

Karbondiyoksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

Fındık Özlem ALPER, Department of Economics, Omer Halisdemir University, Turkey; e-mail: ozknozlem@gmail.com

Ali Eren ALPER, Department of Public Finance, Omer Halisdemir University, Turkey; e-mail: alierenalper@gmail.com

Carbon dioxide Emission, Economic Growth, Energy Consumption Relation: ARDL Bound Testing Approach for Turkey

Abstract

The aim of this study is to conduct research about the relation of carbon dioxide emission (CO_2), economic growth (GDP) and crude oil consumption (OIL) in Turkey with the cointegration test. For this reason the ARDL Bound Testing approach developed by Pesaran et.al. has been used for the 1985-2014 period. The test results indicate the existence of a long term relationship among the variables with the elasticity values 0.80 for economic growth and 0.11 for energy consumption. Acquired long term coefficients show a significant relationship among CO_2 emission, GDP and OIL. In other words, it has been determined that economic growth and energy consumption increased environmental pollution, however economic growth harmed the environment more than energy consumption.

Keywords : Economic Growth, Environmental Pollution, ARDL Bound Testing.

JEL Classification Codes : C32, O44, Q56.

Öz

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de karbondiyoksit emisyonu (CO_2), ekonomik büyüme (GDP) ve ham petrol tüketimi (OIL) ilişkisini eşbütünleşme testiyle araştırmaktır. Bu amaçla Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilmiş olan ARDL Sınır Testi yaklaşımı 1985-2014 dönemi için kullanılmıştır. Test sonuçları ekonomik büyüme için 0.80 ve enerji tüketimi için 0.11 elastikiyet değerleri ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Elde edilen uzun dönemli katsayılar, CO_2 emisyonu ile GDP ve OIL arasında, beklentilerle uyumlu şekilde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiyi göstermektedir. Diğer bir ifadeyle ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin uzun dönemde çevre kirliliğini arttırdığı ancak ekonomik büyümenin, enerji tüketimine göre çevreye daha fazla zarar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Ekonomik Büyüme, Çevre Kirliliği, ARDL Sınır Testi.

1. Giriş

Endüstri devrimi sadece ülkeler arasında hızlı ekonomik büyümeyi beraberinde getirmekle kalmadı, günümüzün en büyük problemlerinden biri olan küresel ısınma ve iklim değişikliğini de beraberinde getirdi. Endüstri devriminin önemli etkilerinden biri de insan ve hayvan gücü temelli organik ekonomileri, fosil yakıt temelli inorganik ekonomilere dönüştürmesidir. Fosil yakıtların kullanımı atmosferdeki karbon seviyelerini sürekli ve eşit olmayan bir biçimde arttırmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak da atmosferde tutulan sıcaklık miktarı artmıştır.

2007 yılında toplanan “Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli Raporu (IPCC)” küresel ortalama sıcaklıklarla, sera gazı emisyonu arasında yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. IPCC (2007)’ e göre küresel ısınmadaki 1.1 ile 6.4 derecelik bir artış 2100 yılına kadar deniz seviyesinde 16.5 ile 53.8 cm. yükseliş yaratacaktır (IPCC, 2007). Sera gazı salınımına bağlı olarak oluşan küresel ısınmanın sonuçları ülkelerin sosyal ve doğal karakteristiklerine bağlı olarak değişmektedir (Tiware, 2011: 86). Stern vd. (2006)’ya göre küresel ısıdaki bu radikal değişim bütün ülkeleri etkileyecek ancak ülkeler arasında en erken ve en sert etki, fakir ve kalabalık ülkelerde, ki bu ülkeler en az sera gazı salınımı yapan ülkelerdir, ortaya çıkacaktır.

Gro Harlem Brundtland’ın 1987 tarihli “*Ortak Geleceğimiz*” başlıklı raporunda sürdürülebilir büyümenin tanımını yapmıştır. Brundtland (1987)’e göre sürdürülebilir büyüme “*Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetini riske atmadan karşılamaktır*” (Brundtland vd., 1987: 16). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yarattığı en büyük tehdit büyüme ve gelişmenin sürdürülebilirliğine imkan vermemesidir. Bu nedenle dünyamızın en ciddi çevre problemidir. Bu şekilde artan çevresel tehdit akademisyenleri ve politika yapıcılarını küresel ısınmanın dünya ekonomisine yaptığı katkıları incelemeye itmiştir.

Gelişmiş ülkeler bu sorunla savaşmak için 1990’ların başından itibaren çeşitli önemli çevresel antlaşmalar imzalamışlardır. Bu antlaşmalardan ilki 1992 yılında Rio de Janeiro’da imzalanan “*İklim Değişikliği Üzerine Birleşmiş Milletler Temel Konvansiyonu (UNFCCC)’dur*”. UNFCCC ile kararlaştırılan “*Kyoto Protokolü*” 11 Aralık 1997’de Kyoto’da imzalandı ve 16 Şubat 2005’de 37 gelişmiş ülkeye bağlayıcı sınırlar koyan hükümleriyle devreye girdi. Kyoto Protokolü’ne göre gelişmiş ülkeler atmosfere zarar verici gaz emisyonlarını 2008-2012 arasında, 1990 yılı seviyelerinin en az %5 altına çekmek zorundadırlar (Özcan, 2013: 1138).

İklim değişikliğine sebep olan birçok çevre kirletici unsur bulunmakla birlikte karbondioksit (CO_2) emisyonu halen sera gazı salınımında başat unsur olmaya devam etmektedir (IEA, 2011: 205). Yavuz (2014) çalışmasında Türkiye’de temel sera gazının %81.1’lik pay ile CO_2 olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda Türk ekonomisi 2002-2010 yılları arasında yüksek büyüme hızları yakalamıştır. Aynı zamanda Türkiye’deki yıllık CO_2 büyüme oranı 2000-2008 arasında %4 olmuştur. CO_2 büyüme hızı 1960’da %0.5 iken 2008’de %4’e yükselmiştir (Öztürk & Acaravcı, 2013: 263).

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de 1990-2014 yılları arasında CO₂ emisyonu, ham petrol talebi ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi yardımıyla analiz etmektir. Çalışmanın ikinci bölümünde CO₂ emisyonu, ham petrol talebi ve ekonomik büyüme ilişkisi hakkında yapılmış çalışmalar değerlendirilecektir. Üçüncü bölümde, veri seti ve kullanılacak yöntem hakkında bilgi verilecek. Dördüncü bölümde, ampirik uygulama sonuçlarına yer verilmektedir. Sonuç kısmında ise araştırmada elde edilen sonuçlara yönelik değerlendirme ve politika önerileri yer almaktadır.

2. Literatür Taraması

CO₂ emisyon modelleri genellikle dört ana kategoriye ayrılmaktadır (Du vd.; 2012: 372);

- Ulusal seviyedeki zaman serisi verilerine dayanan ve tipik olarak GSMH, enerji gibi verilere dayanan analizler.
- İkinci yöntem, temelden tepeye kadar yapılan sektör odaklı analizlerdir. Bu yöntemde bir yılın verisi baz yılı olarak alınmakta ve oluşturulan senaryoya göre yapılan tahminlerle gelecek trendler tespit edilmeye çalışılmaktadır.
- Üçüncü yöntem sistem optimizasyonudur. ABD Enerji Bakanlığı ve Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) bu yöntemle her yıl raporlar yayınlamaktadır.
- Son yöntem ise girdi-çıkıta analizi ile hesaplanabilir genel denge modelleridir.

Tablo: 1
Seçilmiş Literatür Özeti

Yazar(lar)	Zaman Aralığı	Ülke	Yöntem	Sonuç
Kraft ve Kraft (1978)	1947-1974	ABD	Granger Nedensellik	GDP→EC
Stern (1993)	1947-1990	ABD	Çokdeğişkenli VAR	EC→GDP
Soytaş vd. (2001)	1960-1995	Türkiye	Eşbütünlüşme	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve EC→GDP
Altınay ve Karagöl (2005)	1950-2000	Türkiye	Granger Nedensellik	EC→GDP
Lee ve Chang (2005)	1954-2003	Tayvan	Johansen Eşbütünlüşme ve Granger Nedensellik	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve EC→GDP
Jobert ve Karanfil (2007)	1960-2003	Türkiye	Johansen Eşbütünlüşme ve Granger Nedensellik	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi yok ve EC - ---- GDP
Ho ve Siu (2007)	1966-2002	Hong Kong	Eşbütünlüşme ve VEC Modeli	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve EC→GDP
Lise ve Van Montford (2007)	1970-2003	Türkiye	Eşbütünlüşme	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve GDP→EC
Karanfil (2008)	1970-2005	Türkiye	Granger Nedensellik ve Eşbütünlüşme	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve GDP→EC
Ang (2008)	1971-1999	Malezya	Johansen Eşbütünlüşme	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve GDP→EC
Erdal vd. (2008)	1970-2006	Türkiye	Johansen Eşbütünlüşme	EC ve GDP arasında eş bütünlüşme ilişkisi ve EC ↔ GDP

Tang (2008)	1972-2003	Malezya	ARDL Eşbütünleşme	EC ve GDP arasında eş bütünleşik ilişki yok ve EC ↔ GDP
Bowden ve Payne (2009)	1949-2006	ABD	Toda-Yamamoto Nedensellik	EC→GDP
Halıcioğlu (2009)	1960-2005	Türkiye	ARDL Eşbütünleşme	EC ve GDP arasında eş bütünleşik ilişki ve GDP ---- EC
Payne (2009)	1949-2006	ABD	Toda-Yamamoto Nedensellik	GDP ---- EC
Soytaş ve Sarı (2009)	1960-2000	Türkiye	Toda-Yamamoto Nedensellik	GDP ---- EC
Odhiambo (2009)	1971-2006	Tanzanya	ARDL Eşbütünleşme	EC ve GDP arasında eş bütünleşik ilişki
Tiwari (2011)	1971-2005	Hindistan	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	EC ve GDP arasında eş bütünleşik ilişki CO ₂ →GDP
Saboori (2012)	1980-2009	Malezya	ARDL Eşbütünleşme	GDP ve CO ₂ arasında eş bütünleşik ilişki
Farhani ve Rejeb (2012)	1973-2008	Cezayir, Kıbrıs, Mısır, İran, İsrail, Ürdün, Kuveyt, Fas, Umman, S. Arabistan, Sudan, Suriye, Tunus, Türkiye, BAE	Panel Eşbütünleşme	GDP, CO ₂ ve EC arasında eş bütünleşik ilişki
Öztürk ve Acaravcı (2013)	1960-2007	Türkiye	ARDL Eşbütünleşme	GDP, CO ₂ ve EC arasında eş bütünleşik ilişki
Yavuz (2014)	1960-2007	Türkiye	Johansen ve Gregory-Hansen Eşbütünleşme	GDP, CO ₂ ve EC arasında eş bütünleşik ilişki
Kasman ve Duman (2015)	1992-2010	Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Macaristan, İrlanda, Litvanya, Letonya, Makedonya, Malta, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovenya, Türkiye	Panel Eşbütünleşme	GDP, CO ₂ , Ticaret, şehirleşme ve EC arasında eş bütünleşik ilişki.
Twerefou, Poku ve Bekoe (2016)	1970-2010	Gana	ARDL Eşbütünleşme	EKC hipotezi geçerli değil.
Doğan ve Türkekül (2016)	1960-2010	ABD	ARDL Eşbütünleşme	EKC hipotezi geçerli değil.

Not: EC→GDP : Nedensellik yönü enerji talebinden ekonomik büyümeye doğru.

GDP→EC : Nedensellik yönü ekonomik büyümeden enerji talebine doğru.

GDP ---- EC: Nedensellik yok.

3. Model, Yönetim ve Veri Seti

CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmamızda (1) numaralı denklemde ifade edilen model kullanılmıştır;

$$LNCO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 LNGDP_t + \alpha_2 LNOIL_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Değişkenler ile açıklayıcı bilgiler Tablo 2’de belirtilmiştir:

Tablo: 2
Değişkenler Hakkında Açıklayıcı Bilgiler

Değişken İsmi	Birim	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
LNCO ₂	Kiloton	5.32	0.10	5.16	5.50
LNGDP	USD	11.59	0.11	11.43	11.78
LNOIL	Bin ton	4.38	0.05	4.21	4.44

CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenirken Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL (Autoregressive Distributed Lag) yöntemi kullanılacaktır. ARDL sınır testi yaklaşımının çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlardan ilki, ARDL yöntemi serilerin I(0) veya I(1) olmasına bakılmaksızın uygulanabilir. Daha da önemlisi dinamik sınırsız bir hata düzeltme modeli (UECM) elde edilebilmektedir. UECM kısa dönem dinamiklerle, uzun dönem eşitlikleri, herhangi bir uzun dönem bilgi kaybı olmadan entegre edebilmektedir (Shahbaz & Lean; 2012: 475). Modelin ARDL formu (2) numaralı denklemde belirtilmiştir:

$$CO_{2t} = f(GDP_t, OIL_t)$$

$$\Delta \ln CO_{2t} = b_0 + \sum_{i=1}^m b_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^n b_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p b_{3i} \Delta \ln OIL_{t-i} + b_4 \ln CO_{2t-1} + b_5 \ln GDP_{t-1} + b_6 \ln OIL_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Δ terimi birinci fark operatörünü, b_0 eğilim (drift) katsayısı, b_1, b_2 ve b_3 katsayıları kısa dönem dinamik ilişkiyi ve b_4, b_5 ve b_6 katsayıları ise uzun dönem dinamik ilişkiyi ifade etmektedir. Analizde optimal gecikme uzunluğu Akaike bilgi kriteri (AIC) yardımıyla belirlenmektedir.

$$H_0 = b_4 = b_5 = b_6 = 0$$

$$H_1 = b_4 \neq b_5 \neq b_6 \neq 0$$

ARDL yönteminde iki asimptotik kritik sınır kullanılmaktadır. Eğer elde edilen F istatistik değeri kritik üst sınırı geçerse, boş hipotez reddedilir, yani değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu kabul edilir. Eğer F istatistik değeri kritik alt sınırın altında kalırsa boş hipotez reddedilemez ve değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olmadığı sonucuna varılır. Eğer F istatistik değeri iki kritik sınır arasında kalırsa, herhangi bir yorum yapılamaz.

Boş hipotez reddedilir ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilirse, (3) numaralı denklemde belirtilen UECM tahmin edilir:

$$\Delta \ln CO_{2t} = c_0 + \sum_{i=1}^m c_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^n c_{2i} \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^p c_{3i} \Delta \ln OIL_{t-i} + \delta ECM_{t-i} + \mu_t \quad (3)$$

(3) numaralı denklemde Δ terimi, birinci fark operatörünü; ECM_{t-i} terimi, hata düzeltme terimi ve δ terimi ise değişkenlerin bir şok karşısında ne kadar hızlı dengeye yöneleceklerini gösteren hata düzeltme terimi katsayısıdır.

Analizde 1985-2014 aralığını kapsayan, yıllık veriler kullanılmıştır. CO_2 ve GDP değişkenleri verileri Dünya Bankası veri tabanından; yurt içi ham petrol tüketimi verisi (OIL) ise Eurostat veri tabanından elde edilmiştir. Ampirik literatüre bağlı kalınarak bütün değişkenler analize doğal logaritmaları alınarak dâhil edilmiştir.

4. Ampirik Sonuçlar

Öztürk ve Acaravcı (2013)'e göre ARDL yaklaşımında eğer değişkenlerden birinin birim kök derecesi $I(1)$ 'den büyükse, Pesaran vd. (2001) ve Narayan (2005) tarafından bulunan kritik değerler kullanılamaz. Bu kritik değerler $I(0)$ ve $I(1)$ temelli oluşturulmuştur. Bu nedenle analizin ilk aşamasında değişkenlere birim kök testi yaparak ARDL sınır testi yaklaşımının varsayımlarına uyup uymadığına bakılması gerekmektedir.

Bu amaçla çalışmada serilerin durağanlığının incelenmesi için Genişletilmiş Dickey ve Fuller (ADF) Testi ve Phillips ve Perron (PP) testleri kullanılmıştır. ADF ve PP

testlerinin, boş hipotezlerinde serilerin birim köke sahip olduğu; alternatif hipotezlerinde ise serilerin durağan olduğu ifade edilmektedir. (3) numaralı tablo değişkenlere ait ADF ve PP test sonuçlarını vermektedir:

Tablo: 3
Birim Kök Test Sonuçları

Düzyey	ADF			PP	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli	
LNCO ₂	-0.004 (0)	-2.54 (0)	0.422 (5)	-2.549 (0)	
LNGDP	0.061 (0)	-2.52 (0)	0.161 (2)	-2.520 (0)	
LNOIL	-1.750 (0)	-2.16 (0)	-1.750 (0)	-2.092 (2)	

Birinci Farkları	ADF			PP	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli	
LNCO ₂	-4.96 (0)*	-4.85 (0)*	-5.195 (4)*	-5.070 (4)*	
LNGDP	-4.66 (0)*	-4.55 (0)*	-4.666 (1)*	-4.554 (1)*	
LNOIL	-4.83 (0)*	-4.17 (1)*	-4.931 (3)*	-8.144 (11)*	

*Not: ADF testinde parantez içindeki değerler Schwarz Bilgi kriteri kullanılarak seçilen gecikme uzunluklarını ifade etmektedir ve maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak alınmıştır. PP testinde optimal gecikme uzunluğu belirlemek için Bartlett kernel yöntemi ve Newey-West Bandwith kriterlerinden yararlanılmıştır. * %5 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.*

(3) numaralı tabloda da belirtildiği üzere seriler için ADF ve PP birim kök testleri uygulandığında tüm serilerin birim köke sahip olduğu veya durağan olmadığı sonucuna varılmıştır. Serilerin birinci farkı alınarak yeniden birim kök testi uygulandığında serilerin durağanlaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ADF ve PP birim kök testleri sonucunda tüm serilerin bütünüleşme derecesinin I(1) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçları Pesaran vd. (2001) ve Narayan (2005) tarafından önerilen sınır testi yaklaşımının kullanılmasına izin vermektedir. Tablo 4'de ARDL sınır testi sonuçları verilmiştir. Buna göre CO₂, ekonomik büyüme ve ham petrol tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı kanıtlanmıştır.

Tablo: 4
ARDL Sınır Testi Sonuçları

Tahmin Edilen Eşitlik	LCO ₂ = f(LGDP, LOIL)	
F İstatistiği	9.51	
Optimum Gecikme Uzunluğu	[4, 2, 4]	
Asimptotik Kritik Değerler	Alt Sınır, I(0)	Üst Sınır, I(1)
% 1	5.15	6.26
% 5	3.53	4.42
% 10	2.91	3.69
Diagnostik Testler		
R ²	0.928	
Düzeltilmiş R ²	0.914	
F İstatistiği	344.468 (0.000)	
Breusch-Godfrey Testi	1.580 (0.3398)	
ARCH LM Testi	0.109 (0.745)	
Jarque-Bera Normallik Testi	1.356 (0.507)	
Ramsey Reset Testi	2.043 (0.226)	

Not: Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC kullanılmıştır. Kritik değer sınırları Narayan (2005: 1987, Case II) 'den alınmıştır. Parantez içerisindeki rakamlar olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 4'de sunulan diagnostik test sonuçları ARDL modelinde otokorelasyon, değişen varyans ve fonksiyonel form sorunlarının olmadığını ayrıca hataların normal dağılım sergilediğini ortaya koymaktadır.

Tablo: 5
ARDL (4, 2, 4) Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LCO2	
	Katsayı	t istatistiği (p değeri)
LNCO ₂ (-1)	0.787	5.108 (0.0037)
LNCO ₂ (-2)	-0.796	-4.394 (0.0071)
LNCO ₂ (-3)	0.227	2.504 (0.0542)
LNCO ₂ (-4)	-0.290	-3.662 (0.0146)
LNGDP	1.128	12.800 (0.0001)
LNGDP(-1)	-1.094	-6.030 (0.0018)
LNGDP(-2)	0.824	4.678 (0.0054)
LNOIL	0.189	-3.198 (0.0240)
LNOIL(-1)	0.147	2.939 (0.0323)
LNOIL(-2)	0.194	-3.449 (0.0183)
LNOIL(-3)	0.045	0.438 (0.6790)
LNOIL(-4)	0.313	2.679 (0.0438)
C	-4.795	-4.344 (0.0074)

Tablo 6'da LNCO₂ değişkenin bağımlı değişken olduğu modelde, uzun dönem katsayılar gösterilmektedir.

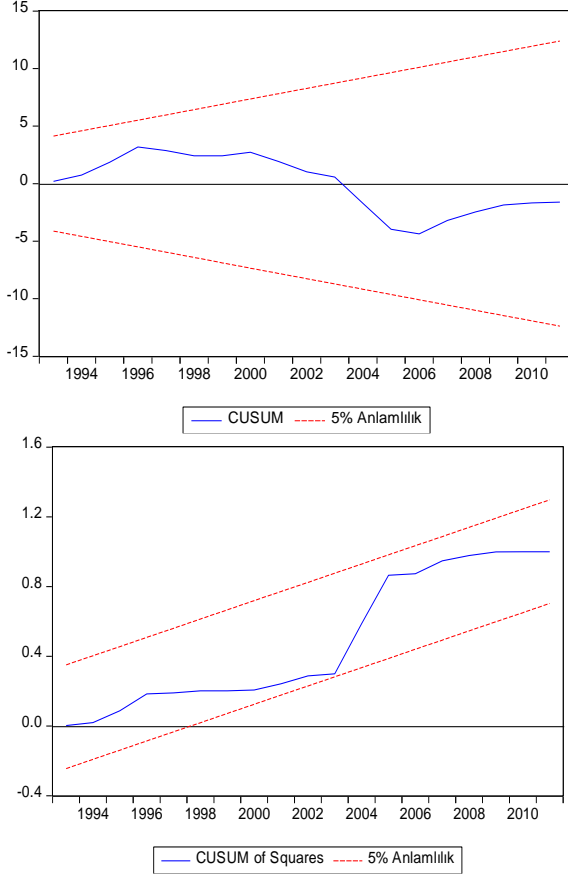
Tablo: 6
Uzun Dönem Katsayılar

Değişkenler	Bağımlı Değişken: LNCO ₂	
	Katsayı	t istatistiği (p değeri)
LNGDP	0.800	24.478 (0.000)
LNOIL	0.114	3.638 (0.0240)
C	-4.472	-10.271 (0.000)

Aynı zamanda Türk ekonomisinde incelenen dönemde yaşanan yapısal değişimlerden dolayı bir veya daha çok yapısal kırılma olabileceğinden Brown vd. (1975) çalışmasında önerilen kısa ve uzun dönem katsayıların uygunluğunu test etmek amacıyla *cumulative sum* (CUSUM) ve *cumulative sum of squares* (CUSUMSQ) testleri yapılmıştır.

CUSUM ve CUSUMSQ testleri, Chow testinde olduğu gibi kırılma noktalarının belirlenmesine gerek duymamaktadır. Dolayısıyla kırılma tarihlerinin önceden belirlenmesine gerek yoktur. (1) numaralı şekil CUSUM ve CUSUMSQ test istatistiklerinin %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırların içerisinde kaldığını göstermektedir. Bunun anlamı tahmin edilen parametrelerin incelenen dönem içerisinde istikrarlı olduğudur.

Şekil: 1
CUSUM ve CUSUMSQ Testleri



Tablo 7’de Hata Düzeltme Modeli sonuçları gözükmemektedir. Kısa dönem uyarlanma sürecini anlayabilmek için Hata düzeltme katsayısının (ECM-1) işaretine ve büyüklüğüne bakılmaktadır. ECM(-1) katsayısı 0 ile -1 arasında ise, uyarlanma süreci uzun dönem denge değerine tek düze bir şekilde olur. ECM(-1) katsayısı pozitif veya -2’den küçükse dengeden uzaklaşıldığını, -1 ile -2 arasındaysa uzun dönem denge değerinin etrafında azalan dalgalanmalar sergilediğini ifade etmektedir. Analizde ECM(-1) katsayısı negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını bir başka açıdan kanıtlamaktadır. Hata düzeltme katsayısı -1 ile -2 arasında olduğu için, hata düzeltme sürecinde uzun dönem denge değerlerin etrafında azalan dalgalanmalar göstererek dengeye ulaşılmaktadır (Alam & Quazi; 2003: 97).

Tablo: 7
Hata Düzeltme Modeli

Değişkenler	Bağımlı Değişken: $\Delta LNCO_2$	
	Katsayı	t istatistiği (p değeri)
$\Delta LNGDP$	1.120	12.800 (0.000)
$\Delta LNOIL$	0.190	3.198 (0.0250)
C	-4.795	-4.344 (0.0074)
ECM(-1)	-1.072	-5.118 (0.0037)

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbondioksit salınımı üzerindeki etkisi, zaman serisi analizinde önemli bir yeri olan eşbütünlüşme metodolojisi çerçevesinde incelenmiştir. Bu amaçla Türkiye ekonomisine ilişkin 1985-2014 dönemini kapsayan yıllık verilerden oluşan 30 gözlemlik bir veri seti oluşturulmuştur. Serilerin birim kök test sonuçları birinci farkında durağanlığa işaret etmektedir. Böylece ARDL metodu olarak bilinen sınır testi yaklaşımı kullanılarak söz konusu model tahmin edilmiştir. Hesaplanan F istatistik değeri üst kritik sınır değerinden büyük olduğu için, analize dahil edilen değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

ARDL modelinin tahmin sonuçları ekonomik büyüme ve ham petrol tüketimi değişkenlerinin karbondioksit salınımı ile pozitif yönde ilişki içerisinde olduğunu ve sırasıyla 0.80 ve 0.114 değerlerini aldığı ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, ele alınan dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi Türkiye ekonomisinde çevre kirliliğini arttıran önemli belirleyicilerdir.

Diğer taraftan, hata düzeltme modeli bulguları değişkenler arasında istikrarlı uzun dönem ilişkinin varlığını doğrular niteliktedir. Hata düzeltme katsayısının (-1.072) negatif ve istatistik olarak anlamlı bulunması bunun en önemli kanıtıdır. Çalışmanın bulguları Öztürk ve Acaravcı (2013), Altıntaş (2013), Saatçi ve Dumrul (2011) ve Yavuz (2014) sonuçları ile örtüşmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulguların önemli politik sonuçları vardır. İlk olarak önümüzdeki on yılda ekonomik büyüme devam ettikçe toplam karbondioksit emisyonu artmaya devam edeceği için, Türkiye'nin ekonomik büyüme önceliği olduğu sürece, aktif çevre kirliliği azaltıcı önlemleri devreye sokması şarttır. İkinci önemli sonuç ise bu politikaların uygulanabilmesi için Türkiye'de devlet tarafından kurumlara destek verilmelidir.

Bu destek sadece finansal anlamda değil, aynı zamanda kömür ve petrol tüketiminin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla değişimini cesaretlendirici; tüketicileri temiz enerji, ısınma ve ulaşım taleplerini artırıcı politikalarda olmalıdır.

Giderek büyüyen bir sorun haline gelen iklim değişikliğinin önlenmesi için politika yapımcıların mutlak anlamda ekonomik büyümeden ziyade *yeşil büyümeye* (green growth) odaklanması gereklidir. Yeşil büyüme, ekonomik büyümeyi de pozitif anlamda etkileyecektir. Çünkü yeşil büyüme yaşam kalitesini, sosyal refahı arttıracak ve sürdürülebilir büyümeye olanak tanıyacak, çevresel kalitedeki sürekli artışlarla beraber,

beşeri sermayenin genel sağlık düzeyini arttırmak suretiyle uzun dönemde verimliliği arttıracaktır.

Kaynaklar

- Alam, I. & R. Quazi (2003), “Determinants of capital flight: An econometric case study of Bangladesh”, *International Review of Applied Economics*, 17(1), 85-103.
- Altıntaş, H. (2013), “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Altınay, G. & E. Karagol (2005), “Electricity consumption and economic growth: evidence from Turkey”, *Energy Economics*, 27(6), 849-856.
- Ang, J.B. (2008), “Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia”, *Journal of Policy Modeling*, 30(2), 271-278.
- Bowden, N. & J.E. Payne (2009), “The causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis”, *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- Brown, R.L. & J. Durbin & J.M. Evans (1975), “Techniques for testing the constancy of regression relationships over time”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, 149-192.
- Brundtland, G. & M. Khalid & S. Agnelli & S. Al-Athel & B. Chidzero & L. Fadika & M. Singh (1987), *Our Common Future*, <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>, 19.08.2016.
- Dogan, E. & B. Turkekul (2016), “CO₂ emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: testing the EKC hypothesis for the USA”, *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203-1213.
- Du, L. & C. Wei & S. Cai (2012), “Economic development and carbon dioxide emissions in China: Provincial panel data analysis”, *China Economic Review*, 23(2), 371-384.
- Erdal, G. & H. Erdal & K. Esengün (2008), “The causality between energy consumption and economic growth in Turkey”, *Energy Policy*, 36(10), 3838-3842.
- Farhani, S. & J. Ben Rejeb (2012), “Energy consumption, economic growth and CO₂ emissions: Evidence from panel data for MENA region”, *International Journal of Energy Economics and Policy (IJEEP)*, 2(2), 71-81.
- Halicioğlu, F. (2009), “An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey”, *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Ho, C.Y. & K.W. Siu (2007), “A dynamic equilibrium of electricity consumption and GDP in Hong Kong: an empirical investigation”, *Energy Policy*, 35(4), 2507-2513.
- IEA (2011), *International Energy Agency World Energy Outlook 2011*, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf>, 06.08.2016.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2007), *Climate Change Synthesis Report 2007*, <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf>, 29.08.2016.
- Jobert, T. & F. Karanfil (2007), “Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey”, *Energy Policy*, 35(11), 5447-5456.

- Karanfil, F. (2008), "Energy consumption and economic growth revisited: Does the size of unrecorded economy matter?", *Energy Policy*, 36(8), 3029-3035.
- Kasman, A. & Y.S. Duman (2015), "CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis", *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Kraft, J. & A. Kraft (1978), "Relationship between energy and GNP", *Journal of Energy, Finance and Development*, 3:2(2), 401-403.
- Lee, C.C. & C.P. Chang (2005), "Structural breaks, energy consumption, and economic growth revisited: evidence from Taiwan", *Energy Economics*, 27(6), 857-872.
- Lise, W. & K. Van Montfort (2007), "Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship?", *Energy Economics*, 29(6), 1166-1178.
- Narayan, P.K. (2005), "The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests", *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Odhiambo, N.M. (2009), "Energy consumption and economic growth nexus in Tanzania: An ARDL bounds testing approach", *Energy Policy*, 37(2), 617-622.
- Ozcan, B. (2013), "The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: A panel data analysis", *Energy Policy*, 62, 1138-1147.
- Ozturk, I. & A. Acaravci (2013), "The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey", *Energy Economics*, 36, 262-267.
- Payne, J.E. (2009), "On the dynamics of energy consumption and output in the US", *Applied Energy*, 86(4), 575-577.
- Pesaran, M.H. & Y. Shin & R.J. Smith (2001), "Bounds testing approaches to the analysis of level relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Saboori, B. & J. Sulaiman & S. Mohd (2012), "Economic growth and CO₂ emissions in Malaysia: a cointegration analysis of the environmental Kuznets curve", *Energy Policy*, 51, 184-191.
- Saatçi, M. & Y. Dumrul (2011), "Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kurulmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.
- Shahbaz, M. & H.H. Lean (2012), "Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia", *Energy Policy*, 40, 473-479.
- Soytas, U. & R. Sari (2009), "Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member", *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Stern, D.I. (1993), "Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach", *Energy Economics*, 15(2), 137-150.
- Stern, N.H. & S. Peters & V. Bakshi & A. Bowen & C. Cameron & S. Catovsky & S.L. Garbett (2006), *Stern Review: The economics of climate change*, (Vol. 30), Cambridge: Cambridge University Press.
- Soytas, U. & R. Sari & O. Ozdemir (2001), "Energy consumption and GDP relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis", *Economics and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, 838-844.
- Tiwari, A.K. (2011), "Energy consumption, CO₂ emissions and economic growth: Evidence from India", *Journal of International Business and Economy*, 12(1), 85-122.

- Tang, C.F. (2008), "A re-examination of the relationship between electricity consumption and economic growth in Malaysia", *Energy Policy*, 36(8), 3077-3085.
- Twerefou, D.K. & F. Adusah-Poku & W. Bekoe (2016), "An empirical examination of the Environmental Kuznets Curve hypothesis for carbon dioxide emissions in Ghana: an ARDL approach", *Environmental & Socio-economic Studies*, 4(4), 1-12.
- Yavuz, N.Ç. (2014), "CO₂ emission, energy consumption, and economic growth for Turkey: Evidence from a cointegration test with a structural break", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(3), 229-235.