

ARAŞTIRMA MAKALESİ



Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi

The Journal of International Social Sciences

Cilt: 29, Sayı: 2, Sayfa: 317-325, TEMMUZ – 2019

Makale Gönderme Tarihi: 01.05.2019 **Kabul Tarihi:** 19.08.2019

PETROL VE DOĞALGAZ FİYATLARINDAKİ PERİYODİK DALGALANMALAR

Periodic Fluctuations in Oil and Natural Gas Prices

Yılmaz AKDİ¹

Mesut BALİBEY²

Aliye KAYIŞ³

ÖZ

Dünya enerji piyasalarında önemli yeri olan doğalgaz ve petrol fiyatları, sürdürülebilir ekonomi politikaları oluşturulması açısından oldukça önemli olan temel girdilerdendir. Bu iki girdi fiyatları döngüsel olarak irdelendiğinde elde edilebilecek herhangi bir periyodikliğin, oluşturulacak ekonomik politikalar ve akademik çalışmalar açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Ülkelerin sanayi gelişmişlik düzeyleri açısından da önemli göstergelerden olan bu iki girdi fiyatlarının birbirleri arasındaki etki ve ilişkilerde araştırılmıştır. Bu çalışmada, 2004:01-2018:12 dönemi aylık ortalama brent petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki periyodik bileşenler araştırılmıştır. Çalışmadaki veriler uluslararası piyasalarda oluşan günlük(gece 00:00 itibarı ile gün sonu kapanış değerleri) fiyatlar derlenerek aylık ortalamalar elde edilmiştir. Veriler Matriksdata veri sağlayıcı şirketinden veri terminali aboneliği alınmak suretiyle elde edilmiştir. Çalışmanın durağanlığı standart birim kök testlerinin yanında, periodogramlara dayalı birim kök testi ile de sınanmış ve her iki serinin de durağan olmadığı gözlenmiştir. Her iki seri de durağan olmadığı için periyodik bileşenlerin tespiti açısından birinci dereceden fark serileri kullanılmıştır. Doğalgaz fiyatlarında herhangi bir periyodik bileşen gözlenmezken, brent petrol fiyatlarında 36 ay(üç yıl), 60 ay(beş yıl), 45ay ve 90 aylık periyodlar gözlenmiştir. Her iki seri de birinci dereceden bütünleşik olmasına rağmen iki seri arasında uzun dönemli durağan bir ilişkili (kointegre) gözlenmemiştir. Bunun farklı nedenleri olabileceği gibi bu iki serinin farklı periyodik yapılarla sahip olduğu da söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Periodogram, Durağanlık, Döngü, Doğalgaz Fiyatları, Petrol Fiyatları

ABSTRACT

Natural gas and oil prices, which have an important place in the world energy markets, are among the fundamental inputs that are very important in terms of establishing sustainable economic policies. When these two input prices are analyzed cyclically, it is thought that any periodicity will be important in terms of economic policies and academic studies. These two input prices, which are important indicators of the industrial development levels of the countries, were investigated in the interactions and relations between each other. In this study, the periodic components of the monthly average gross oil and natural gas prices of the period 2004: 01-2018: 12 were investigated. The data in the study were compiled on the basis of monthly averages by compiling the prices in the international markets (end of day closing values as of 00:00). Data were obtained

¹ Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü.

e-posta: akdi@ankara.edu.tr, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0188-0970>

² Dr. Öğr. Üyesi, Munzur Üniversitesi İ.İ.B. Fakültesi İşletme Bölümü Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı.

e-posta: mbaibey@munzur.edu.tr, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3449-2897>

³ Dr. Öğr. Üyesi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü.

e-posta: aatay@thk.edu.tr, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0812-6575>

from Matriksdata data provider company by using a data terminal subscription. In addition to the standard unit root tests, the unit was tested with unit root tests based on periodograms and both series were not stable. Since both series are not stationary, first-order difference series are used for the determination of periodic components. While no periodic component was observed in natural gas prices, the prices of the crude oil prices were 36 months (three years), 60 months (five years), 45 months and 90 months. Although both series were integrated in the first degree, there was no long-term stable correlation between the two series. It can be said that these two series have different periodic structures.

Keywords: Periodogram, Stationarity, Cycle, Natural gas prices, Oil prices

1. Giriş

Bütün dünya ekonomilerini doğrudan etkileyen en önemli girdilerden biri petrol fiyatlarıdır. Bu durum hem petrol ve doğalgaz üreten hem de tüketen ülkelerin ekonomilerini doğrudan etkilemektedir. Bazı ülke ekonomilerinin (özellikle orta doğu ülkeleri), neredeyse tamamı petrol ve doğalgaz üretimine dayanmaktadır. Dünyada endüstriyelleşmenin hızla arttığı yüzyılda giderek artan enerji ihtiyacı, bu süreçlerin doğal sonuçlarındandır. Bu kapsamda en önemli kaynaklardan olan petrol ve doğalgaz enerji sektöründe gittikçe önem kazanmaktadır. Bu çerçeveden bakıldığında talebin arttığı enerji kaynakları olarak dünya piyasalarında yerini koruduğu açıktır. Bu artış ise yeterli arzın sağlanmasında problemler yaratarak fiyat artışlarına veya dalgalanmalarına sebep olmuştur. Ülkemizde dünya piyasalarına benzer şekilde sanayileşmenin artmasına paralel olarak talep gün geçtikçe artmaktadır. Çilbant ve Alma (2016) Türkiye’ de ekonomik büyüme ve doğalgaz tüketimi arasındaki ilişkinin analizini 1998-2015 yılları arasındaki verileri inceleyerek uzun dönem bir ilişkinin olduğunu elde etmiştir. Yılcı (2017) petrol fiyatları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990-2016 yılları arasındaki aylık verileri kullanarak incelemiş ve uzun dönemli bir ilişki olmadığını elde etmiştir. Manzoor ve Seiflou (2011), ham petrol, doğalgaz ve petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını fakat kısa dönemde bu ilişkiden söz edilemediğini vurgulamıştır. Doğalgaz fiyatları piyasa fiyatlarıyla güçlü eş-bütünleşmeye sahip ve doğalgaz fiyatları enerji piyasaları ile uzun dönemli bir ilişkiye sahiptir (Jong ve Schneider, 2009). Ayrıca Doğalgaz fiyatları ile ham petrol arasındaki ilişkiyi ve uzun dönem denge fiyat ilişkisinden kısa dönemde ayrılmaya neden olan faktörlerin araştırılmasıyla doğalgaz ve ham petrol fiyatları arasındaki bağlantının dolaylı olduğu ve doğalgaz ile artık akaryakıt arasındaki sınırdaki rekabet ederek hareket ettiğini kanıtlanmıştır (Hartley vd., 2019). Ekonomik büyümeyle ve piyasalarla bu denli yakın ilişkilerde olan enerji kaynaklarının fiyatlarında bulunabilecek herhangi bir periyodikliğin elde edilmesi oldukça önemli bir kaynak olması tahmin edilmektedir. Son yıllarda ülkemizde alternatif enerji kaynaklarının artması (rüzgar, güneş enerjisi gibi) her ne kadarda enerji piyasalarında bir rahatlatma sağlamış olsa da fosil yakıtlarına olan talebi azaltamamış ve enerji ihtiyacını karşılayamamıştır. Ülkedeki ham petrol taleplerinin %3 ve doğalgazın ise %8’lere yakın bir kısmının ülke kaynaklarından karşılandığı düşünülürse, ilerleyen yıllarda dünyada ve ülkemizde bu enerji kaynaklarının en çok tüketilen kaynaklar arasında olabilmesi beklenmektedir(EIA, 2005; DPT, 2001;Onur, 2005). Bu çerçeveden bakıldığında petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki periyodikliğin belirlenmesi yatırımcılar ve politika yapıcıları açısından oldukça önemli olacaktır.

Dünya piyasalarında gittikçe artan fosil yakıt talepleri karşısında arz fiyatlarındaki yükselişler dikkatleri bu iki enerji kaynağına çekmiş ve birbirlerinin fiyatları üzerinde olan muhtemel etkilerde önemsenmeye başlamıştır.

Teknolojik gelişmeler ışığında geleceğe yönelik tahminlerin dikkate alınması durumunda gelecek 50 yıl içerisinde fosil kaynakların kullanımının artması ve enerji materyallerinin sergileyecekleri herhangi bir periyodikliğin elde edilmesi, enerji piyasalarında ve enerji politikalarının oluşturulması açısından önemli olacaktır. Bu kapsamda British Petrol’ un 2005 raporlarına göre dünya toplam enerji üretiminin yüzde 8’ lık payı fosil yakıtlar, yüzde 8’ i yenilenebilir enerji kaynakları ve yüzde 6’ sıda nükleer enerji tarafından karşılandığı

raporlanmıştır(EIA, 2005). Bu raporlarda önemli derecede bir orana sahip fosil yakıtlardan olan petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki periyodiklikler elde edilmesi oldukça önemli olacaktır.

2. Metodoloji

Periodogramlar genellikle, veride bulunan gizli periyodikliklerin araştırılmasında kullanılır. Bununla birlikte, Akdi ve Dickey (1998) periodogramların serinin birim köklü olup olmadığını sınamak için bir yöntem önermektedirler. Eğer, seride muhtemel periyodikliklerin bulunduğu varsayılırsa, verilere,

$$Y_t = \mu + \alpha \cos(w_k t) + \beta \sin(w_k t) + e_t, t = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

şeklinde bir model göz önüne alınabilir. Bu modele göre μ , α , ve β parametrelerinin en küçük kareler tahmin edicileri sırası ile, $\hat{\mu}$, a_k ve b_k olup,

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t, \quad a_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_n) \cos(w_k t) \quad \text{ve} \quad b_k = \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_n) \sin(w_k t) \quad (2)$$

dir. Hesaplanan a_k ve b_k değerlerine Fourier katsayıları denir. Yine trigonometrik fonksiyonların özelliklerinden

$$\sum_{t=1}^n \cos(w_k t) = \sum_{t=1}^n \sin(w_k t) = 0 \quad (3)$$

olup Fourier sıklıkları ortalamaya göre değişmezdir (invariant). Bu Fourier katsayıları yardımı ile zaman serisinin w_k sıklığındaki periodogramı (periodogram ordinate),

$$I_n(w_k) = \frac{n}{2} (a_k^2 + b_k^2) \quad (4)$$

şeklinde hesaplanır.

Eğer $f(w_k)$ durağan zaman serisinin spectral yoğunluk fonksiyonu ise,

$$I_n(w_k) / f(w_k) \xrightarrow{D} \chi_2^2, \quad n \rightarrow \infty \quad (5)$$

dir (Fuller 1996, Brockwell ve Davis 1987, Wei 2006). Ayrıca, $\lim_{n \rightarrow \infty} E(\hat{f}_n(w_k)) = f(w_k)$ olup, durağanlık varsayımı altında, $k \neq l$ için $Cov(I_n(w_k), I_n(w_l)) = 0$ dir.

Eğer seri durağan değilse,

$$T_n(w_1) = \frac{2(1 - \cos(w_1))}{\hat{\sigma}_n^2} I_n(w_1) \xrightarrow{D} Z_1^2 + 3Z_2^2, \quad n \rightarrow \infty \quad (6)$$

dir. Burada Z_1 ve Z_2 standart normal dağılımlı rasgele değişkenler olup $T_n(w_1)$ istatistiğinin dağılımı örneklem hacmine bağlı değildir. Ayrıca, Fourier sıklıkları ortalamaya göre değişmez olduğundan, test istatistiğinin dağılımı da ortalamaya göre değişmezdir. Buna göre, $T_n(w_1)$

istatistiğinin dağılımı serinin durağan ve durağan olmayan seriler için elde edildiğinden, bu test istatistiği serinin durağanlığının testi için kullanılabilir. Eğer test istatistiğinin hesaplanan değeri $t_n(w_1)$ kritik değerden küçük ($t_n(w_1) < t_n(\alpha)$) ise serinin birim köklü olduğu yokluk hipotezi ret edilir ve serinin durağan olduğu sonucuna varılır (Akdi ve Dickey, 1998). Test istatistiğinin kritik değerleri ilgili çalışmada verilmiştir.

Periodogramlar veride muhtemel periyodikliklerin araştırılmasında (H_0 hipotezinin testi) da kullanılmaktadır. Bunun için Model (1) de verilen harmonik regresyonda $H_0 : \alpha = \beta = 0$ yokluk hipotezi ret edilirse seride periyodik bileşen vardır. Bu hipotezin testi için standart F testi kullanılabilir gibi görünmesine rağmen, w_k sıklıkları bilinmediği için F testinin kullanılması anlamlı değildir (Wei, 2006, pp 292-293). Durağan herhangi bir zaman serisi için her bir k sıklığındaki $I_n(w_k)$ periodogram değerleri hesaplanır. $I_n(w_{(1)})$ en büyük periodogram değerini m de $n/2$ nin tam kısmı ($m = [n/2]$) olmak üzere,

$$V = I_n(w_{(1)}) \left[\sum_{k=1}^m I_n(w_k) \right]^{-1} \quad (7)$$

istatistiğini tanımlayalım. Herhangi bir periyodik bileşen yoksa ($H_0 : \alpha = \beta = 0$ altında) V istatistiği için

$$P(V > c_\alpha) = \alpha \cong m(1 - c_\alpha)^{m-1} \quad (8)$$

dir (Wei, 2006, page 294-295). Buradan, seçilen herhangi bir α anlam düzeyi için c_α kritik değeri de

$$c_\alpha = 1 - (\alpha / m)^{1/(m-1)} \quad (9)$$

olarak hesaplanır. Eğer $V > c_\alpha$ ise $H_0 : \alpha = \beta = 0$ hipotezi ret edilir ve seride periyodik bileşen olduğu sonucuna varılır). Bununla birlikte, seride başka periyodiklikler de bulunabilir. Yine, $I_n(w_{(1)})$ en büyük periyodiklik değeri, $I_n(w_{(2)})$ ikinci en büyük periyodiklik değeri, $I_n(w_{(s)})$ de s .nci en büyük periyodiklik değeri göstermek üzere,

$$V_i = I_n(w_{(i)}) \left[\sum_{k=1}^m I_n(w_k) - \sum_{k=1}^{i-1} I_n(w_{(k)}) \right]^{-1} \quad (10)$$

olmak üzere, $V_i > c_\alpha$ ise seride i .nci harmonikte periyodik bileşen vardır.

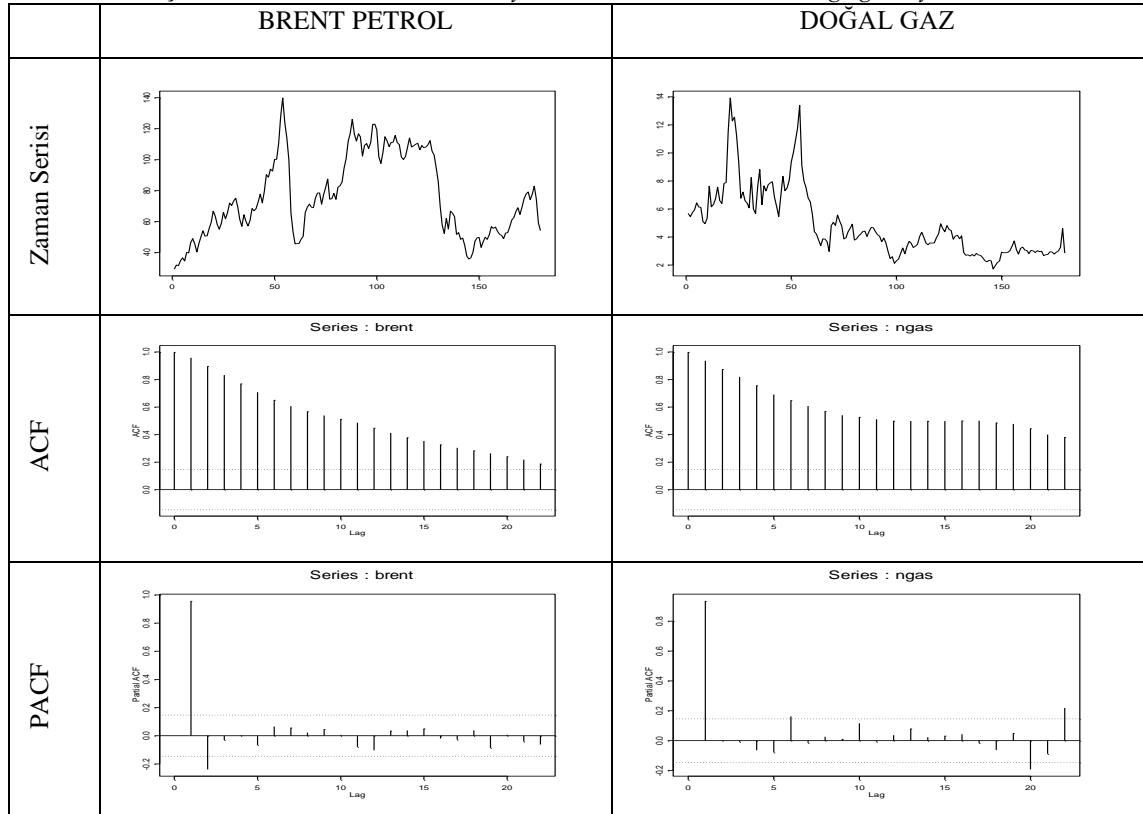
3. Bulgular

Çalışmada, 2004:01-2018:12 dönemi aylık ortalama petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki periyodik bileşenler elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, uluslararası piyasalarda oluşan günlük (gece 00:00 itibarı ile gün sonu kapanış değerleri) fiyatlar derlenerek aylık ortalamalar elde edilmiştir. Her iki seriye ait zaman serisi grafikleri Şekil 1. de verilmiştir. Her iki serinin de otokorelasyonlarındaki azalmanın hızı göz önüne alındığında durağan olmadığı söylenebilir. Serilerin durağanlığı için

standart birim kök testleri uygulanmış ve durağan olmadığı gözlenmiştir (Tablo 1). Brent petrol serisi %10 anlam düzeyinde durağan olduğu ancak %5 de durağan değildir. Brent petrol ve doğalgaz serileri için, $\hat{\tau}_\mu$ değerleri sırası ile -2.593790 ve -2.312087 olarak hesaplanmıştır. Serilerin birinci derece farkları ise durağandır.

Oysa periodogramlara dayalı test için her iki seri de durağan değildir. Brent petrol ve doğalgaz serileri için $T_n(w_1)$ istatistiğinin değerleri sırası ile 1.91061 ve 0.97348 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Her iki seri için de, $t_n(w_1) > 0.178$ olup serilerin her ikisi de durağan değildir. Burada, $T_n(w_1)$ istatistiğinin kritik değeri %5 için 0.178 ve %10 için 0.348 dir. Ayrıca, her iki serinin de birinci derece farkları durağandır.

Şekil 1. 2004:01-2018:12 Dönemi aylık ortalama Brent Petrol ve Doğalgaz Fiyatları



Tablo 1. Brent Petrol ve Doğalgaz Serilerinin Durağanlığı (ADF Test Sonuçları)

| BRENT PETROL | | |
|---|------------------|---------------|
| Null Hypothesis: BRENT has a unit root | | |
| Exogenous: Constant | | |
| Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13) | | |
| | t-Statistic | Prob.* |
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -2.593790 | 0.0961 |
| Test critical values: | 1% level | -3.467205 |
| | 5% level | -2.877636 |
| | 10% level | -2.575430 |
| DOĞALGAZ | | |
| Null Hypothesis: NGAS has a unit root | | |
| Exogenous: Constant | | |
| Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=13) | | |

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|------------------|---------------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -2.312087 | 0.1693 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.466994 | |
| 5% level | -2.877544 | |
| 10% level | -2.575381 | |

Tablo 2. Periodogram Tabanlı Birim Kök test Sonuçları

| Seri | $I_n(w_1)$ | $\hat{\sigma}_n^2$ | $T_n(w_1)$ |
|-------|------------|--------------------|------------|
| BRENT | 62189.40 | 39.65658 | 1.91061 |
| NGAS | 566.446 | 0.708925 | 0.97348 |

Periodogram tabanlı test yönteminde, standart birim kök testlerinin aksine, test istatistiğinin kritik değerleri örneklem hacmine bağlı değildir. Ayrıca, serinin varyansı haricinde herhangi bir parametre tahminine ihtiyaç duyulmaz. Bunlar da, yöntemin uygulanabilirliği açısından önemli bir avantaj olarak görülebilir. $T_n(w_1)$ istatistiğinin değerinin hesaplanabilmesi için farklı zaman serisi modelleri göz önüne alınmış en küçük AIC istatistiğinin değeri uygun model olarak seçilmiştir. Sonuçlar Tablo 3. de verilmiştir. Brent petrol serisi için AR(2), doğalgaz serisi için ise AR(1) modelinin uygun olduğu gözlenmiştir. Bu iki model dikkate alınarak varyans değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3. Brent Petrol ve Doğalgaz serileri için AIC istatistiklerinin değerleri

| BRENT PETROL | | | | | | | | |
|--------------|---------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 12 | (12,13) | (1,12,13) |
| AIC | 1193.51 | 1176.24 | 1178.23 | 1180.15 | 1201.18 | 1186.58 | 1647.73 | 1197.30 |
| DOĞALGAZ | | | | | | | | |
| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 12 | (12,13) | (1,12,13) |
| AIC | 540.89 | 452.76 | 454.72 | 456.03 | 453.22 | 461.64 | 777.89 | 451.77 |

Bilindiği gibi, periodogramlar durağan bir serideki gizli periyodikliklerin tespitinde de kullanılmaktadır. Yukarıda, hem brent petrol serisinin hem de doğalgaz serisinin birinci dereceden bütünleşik olduğu gözlenmişti. Bu nedenle, birinci derece fark serilerinde muhtemel periyodiklikler araştırılmıştır. En büyük beş periodogram değeri ile bunlara karşılık gelen periyodlar ve V_i istatistiklerinin değerleri Tablo 5. de verilmiştir. Diğer taraftan serinin periyodik bileşen içermediği varsayımı altında Eşitlik (9) da verilen değerler farklı anlam düzeyleri için hesaplanmış ve kritik değerler Tablo 4. de verilmiştir. Bu tablo değerleri incelendiğinde, doğalgaz serisinde (birinci derece fark) herhangi bir periyodik bileşen gözlenmemiştir ($V_i < c_\alpha, i = 1, 2, 3, 4, 5$).

Tablo 4. V_i istatistiğinin kritik değerleri

| α | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| c_α | 0.0972 | 0.0902 | 0.0860 | 0.0831 | 0.0808 |
| α | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 |
| c_α | 0.0789 | 0.0773 | 0.0759 | 0.0747 | 0.0736 |

Diğer taraftan, brent petrol serisinde farklı periyodlar gözlenmiştir. Burada hesaplanan V_i değerleri kritik değerden büyüktür ($V_i > c_\alpha, i = 1, 2, 3, 4, 5$). Başka bir ifade ile, birinci derece fark serisinde 179, 89.5, 59.667, 44.75 ve 35.8 aylık periyodlar anlamlıdır. Ancak buradaki 179 aylık periyod verinin tamamına karşılık geldiği için bunu bir periyod olarak değerlendirmek doğru değildir. Ayrıca, yuvarlatmalar dikkate alındığında, birinci derece fark serisi için 90, 60, 45 ve 36

aylık periyodlar anlamlıdır. Yani brent petrol verilerinde 3 yıllık (36 ay), 5 yıllık (60 ay), yaklaşık 4 yıllık (45 ay) ve 7.5 yıllık (90 ay) periyodlar anlamlıdır.

Tablo 5: Birinci Fark Serilerinin Periyodları için hesaplanan istatistik Değerler

| <i>i</i> | D(BRENT PETROL) | | | D(DOĞALGAZ) | | |
|----------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|
| | $I_n(w_{(i)})$ | Periyod | V_i | $I_n(w_{(i)})$ | Periyod | V_i |
| 1 | 290585.2 | 179.00 | 0.6080 | 381.266 | 5.5940 | 0.0486 |
| 2 | 72668.8 | 89.50 | 0.3879 | 380.726 | 11.933 | 0.0511 |
| 3 | 32313.8 | 59.667 | 0.2818 | 370.911 | 17.900 | 0.0524 |
| 4 | 18189.6 | 44.750 | 0.2208 | 323.322 | 9.944 | 0.0482 |
| 5 | 11652.1 | 35.8000 | 0.1816 | 315.326 | 10.529 | 0.0494 |
| Toplam | 477930 | | | 7835.023 | | |

4. Eş-bütünleşme:

Durağan olmayan herhangi iki zaman serisi için durağan herhangi bir lineer birleşimin bulunması durumunda bu iki seri eş-bütünleşiktir (kointegrasyonlu). Durağan olmayan herhangi iki seri X_t ve Y_t olsun. Bu durumda, U_t durağan olmayan (birim köklü) seriyi, S_t de durağan bir zaman serisini göstermek üzere, durağan olmayan X_t ve Y_t zaman serileri her zaman durağan olmayan U_t serisi ile durağan S_t serilerinin lineer birleşimi olarak yazılabilir (Akdi, 2014). Yani

$$X_t = a_{11}U_t + a_{12}S_t \text{ ve } Y_t = a_{21}U_t + a_{22}S_t \quad (11)$$

dir. Her iki seri de durağan olmayan U_t serisinin bir fonksiyonu olduğundan her iki seri de durağan değildir ancak

$Y_t - (a_{21}/a_{11})X_t = (a_{21}U_t + a_{22}S_t) - (a_{21}/a_{11})(a_{11}U_t + a_{12}S_t) = (a_{22} - a_{21}a_{12}/a_{11})S_t$ olduğundan, $Y_t - (a_{21}/a_{11})X_t$ fark serisi durağandır. Yani, $\tilde{W}_t = (X_t, Y_t)'$ iki boyutlu zaman serisi durağan olmamasına rağmen, $\tilde{\beta} = (-a_{21}/a_{11}, 1)'$ olmak üzere $Z_t = \tilde{\beta}'\tilde{W}_t$ durağandır. Bu nedenle, serilerin eş-bütünleşik olup olmadığını sınamak için Z_t serisinin durağanlığını sınamak yeterlidir. Diğer taraftan, Z_t serisi Y_t nin X_t üzerine regresyonundan elde edilen artıklar serisine benzemektedir. Bu nedenle, Y_t nin X_t üzerine regresyonundan elde edilen artıklar serisi durağan ise iki seri eş-bütünleşiktir. Bununla birlikte

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

regresyon modeli göz önüne alındığında β_1 parametresinin $\hat{\beta}_{1,n}$ en küçük kareler tahmin edicisi (a_{21}/a_{11}) oranı için tutarlı (Akdi, 2014) olup $\tilde{\beta} = (-a_{21}/a_{11}, 1)'$ eş-bütünleşme vektörünün tahmini $\hat{\tilde{\beta}}_n = (-\hat{\beta}_{1,n}, 1)'$ dir. Literatürde, durağan olmayan serilerin eş-bütünleşik olup olmamasına ilişkin oldukça çok çalışma bulunmasına rağmen yukarıda açıklanan ve Engle-Granger yöntemi olarak bilinen metot ile Johansen (1988) tarafından önerilen yöntemler öne çıkmaktadır. Bu iki yönteme ilişkin program çıktıları Tablo 6a ve 6b. de verilmiştir.

Tablo 6a. Eş-bütünleşme Analiz sonuçları (Johansen)

| Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace) | | | | |
|--|------------|-----------|----------------|---------|
| Hypothesized | | Trace | 0.05 | |
| No. of CE(s) | Eigenvalue | Statistic | Critical Value | Prob.** |
| | | | | |

| | | | | |
|--|------------|------------------------|------------------------|---------------|
| None | 0.056090 | 14.40436 | 15.49471 | 0.0725 |
| At most 1 * | 0.024287 | 4.302628 | 3.841466 | 0.0380 |
| Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values | | | | |
| Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue) | | | | |
| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Max-Eigen Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
| None | 0.056090 | 10.10174 | 14.26460 | 0.2053 |
| At most 1 * | 0.024287 | 4.302628 | 3.841466 | 0.0380 |
| Max-eigenvalue test indicates no cointegration at the 0.05 level * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values | | | | |

Tablo 6b. Eş-bütünleşme Analiz sonuçları (Engle-Granger)

| | | | |
|--|-----|-------------|---------------|
| Pairwise Granger Causality Tests | | | |
| Date: 01/15/19 Time: 13:46 | | | |
| Sample: 2004M01 2018M12 | | | |
| Lags: 2 | | | |
| Null Hypothesis: | Obs | F-Statistic | Prob. |
| BRENT does not Granger Cause | | | |
| NGAS | 178 | 0.37803 | 0.6858 |
| NGAS does not Granger Cause BRENT | | 0.39959 | 0.6712 |

Tablo 1 de verilen ADF birim kök test sonuçları ve Tablo 2 deki periodogram tabanlı birim kök test sonuçları incelendiğinde, petrol ve doğalgaz serileri aynı dereceden bütünleşik serilerdir. Ancak bu iki seri farklı periyodik özelliklere sahiptir (Tablo 5). Bu nedenle, iki seri arasındaki muhtemel eş-bütünleşmenin araştırılması için periodogram tabanlı eş-bütünleşme testinin uygulanması anlamlı değildir. Bu nedenle, eş-bütünleşme analizleri için Johansen ve Engle-Granger yöntemi tercih edilmiş ve serilerin eş-bütünleşik olmadığı gözlenmiştir (Tablo 6). Petrol ve doğalgaz fiyatları farklı periyodik özelliklere sahip olduğundan iki seri ortak hareket etmemektedir. Bu nedenle, iki seri arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin olması beklenemez. Bu sonuçlar, Yılancı (2017) ile Manzoor ve Seiflou (2011) tarafından elde edilen sonuçlar ile tutarlıdır. Petrol ve doğalgaz fiyatları enerji piyasasını etkileyen önemli değişkenlerden ikisi olmakla birlikte genellikle bunların ortak hareket ettiği ve bunlar arasında eş-bütünleşme ilişkisinin olması beklenir. Oysa serilerin farklı periyodik bileşenleri beklenen bu ilişkiyi etkilediği düşünülmektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada 2004:01-2018:12 dönemi aylık ortalama brent petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki (Dolar cinsinden) periyodik bileşenler elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmadaki veriler uluslararası piyasalarda oluşan günlük (gece 00:00 itibarı ile gün sonu kapanış değerleri) fiyatlar derlenerek aylık ortalamalar elde edilmiştir. Veriler Matriksdata veri sağlayıcı şirketinden veri terminali aboneliği alınmak suretiyle elde edilmiştir. Çalışmanın analiz aşamasında brent petrol ve doğalgaz serilerinin durağanlığı test edilmiş ve durağan olmadığı gözlenmiştir. Serilerdeki gizli periyodikliklerin tespiti için serilerin birinci dereceden farkları kullanılmıştır.

Yukarıda, hem brent petrol serisinin hem de doğalgaz serisinin birinci dereceden bütünleşik olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, birinci derece fark serilerinde muhtemel periyodiklikler araştırılmıştır. Sonuç olarak, doğalgaz serisinde (birinci derece fark) herhangi bir periyodik bileşen gözlenemezken ($V_i < c_\alpha, i = 1, 2, 3, 4, 5$) brent petrol serisinde farklı periyodlar gözlenmiştir ($V_i > c_\alpha, i = 1, 2, 3, 4, 5$). Başka bir ifade ile, birinci derece fark serisinde 179, 89.5, 59.667, 44.75 ve 35.8 aylık periyodlar anlamlıdır. Ancak buradaki 179 aylık periyod verinin tamamına karşılık geldiği için bunu bir periyod olarak değerlendirmek doğru değildir. Ayrıca, yuvarlatmalar dikkate alındığında, birinci derece fark serisi için 90, 60, 45 ve 36 aylık periyodlar anlamlıdır. Yani brent petrol verilerinde 3 yıllık (36 ay), 5 yıllık (60 ay), yaklaşık 4 yıllık (45 ay) ve 7.5 yıllık (90 ay) periyodlar anlamlıdır. Bununla birlikte, serilerin eş-bütünleşik olmadığı gözlenmiştir. Her iki seri de aynı dereceden bütünleşik olmasına rağmen, doğalgaz serileri herhangi bir periyodiklik göstermezken, brent petrol serilerinde periyodik dalgalanmalar gözlenmektedir. Bu durum ise iki serinin eş-bütünleşme ilişkisinin gözlenmemesine neden olduğu düşünülmektedir.

Bu kapsamda brent petrol fiyatlarının bulunan periyodlarda benzer döngüler gösterebileceği ve bu bilgiler ışığında tahminler yapılabileceği söylenebilir. Doğalgaz fiyatları konusunda ise daha özel analizler yapılarak çalışmanın sürdürülebileceği söylenebilir.

Kaynaklar:

- Akdi, Y. and D.A. Dickey (1998), "Periodograms of unit root time series: Distributions and tests", *Communications in Statistics : Theory and Methods*, 27(1), 69-87.
- Akdi, Y. (2014), "Zaman Serileri Analizi: Birim kökler ve Kointegrasyon", Gazi Kitabevi, Ankara
- Brockwell, P.J. and R.A. Davis (1987), "Time Series: Theory and Methods." Springer Science & Business Media.
- BP, (2005). Statistical review of world energy June 2005, <http://www.bp.com>.
- Çılbant, C , Alma, D . "Türkiye’de Doğal Gaz Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki". Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi 1 (2016): 1-11
- De Jong, C., & Schneider, S. (2009), " Cointegration between gas and power spot prices." *The Journal of Energy Markets*, 2(3), 27.
- Engle, R. F. and Granger, C. W. J. (1987), "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, 55, 251–276.
- EIA, (2005), International energy outlook July 2005, <http://www.eia.doe.gov>.
- Fuller, WA. (1996), " Introduction to Statistical Time Series. Second edition", Willey, USA.
- Granger, C.W. (1988), "Some Recent Developments in a Concept of Causality", *Journal of Econometrics*, 39, 199– 211.
- Hartley, P. R., Medlock III, K. B., & Rosthal, J. E. (2008), "The relationship of natural gas to oil prices. "*The Energy Journal*, 47-65.
- Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointegrating Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 12, 231-254.
- Johansen, S. ve Juselius, K. (1990), "Maximum Likelihood Estimation Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica*, 55, 1151-1180.
- Manzoor, D., & Seiflou, S. (2011), "Are Crude Oil, Gas And Coal Prices Co integrated?." *Iranian Economic Review*, 15(28), 29-51.
- Onur, M. (2005), "Petrol ve Doğal Gazın Dünyada, Türkiye’de Durumu ve İTÜ’deki çalışmalar."
- Wei, W.W.S. (2006), *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Second edition, Pearson Education, USA
- Yılancı, V. (2017), "Petrol Fiyatları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Fourier Yaklaşımı. "*Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (27), 51-67.

