarındaki artışı simülasyon modelleri ile analiz etmeye çalışmışlardır. Mork ve Hall, bu artışın Amerika ekonomisi üzerindeki etkisini, Bruno ve Sachs, ve Darby OECD ülkelerinin sayısı üzerindeki etkisini araştırmaya çalışmışlardır.



Son dönemlerde yaşanan siyasi ve ekonomik gelişmeler, petrol fiyatlarının tahminlenmesinin ne kadar zor olduğunu kanıtlar niteliktedir. Ağustos 2006’da petrol fiyatı yaklaşık varil başına(vb) 68\$’a yükselirken, bir yıl sonra rekor bir seviyeye vb 90\$’a kadar çıkabilmektedir. Bu yüzden, petrol fiyatlarını önceden tahminlemek için çeşitli ekonometrik modellerin geliştirilmeye çalışılması çok şaşırtıcı değildir. Literatürde, önerilen ekonometrik modellerin çoğu, Foroutan ve Moshiri (2006) ve Dees vd.(2007) haricinde doğrusal model üzerine kurulmuştur. Foroutan ve Moshiri, günlük ham petrol fiyatlarını tahminlemek için tek denklem üzerine kurulu, doğrusal olmayan yapay sinir ağıları modelini kullanmışlardır. Dees vd. çoklu denklem üzerine kurulu, petrol talebi, OPEC üreticisi olmayan ülkelerin petrol arzı değişkenlerinden oluşan doğrusal model kullanmışlardır. Manera vd.(2007), petrol fiyatlarını tahminlemek için, literatürde önerilen ekonometrik modellerin performansını veri frekans aralıklarının etkilediğini düşünerek farklı veri frekansları için model yeterliliklerini karşılaştırmıştır.

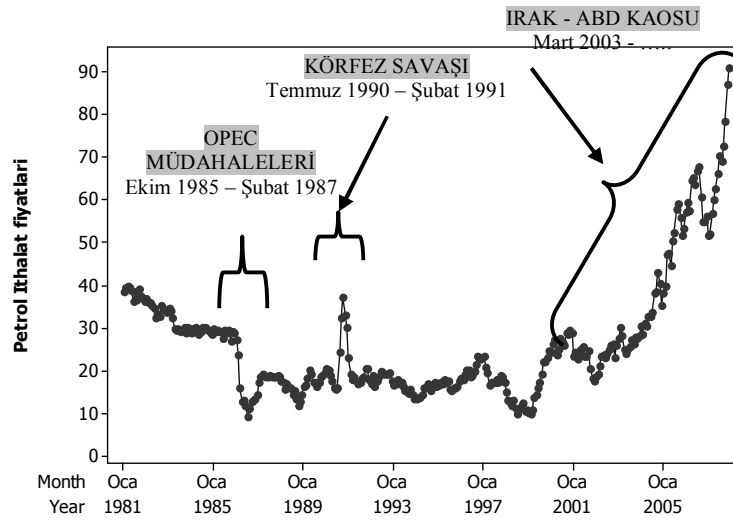
Bu çalışmada, uluslar arası olayların, dünya petrol piyasasını etkilediği gibi Türkiye petrol piyasasını etkilediği düşünüldüğü için, ham petrol ithalat varil fiyatları üzerine etkisi müdahale analizi ile ölçülmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde, geçerli varsayımlar altında uygun müdahale modeli belirleme aşamaları hakkında bilgi verilmiştir. Ham petrol varil ithalat fiyatı serisine müdahale analizi üçüncü bölümde anlatılmıştır. Sonuç ve değerlendirme dördüncü bölümde yer almaktadır.

## **2. YÖNTEM VE VERİLER**

### **2.1. Ocak 1981 – Aralık 2007 döneminde petrol fiyatlarını etkileyen uluslararası gelişmeler**

Günümüzde, petrol fiyatları dinamiğinin kendine özgü doğası, pek çok araştırmacının ilgisini bu konuya çekmektedir. Şekil 1, Ocak 1981- Aralık 2007 döneminde Türkiye ham petrol varil ithalat fiyatı serisini göstermektedir. Bu zaman serisi grafiği incelendiğinde, fiyatların seviyesinin ve oynaklığının belirli ekonomik ve jeopolitik olaylara karşı oldukça hassas olduğu görülmektedir. Örneğin, 1985–1987 yıllarında gerçekleşen fiyat düşüşü, OPEC’in üretim kotalarındaki ayarlamalarının sonuçlarıdır. 1990 yılındaki keskin artış Körfez savaşı nedeniyle gerçekleşmiştir. 1997–1998 periyodundaki önemli düşme, Asya ekonomik

büyümesinin yavaşladığı döneme denk gelir. 1999'da OPEC'in üretim kotasında azalmaya gitmesi, petrol fiyatlarının önemli bir tırmanışa geçmesine neden olmuştur. 2001 tarihinde 11 Eylül saldırısı ile ilgili olarak fiyat düşmesi yaşansa da, 2002–2003 periyodunda petrol fiyatları seviyesi OPEC'in üretim kotasını düşürmesi ile eski seviyesine gelmiştir. Son olarak, Mart 2003'te Bağdat'ın bombalanması ile Irak- ABD kaosunun başlaması petrol fiyatlarının seviyesini ve oynaklığını etkileyen önemli bir jeopolitik olay olarak tarihte yerini almıştır.



Şekil 1. Türkiye Ham Petrol Varil İthalat Fiyatı (\$) Zaman Serisi Grafiği

Ocak 1981 – Aralık 2007 dönemi verileri ele alındığında, zaman serisinin seviyesinin ve oynaklığının sabit olmadığı yapılan birim kök testleri sonucunda görülmüştür. Yapısal kırılma olduğu düşünülen dönemlerin seride meydana getirdiği değişim Müdahale Analizi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Seride muhtemel üç müdahale olduğu düşünülerek müdahale analizi uygulanmıştır.

## 2.2. Müdahale Analizi

Zaman serisi modellerinde doğal afetler, kriz, politik değişimler gibi dış olaylar yanıt değişkeni üzerinde bazı değişikliklere sebep olurlar. Bu tür olaylara müdahale denir. Müdahaleler yanıt değişkenini pek çok açıdan etkileyebilirler. Kısa bir ertelemeyen sonra veya beklenmeden bir anda serinin sadece seviyesini değiştirmez, aynı zamanda serinin aşağı veya yukarı doğru sapmalarını ya da farklı biçimde değişimlerine de sebep olabilir. Müdahale analizinin oluşturulmasında, müdahale olayının seride T gibi bir zamanda, bilinen bir noktada



meydana geldiği varsayılır. Müdahale analizinde meydana gelen anormal değişiklikler için transfer fonksiyonu modellerinin kullanıldığı varsayılır. Box ve Tiao Transfer fonksiyonu ve gürültü modellerinin genel gösterimi için aşağıdaki fonksiyonu kullanmışlardır.

$$Y_t = v(B)\xi_t + N_t = \frac{\omega(B)B^b}{\delta(B)}\xi_t + N_t \quad (1)$$

Bu fonksiyonda  $v(B)\xi_t$ , belirli (deterministic) girdi serisi,  $\xi_t$  ifadesi ile müdahale olaylarının etkileri belirtilir ve  $N_t$ , müdahale etkisi olmaksızın arka planda gözlenen  $Y_t$  serisini ifade eden gürültü serisidir.  $N_t$ 'nin ARIMA (p, d, q) modeline uyduğu varsayılır. Müdahale  $\xi_t$ , genellikle  $t = T$  anındaki müdahaleyi gösteren girdi değişkenleri olarak kullanılır. Müdahale olaylarının, zaman serisi üzerindeki etkisini göstermede iki tip belirli girdi değişkenleri vardır. Bunların her ikisi de, müdahalenin olmaması ve olması durumuna göre sırasıyla 0 ve 1 değerlerini alan gösterge ( indicator ) değişkenleridir.

### 2.3. Girdi tipleri:

**1. Adım Fonksiyonu:**  $t$  zamanında meydana gelen müdahalenin etkisinin  $T$  zamanından sonra aynı kalarak devam ettiğini belirtir. Buna adım fonksiyonu denir ve  $S_t^{(T)}$  ile gösterilir.

$$S_t^{(T)} = \begin{cases} 0 & t < T \\ 1 & t > T \end{cases} \quad (2)$$

**2. Atış Fonksiyonu:** Müdahalenin etkisinin  $T$  zamanında geçici olduğu ve  $T$  zamanından sonra yok olduğu durumu belirtir. Buna atış fonksiyonu denir.  $P_t^{(T)}$  ile gösterilir.

$$P_t^{(T)} = \begin{cases} 0 & t = T \\ 1 & t \neq T \end{cases} \quad (3)$$

Atış fonksiyonu, adım fonksiyonun farkı alınarak da elde edilir.

$$P_t^{(T)} = S_t^{(T)} - S_{t-1}^{(T)} = (1 - B)S_t^{(T)} \quad (4)$$

Bir müdahale modeli adım veya atış fonksiyonu ile eşit derecede ifade edilebilir. Bu özel gösterimlerin kullanımı yorumun uygunluğuna dayanır.

Genel olarak, modelin yanıt değişkeni,  $\frac{\omega(B)B^b}{\delta(B)}$  oransal fonksiyon olarak gösterilebilir.  $\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \dots - \omega_s B^s$ ,  $\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \dots - \delta_r B^r$  polinomlardır.  $b$ , müdahale etkisi için ertelenen zaman,  $\omega(B)$  polinomdaki  $\omega_j$  ağırlıkları, müdahalenin beklenen ilk etkilerini gösterirler.  $\delta(B)$  polinomu, müdahalenin kalıcı etkisinin davranışını ölçer.  $\delta(B) = 0$ 'ın kökleri, birim çemberin üzerinde veya dışında varsayılır. Birim kök, etkinin doğrusal olarak arttığını gösterir. Birim çemberin dışındaki kök, aşamalı yanıt şeklinde gerçekleşen olayı ifade eder. Çoklu müdahale girdileri için, genel modeller sınıfı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$Y_t = \sum_{j=1}^k \frac{\omega_j(B)B^{bj}}{\delta_j(B)} \xi_{jt} + \frac{\theta(B)}{\psi(B)} a_t \quad (5)$$

$\xi_{jt}$ ,  $j=1,2 \dots k$  müdahale değişkenleridir. Bu müdahale değişkenleri adım veya atış fonksiyonları olabilirler. Müdahale modeli için, parametre tahminleri ve onların standart hataları, transfer fonksiyon- gürültü modelleri için En Küçük Kareler yöntemi ile elde edilebilirler.

Daha da genel olarak, tahminler ve onların standart hataları, uygun gösterge değişkenleridirler.  $J$  inci müdahale için;  $\omega_j(B)B^{bj} / \delta_j(B)$  biçimi, eldeki müdahale bilgisinin yanıtının beklenen değerine dayanarak oluşturulur. Modellerin ana hedefi, müdahalelerinin etkisini ölçmektir. Böylece, müdahale değişkenleri denildiğinde, müdahaleden ayrı zaman serisi, gürültü serisi ifade edilmektedir ve  $N_t$  ile ifade edilir. Bu gürültü modeli  $[\theta(B)/\psi(B)]a_t$ , genellikle müdahale tarihinden önce, zaman serisi  $z_t$ ' ye dayanan tek değişkenli model belirleme aşaması uygulanarak belirlenir.



## **2.4. Model Belirleme**

Herhangi müdahale değerlendirilirken, zaman serisi modeli ve onun parametrelerinin, müdahale öncesi ve sonrası aynı kaldığı ve varsayılan müdahaleye ters düşecek herhangi bir olayın veya müdahalenin analiz süresince meydana gelmediği varsayılarak modellenme yapılmıştır. Etkinin kalıcı olup olmadığı, bir ertelemeye karşı ilk atağın olup olmayacağı ve darbenin aniden veya aşamalı mı olduğu araştırılmıştır. Başlangıcı iyi belirleme, tahminleme sürecinde oldukça önemli bir aşamadır. Model,

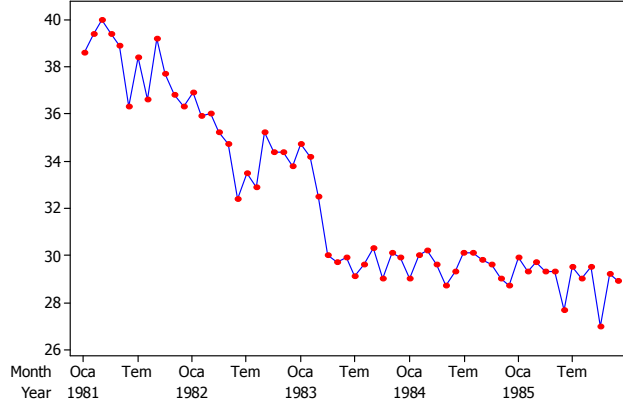
$$Y_t = \nu(B)\xi_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}\varepsilon_t \quad \text{şeklinde oluşturulmuştur.}$$

Model belirlemede diğer önemli bir aşama da, ARIMA modelini seçmektir.

## **3. HAM PETROL VARİL İTHALAT FİYATI SERİSİNDE MÜDAHALE ANALİZİ**

Bu bölümde, müdahalenin başarısı, mevcut verilerin ölçülmesi ve istatistiksel öneminin görülmesi açısından test edilmiştir. Türkiye'deki ekonomik değişmelerin petrol fiyatlarına etkisi modellenmiştir. Müdahale analizinde, müdahale öncesi ve sonrası ardışık gözlemler oldukça ilişkili olduklarından zaman serisi verilerinin istatistiksel analizinde zorluklar olması çok doğaldır. Müdahale etkisini görmek için trend, mevsimsellik ve ilişkili gürültü yapısının bu gibi serilerde etkisinin nasıl olduğuna da bakılabilir.

Müdahale Analizi uygulanırken, müdahale öncesi veriler kullanılarak, belirleme, tahminleme ve kontrol döngüsel süreci uygulanarak zaman serisi modeli oluşturulur. Müdahale bilgisi alındıktan sonra, müdahalenin meydana geldiği durumu tanımlayacak değişiklik için çerçeve bir model oluşturulur. Bileşik model için parametreler tahminlenir, kontroller yapılır, eğer gerekli ise model yapısı değiştirilir ve nihai modele ulaşılır. Ham petrol varil fiyatlarının zaman serisinde ilk müdahalenin olduğu 1985 Ekim ayına kadar olan petrol serisinin zaman serisi grafiği Şekil 2'de verilmektedir.



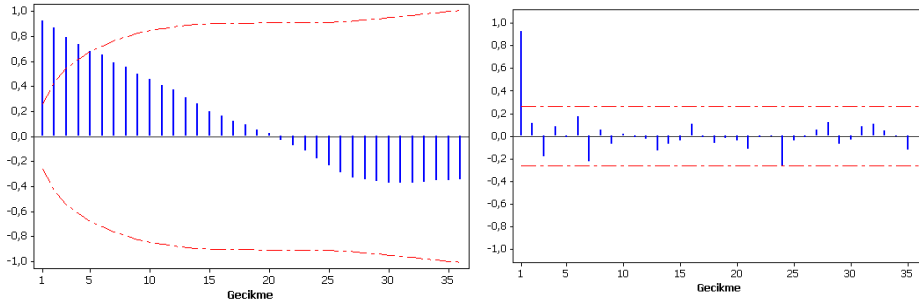
**Şekil 2.** Müdahale öncesi serinin grafiği

Müdahale analizinde, ham petrol varil fiyatı serisine çeşitli dönüşümler yapılarak uygun ARIMA(p,d,q)(P,D,Q) model tipi belirlenmektedir. Ham petrol varil fiyatı serisinde, 1981 Ocak ile Eylül 1985 döneminin müdahale etkisi içermediği düşünülerek, müdahale öncesi dönem olarak modeli tahminlemek için kullanılmıştır. Bu dönem içerisinde, serinin otokorelasyon (SAC), kısmi otokorelasyon (SPAC) fonksiyon grafiklerine ve Genişletilmiş Dickey Fuller (GDF) test sonuçlarına bakılarak serinin  $\alpha=0.05$  anlamlılık seviyesinde durağan olmadığı Tablo 1 ve Şekil 3’de görülmektedir.

**Tablo 1.** Müdahale öncesi petrol serisinin GDF sonuçları

Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Test Sonuçları						
	Sabit Terimsiz & Trendsiz Model		Sabit Terimli & Trendsiz Model		Sabit Terimli & Trendli Model	
	GDF (Düzye)	GDF (1. Farklar)	GDF (Düzye)	GDF (1. Farklar)	GDF (Düzye)	GDF (1. Farklar)
petrol	-0.318	-0.3279	-3.5173	-2.5532	-14.7817	-7.4434
Kritik Değer %1	-2.5732	-2.5732	-3.4535	-3.4535	-3.9911	-3.9911
Kritik Değer %5	-1.9419	-1.9419	-2.8716	-2.8716	-3.4259	-3.4259



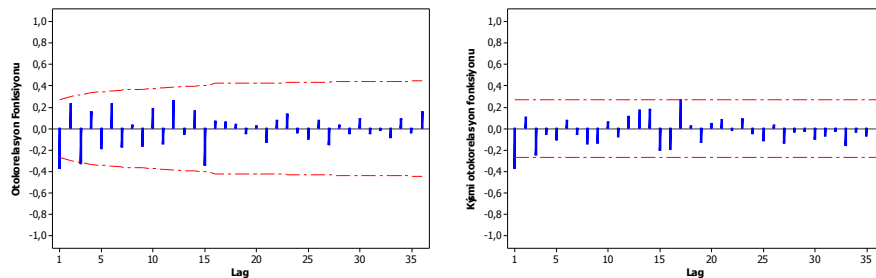


Şekil 3. Müdahale öncesi petrol verilerinin SAC ve SPAC Grafikleri

Şekil 4'deki SAC ve SPAC grafikleri ve Tablo 2'de GDF birim kök test sonuçlarına göre, birinci dereceden düzenli farkı alınan serinin durağan olduğu, serinin birim kök içermediği sonucuna varılmıştır.

Tablo 2. Müdahale öncesi düzenli farkı alınmış serinin GDF sonuçları

Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Test Sonuçları						
	Sabit Terimsiz & Trendsiz Model		Sabit Terimli & Trendsiz Model		Sabit Terimli & Trendli Model	
	GDF (Düzey)	GDF (1. Farklar)	GDF (Düzey)	GDF (1. Farklar)	GDF (Düzey)	GDF (1. Farklar)
Petrol_fark	-73.769	-53.8372	-75.650	-61.5449	-76.1454	-65.1650
Kritik Değer %1	-2.5732	-2.5732	-3.4535	-3.4535	-3.9911	-3.9911
Kritik Değer %5	-1.9419	-1.9419	-2.8716	-2.8716	-3.4259	-3.4259



Şekil 4. Düzenli farkı alınmış serinin SAC ve SPAC grafikleri

Farkı alınmış petrol serisinin SAC ve SPAC grafiklerine bakılarak, çeşitli dereceler için elde edilen Akaike Bilgi Kriterleri (AIC) Tablo 3'te verilmektedir. Bu sonuca göre,

müdahale öncesi petrol serisini temsil eden geçici model ARIMA(3,1,4) modelidir. Tablo 3'ten de görüleceği üzere, bu model, en küçük AIC değerini veren modeldir. ARIMA(3,1,4) modelinin parametre değerleri ve tanısal kontrol değerleri, modelin yeterli olduğunu göstermiştir.

**Tablo 3.** Geçici model için AIC kriter değerleri

	Minimum Bilgi Kriter					
	MA (q=0)	MA (q=1)	MA (q=2)	MA (q=3)	MA (q=4)	MA (q=5)
AR (p=0)	2.025	1.969	1.906	1.776	1.643	1.581
AR (p=1)	-0.234	-0.163	-0.101	-0.034	0.016	0.067
AR (p=2)	-0.205	-0.223	-0.153	-0.084	-0.015	0.041
AR (p=3)	-0.154	-0.154	-0.084	-0.018	0.014	0.054
AR (p=4)	-0.116	-0.084	-0.015	0.047	0.114	0.178
AR (p=5)	-0.083	-0.033	0.034	0.088	0.092	0.129

**Tablo 4.** ARIMA(3,1,4) model sonuçları

Son Parametre Tahminleri				
Tahminleyici	Katsayı	SE Katsayı	T	p-değer
AR 1	-0.9262	0.1659	-5.58	0.000
AR 2	-0.6688	0.2363	-2.83	0.007
AR 3	-0.7399	0.1502	-4.93	0.000
MA 1	-0.7215	0.2030	-3.55	0.001
MA 2	-0.6752	0.2513	-2.69	0.010
MA 3	-0.5964	0.2212	-2.70	0.010
MA 4	0.3469	0.1668	2.08	0.042
<b>Gözlem Sayısı: 56</b>				
<b>Artıklar:</b>	SS =48.122			
	MS = 0.982	SD = 49		
<b>Box-Pierce (Ljung-Box) Ki-kare istatistikleri</b>				
<b>Gecikme</b>	12	24	36	48
<b>Ki-kare</b>	5.6	28.5	37.2	49.1
<b>SD</b>	5	17	29	41
<b>p-Değeri</b>	0.346	0.049	0.141	0.181

Tablo 4'de verilen MINITAB çıktısında, 25 iterasyonda ARIMA(3,1,4) parametreleri anlamlı çıkmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı çıkmadığı için sabit terim modele



eklenmemiştir. Modelin geçerliliği Ljung-Box istatistiği ile test edilmiştir. Modelin parametreleri anlamlı ve model yeterli çıkmıştır.

### 3.1. Müdahalenin Modellenmesi

Müdahale öncesi petrol serisine ait geçici model  $\phi_3(B)\nabla^1 y_t = \theta_4(B)a_t$  olarak belirlenmiştir. Türkiye'deki petrol varil fiyatlarının zaman serisi için gürültü modeli  $N_t$  aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$N_t = (1-0.4265B) a_t \quad (6)$$

Serinin ikinci kısmı olan müdahaleli kısmında müdahalenin etkisini ölçmek için petrol fiyatları serisinin, adım fonksiyonu  $\zeta_t$  ile genel müdahale analizi denklemi aşağıdaki gibidir.

$$Z_t = R(B) + (1-0.4265B) a_t \quad (7)$$

Denklemin her iki tarafı  $(1-0.4265B)$  ile bölüldüğünde ve 5.dereceden polinomla Taylor dönüşümü kullanıldığında aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$K(B)z_t = K(B)R(B) \zeta_t + a_t \quad (8)$$

Buradaki  $K(B) = (1+0.4265B+0.1819B^2+ 0.077B^3 + 0.033B^4 + 0.0141B^5)$  beşinci dereceden polinomdur. Bu polinomdaki katsayılar, gecikmelerin ağırlıkları olarak müdahale gösterge değişkenlerine yansıtılması ile müdahalenin etkisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Denklem 8'de  $Y_t = K(B)Z_t$ ,  $X_t = K(B)\zeta_t$  ve  $\beta = R_t(B)$  olarak ifade edilmektedir. Analizde üç tane müdahale bulunduğu için, her bir müdahalenin etkisi üç gösterge değişkenli çoklu regresyon analizi ile çözümlenmiştir.

### 3.2. Ham Petrol Varil fiyatları ve Adım Müdahale Modeli

Gelişen ekonomik ve siyasi olayların petrol serisi üzerindeki etkisinin ölçülmesi için basit doğrusal bir model kurulmuştur.

$$P_t = \alpha_0 + \alpha_1 IN_{1t} + \alpha_2 IN_{2t} + \alpha_3 IN_{3t} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$P_t$ , Türkiye'deki ham petrol varil fiyatlarını,  $IN_{1t}$ , OPEC müdahalesini,  $IN_{2t}$ , Körfez savaşı,  $IN_{3t}$ , Irak-ABD kaosu müdahalelerini gösterebilir. Müdahalelerin, petrol serisi üzerindeki etkilerinin görülmesini sağlayan model (Denklem 9) kullanılarak çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur. Çoklu Regresyon analizi sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Müdahaleli Petrol serisinin çoklu regresyon modeli sonuçları

<b>Regresyon Analizi</b>					
Regresyon Modeli $P_t = 37.4 - 4.74 IN_{1t} + 5.90 IN_{2t} + 26.8 IN_{3t}$					
Tahminleyici	Katsayı	SE Katsayı	T	p-değer	
Sabit	37.417	1.031	36.30	0.000	
IN1t	-4.290	2.258	-1.89	0.056	
IN2t	5.904	3.683	1.60	0.110	
IN3t	26.809	1.347	19.90	0.000	
S = 15.8215 R-Sq = 56.7% R-Sq(adj) = 56.3%					
<b>Varyans Analizi</b>					
Kaynak	SD	SS	MS	F	p-değer
Regresyon	3	103401	34467	137.69	0.000
Artıklar	315	78851	250		
Toplam	318	182252			
Kaynak	SD	Seq SS			
IN1t	1	4223			
IN2t	1	32			
IN3t	1	99145			

Birinci ve ikinci müdahalelerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı regresyon analizi çıktılarından görülmektedir. Bu yüzden, oluşturulan basit bir model ile petrol serisinin dinamiği modellenmeye çalışılmıştır. Bu modelde, anlamlı çıkan müdahale değişkeni (Irak-ABD Kaosu) ile petrol serisinin bir gecikmeli değişkenini içeren aşağıdaki model oluşturulmuştur.

$$P_t = \alpha_0 + \alpha_1 IN_{3t} + \alpha_2 P_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$



$P_{t-1}$ , petrol fiyatlarının dinamiğini modele eklemek için modele alınmıştır.  $\varepsilon_t$ , beyaz gürültü serisidir. Müdahalelerin etkisi var olduğunda, sabit terim  $\alpha_0 + \alpha_1$  halini alır. Irak-ABD kaosunun etkisini  $\alpha_1$  göstermektedir. Uzun dönemdeki etkilerini ise  $\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2}$  göstermektedir.

Denklem 10 kullanılarak, etki tepki fonksiyonu aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

$$P_t = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_2} + \alpha_1 \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_2^i IN_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_2^i \varepsilon_{t-i} \quad (11)$$

Denklem 10 kullanılarak;

$$\frac{dP_{t+1}}{dIN_t} = \alpha_1 + \alpha_1 \alpha_2 \quad (12)$$

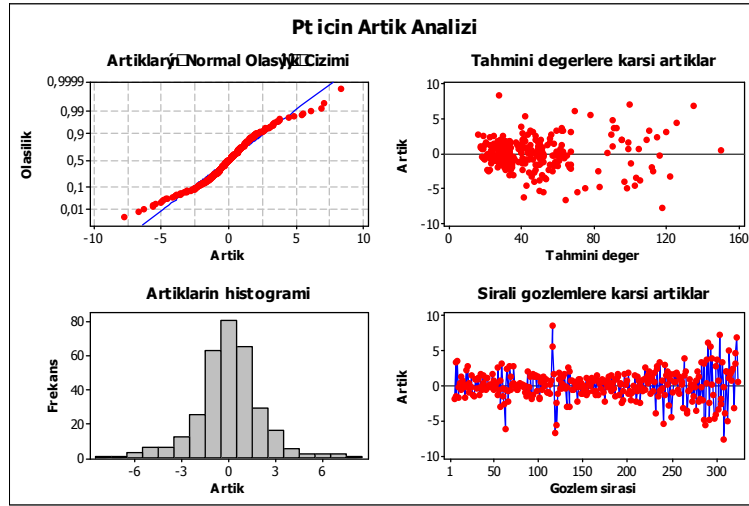
Denklem 11'deki  $\alpha_1$ , doğrudan etkiyi,  $\alpha_1 \alpha_2$  bir sonraki dönemde  $t$  anında fiyat üzerindeki etki ile çarpılarak,  $t$  zamanında fiyat üzerinde,  $t$  zamanındaki müdahalenin etkisini yansıtır. Bu özel durum için, müdahalenin değeri 1'e eşit ise, aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$\frac{dP_{t+j}}{dIN_t} = \alpha_1 \left( 1 + \sum_{i=1}^j \alpha_2^i \right) \quad j=1, \dots, \infty \quad (13)$$

İleri adım  $j=\infty$  olarak varsayıldığında, fiyat üzerinde müdahalenin uzun dönem etkileri  $\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2}$  olarak yer alır.  $0 < \alpha_2 < 1$  ise, müdahalenin etkisinin büyüklüğü,  $j$  nin artan bir fonksiyonu olacaktır. Eğer  $-1 < \alpha_2 < 0$  ise, fiyatlar üzerindeki müdahale etkisi salınarak azalacaktır. Bu durumda, ceteris paribus gereği, uzun dönemde ardışık petrol fiyat değerleri,  $\frac{\alpha_1}{1-\alpha_2}$  etrafında salınacaktır.

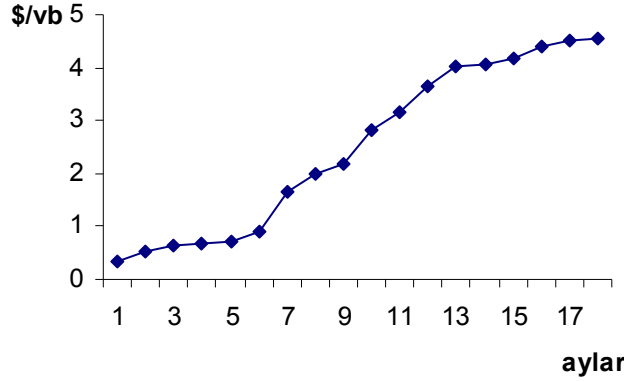
**Tablo 6.** Atış müdahale modeli sonuçları

<b>Regresyon Analizi</b>					
Regresyon Modeli					
$P_t = 36.51 + 0.71 IN3t + 0.84 Pt-1$					
Tahminleyici	Katsayı	SE Katsayı	T	p-değer	
Sabit	36.507	1.302	28.04	0.000	
IN3t	0.715	0.264	2.71	0.007	
Pt-1	0.842	0.012	70.16	0.000	
S = 2.09756 R-Sq = 99.2% R-Sq(adj) = 99.2% DW=1.97					
<b>Varyans Analizi</b>					
Kaynak	DF	SS	MS	F	p-değer
Regresyon	2	180861	90431	20553.5	0.000
Artıklar	316	1290	4		
Toplam	318	182252			
Kaynak	DF	Seq SS			
IN3t	1	101727			
Pt-1	1	79135			



**Şekil 5.** Atış müdahale modelinin artık analizi

Tablo 6’da gösterilen Atış Müdahale Modeli sonuçlarına göre, petrol piyasasında, Irak-ABD kaosunun yarattığı müdahalenin ortalama etkisi, petrol fiyatlarında varil başına 0.71\$ artışa sebep olmaktadır. Uzun dönemde OPEC’in ardışık petrol arzında azalmaya gitmesi, petrol üreten şirketlerin ellerindeki petrolü piyasaya sürmemeleri, ceteris paribus gereği petrol fiyatlarında varil başına ortalama 4.522\$’lık bir artışa sebep olmaktadır.



**Şekil 6.** Değişen petrol arzına karşılık petrol fiyatındaki artışın seyri

Şekil 6 birbirini takip eden aylarda petrol fiyatları üzerindeki müdahalenin etkisinin seyrini göstermektedir. Hiçbir müdahale yapılmazsa, petrol fiyatlarındaki ayarlamalar ancak 17 ay sonra başarıya ulaşacaktır. Ayarlamaların petrol fiyatlarındaki hızlı tepkisi 12 ay içerisinde gerçekleşecektir. Daha sonra bu tepki belli bir seviyede durağan kalacaktır.

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Müdahale analizine dayanan ekonometrik modeller, çeşitli dönemlerde meydana gelen müdahalelere petrol fiyatlarının cevabını açıklama kolaylığı sağlamaktadır. Bu açıdan, bu modeller politika analizi için etkili araç olarak kullanılmaktadırlar. Bu modeller, kısa dönem için güvenilir tahminler de yaratmaktadır. Uygulanan modellerde, piyasada meydana gelen her değişikliğin petrol fiyatları serisi üzerinde çok önemli etkiler bırakmadığı bu çalışma sonunda ortaya çıkmıştır. Etkili olduğu ya da olacağı düşünülen OPEC fiyat ayarlamalarının ya da kotalarının ve Körfez savaşının serinin hem ortalama seviyesinde hem de oynaklığında çok önemli etkiler bırakmadığı görülmüştür. OPEC'in fiyat ayarlamalarının petrol fiyatları üzerinde negatif yönde, Körfez savaşının ise pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Ama her iki müdahale değişkeni de anlamsız çıktığı için modelden çıkartılmışlardır. Yani OPEC müdahalelerinin ve Irak'ın Kuveyt'i işgalinin Türkiye'deki petrol varil fiyatlarına etkisinin olmadığı görülmüştür. Seri üzerinde önemli etkiler bırakan ve hala da etkisi devam eden, ve modelde anlamlı çıkan tek müdahale değişkeni Irak-ABD kaosu olmuştur. Modelin açıklayıcılığı %99 civarındadır.



Hiçbir müdahale olmadığında petrol varil fiyatlarının ortalama seviyesi 36.51\$'dır. Petrol serisinin müdahale öncesi yapısının devam edeceği varsayımıyla oluşturulan model, parametrelerin anlamlılığı, modelin geçerliliği ve artıkların bağımlılık yapıları açısından değerlendirilmiş ve uygun modele ulaşılmıştır. Bu model kullanılarak 2009 yılına dair tahminlerde bulunulmuştur. 2008 Ocak ayı 92.95\$ iken, yapılan tahminler sonucu, Irak-ABD kaousunun devam etmesi halinde ve bu dönemde başka müdahale olmaması halinde 2009 Ocak petrol varil fiyatı 107.53\$ olarak tahminlenmiştir.

Daha ileri araştırmalarda, petrol fiyatları serisi ile zincirleme tepkiler veren ekonomik seriler de modele dahil edilmelidir. Bunun için, eşbütünleşik olduğu düşünülen reel döviz kuru, enflasyon, faiz oranları gibi değişkenler de modele katılarak, hem müdahalenin etkileri hem de o değişkenlerdeki değişimin fiyatlar üzerindeki etkisi ölçülmeye çalışılmalıdır. Oluşturulacak ekonometrik modelin geçerliliği araştırılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- ABRAHAM, B. (1980), "Intervention analysis and multiple time series", *Biometrika*, 67(1), 73-78
- BOX, G.E. ve TIAO, G.C. (1975), "Intervention analysis with applications to economic and environmental problems", *JASA*, 70, 70-79
- BRUNO, M. (1982), "Adjustment and structural change under supply shocks", *Scandinavian Journal of Economics*, 84, 199-221
- BRUNO, M. ve SACHS, J. (1981), "Supply versus demand approaches to the problem of stagflation", in *Macroeconomic Policies for Growth and Stability* (Kieal: Institute für Weltwirtschaft)
- DARBY, M. (1982), "The price of oil and world inflation and recession", *American Economic Review*, 72, 738-751
- DEES S.,KARADELOGLOU P., KAUFMAN R. ve SANCHEZ M. (2007), "Modelling the Oil Market, Assessment of quarterly econometric model", *Energy Policy*, 35,178-191
- ENDERS, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons Inc. Canada
- FOROUTAN, F. ve MOSHIRI, S. (2006), "Forecasting nonlinear crude oil futures prices", *The Energy Journal*
- HARKNESS, J. (1982) "Intermediate imports, expectations, and stochastic equilibrium under flexible Exchange rates", *Canadian Journal of Economics*, 15, 118-143
- HUDSON, B. (2008), *A review of EIA's Annual Energy Outlook 2008*
- KOCENDA, E. (2005), "Beware of breaks in Exchange rates: Evidence from European Transition Countries" *Economic System*, 29(3), 307-324
- LYNCH, M. (2003), "Causes of oil price volatility", *8th International Energy Forum*, 21-23 September, Osaka, Japan





- MABRO, R. (2002), "On oil price regimes and price volatility" *8th International Energy Forum*, 21-23 September, Osaka, Japan
- MANERA, M., LONGO, C., MARKANDYA, A. ve SCARPA, E. (2007), "Evaluating the Empirical Performance of Alternative Econometric Models for Oil Price Forecasting", *FEEM Working Paper* No. 4.2007
- MAZRAATI, M ve JAZAYERI, S. (2004), "Oil price movements and production agreements" 2004 *Organization of the Petroleum Exporting Countries*
- MORK, K. A. ve HALL R. E. (1980), "Energy prices, inflation and recession, 1974-1975", *The Energy Journal of Economics*, 84, 147-159
- TIAO, G.C. ve BOX, G.E. (1981), "Modelling multiple time series with applications, *JASA*, 76, 802-816
- WEI, W.S. (1990), *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*, Addison-wesley, Redwood city