

Gönderim Tarihi: 08.11.2016 Kabul Tarihi: 23.11.2016

## TÜRKİYE’DE KARBON EMİSYONU VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: DOĞRUSAL OLMAYAN EŞBÜTÜNLEŞME ANALİZİ

Arzu TAY BAYRAMOĞLU\*  
Asuman KOÇ YURTKUR\*\*

### THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND CARBON EMISSIONS IN TURKEY: AN ANALYSIS OF NON- LINEAR COINTEGRATION

#### Öz

Bu çalışmada Türkiye’de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme teknikleriyle analiz edilmektedir. Çalışmada 1960-2010 dönemi için doğrusal Engle-Granger eşbütünleşme ve Kapetanios, Shin ve Shell (KSS 2006) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan eşbütünleşme yöntemleri uygulanmıştır. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre Türkiye’de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunamazken doğrusal olmayan bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Buna göre Türkiye’de ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında doğrusal olmayan anlamlı uzun dönemli pozitif bir ilişki mevcuttur.

**Anahtar Kavramlar:** Çevresel Kuznets Eğrisi, Karbon Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Koentegrasyon.

#### Abstract

In this study, the relationship between carbon emissions and economic growth in Turkey is analyzed with linear and nonlinear cointegration techniques. The linear Engle-Granger cointegration and the nonlinear cointegration method developed by Kapetanios, Shin and Shell (KSS 2006), were applied in the period of 1960-2010. According to the results of the econometric analysis, there was no linear relationship between carbon emissions and economic growth in Turkey, but a nonlinear cointegration relationship was determined. Accordingly, we can say that there is a nonlinear significant positive relationship between carbon emissions and economic growth for the long term in Turkey.

**Keywords:** Environmental Kuznets Curve, Carbon Emissions, Economic Growth, Cointegration.

---

\*Yrd.Doç.Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, e-posta: arzutay@gmail.com.

\*\*Yrd.Doç.Dr., Bülent Ecevit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, e-posta: asumankoc@gmail.com.

## **1.Giriş**

Çevresel sorunlar tüm dünyada ve Türkiye’de gündemi oluşturan ve tartışılan en önemli konular arasında yer almaktadır. Endüstriyel üretimin sanayi devrimiyle birlikte gösterdiği hızlı artış, dünyanın doğal düzeni üzerinde yıkıcı sonuçlar doğurmuş, aşırı kapasite kullanımıyla birlikte global boyutta negatif etkiler ortaya çıkmıştır. Bu etkiler sonucunda yaşanan küresel ısınma ve iklim değişikliği çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin önemini arttırmıştır. Bu bağlamda dünyadaki nüfus artışının kaynak tüketimi ve çevre kirliliği üzerindeki etkilerini tartışmaya açan ilk kuruluş olan Roma Kulübü (Roma Club) 1968 yılında akademi dünyası, sivil toplum, diplomasi ve sanayi alanlarındaki önemli isimler tarafından İtalya’nın başkenti Roma’da kurulmuştur. Kulübün öncülerinden Meadows vd. (1972) “Büyümenin sınırları” adını verdikleri kitapları ve büyük ölçüde bu kitabın özetlerinden oluşan raporları tüm dünyada büyük yankı uyandırmıştır. Bu raporlardan ilkinde kıt olan kaynaklarla kontrolsüz ekonomik büyümenin sürdürülmesi halinde 21. yy ortasında küresel sistemin çökeceği ifade edilmektedir. Böylece Roma Kulübü’nün en önemli argümanlarından biri ekonomik büyüme oranlarının yavaşlatılması şeklinde ortaya çıkmıştır (Bruvoll ve Medin 2003: 28). 1976 yılında yayımlanan ikinci raporda ise enerji verimliliğini arttırmanın gerekliliği üzerinde durulmuş ve ancak bu takdirde çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir toplumun mümkün olabileceği ifade edilmiştir (Sencar 2007: 88-91).

Roma Kulübü raporları büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi tartışan ilk araştırmalar olması nedeniyle önem taşımaktadır. Bu raporlar ile başlayan süreç, çevre ile büyüme arasındaki ilişkiye dayalı tartışma ve çalışmaların giderek artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda Kyoto protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadele etmeyi sağlamaya yönelik uluslararası geçerliliği olan çevre ile ilgili tek protokoldür. 1997 yılında imzalanıp 2005’te yürürlüğe giren protokol 160 ülkeyi kapsamaktadır. Bu protokol ile atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun, çevre ve iklim üzerinde tehlikeli etkiler oluşturmayacak seviyelerde tutulması amaçlanmaktadır.

Türkiye Kyoto Protokolü’ne 2009 yılında katılmıştır. Bu protokolde Türkiye, rekabet gücünü zayıflatıcı etkisi olabileceği endişesi ve büyüme yolunda bir engel teşkil edeceği düşüncesi ile Ek-1 listesinde<sup>1</sup> yer almaktadır. Bu haliyle Türkiye, Kyoto protokolüne göre karbondioksit salınımını indirme yükümlülüğü altına girmemektedir. Bunun yanı sıra Türkiye’nin çevre kirliliğini azaltmaya yönelik çeşitli yükümlülükleri bulunmaktadır (ÇŞB 1998,

---

<sup>1</sup> Birleşmiş Milletler çatısı altında Kyoto protokolünü destekleyen ülkeler gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler şeklinde ikiye ayrılmakta, gelişmiş ülkeler Ek 1 listesinde yer almaktadır. Bu listedeki ülkeler sera gazı salınımını azaltmayı kabul etmiş ülke konumundadırlar.

[http://www.csb.gov.tr/db/iklim/editorodossa/kyoto\\_protokol.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/iklim/editorodossa/kyoto_protokol.pdf), 7 Şubat 2016'da erişildi). Gelişmekte olan bir ülke konumunda olan Türkiye bir yandan kişi başına düşen milli gelirini arttırıp gelişmesini sürdürmeyi amaçlarken, bir yandan da çevre kirliliğine yönelik yükümlülüklerini de yerine getirme çabasıdır.

Çevre kirliliğine ilişkin en önemli göstergelerden biri karbondioksit salınımı (CO<sub>2</sub>) ölçümüdür. Türkiye'nin karbondioksit salınımı 1990 yılında 141 milyon ton iken, 2011 yılında 344 milyon tona ulaşarak yaklaşık % 244 gibi yüksek bir artış göstermiştir (TUİK 2013, [http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13482,\\_25](http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13482,_25) Nisan 2013'de erişildi.). Bu artışa rağmen, Türkiye'de kişi başı karbondioksit salınımı 2012 itibariyle dünya ortalamasının altındadır. Diğer yandan Türkiye'de petrol ürünlerinden alınan yüksek vergiye rağmen sera gazı (su buharı, karbondioksit, metan, ozon gazları) salınım miktarının hızlı bir şekilde artmaya devam etmesi dikkat çekicidir (OECD 2012, [www.oecd.org/eco/surveys/overview%20english%20final.pdf](http://www.oecd.org/eco/surveys/overview%20english%20final.pdf), 12 Mart 2013'de erişildi). Türkiye'de 2010 yılı itibariyle kişi başına düşen karbon emisyonu miktarı 5.5 ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı yıl için bu oran OECD ülkelerinde 15 ton ve AB üyesi ülkelerde 10.2 ton olarak gerçekleşmiştir (ÇŞB 2012, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/brostr.pdf>., 7 Şubat 2016'da erişildi). 1990-2010 yılları arasındaki dönem incelendiğinde ise Türkiye'de kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonunun %47.9 oranında arttığı OECD ülkelerinde %2.77, AB üyesi ülkelerde ise %12.3 oranında azaldığı görülmektedir (EIA 2012, <http://www.eia.gov/countries/data.cfm>, 10 Kasım 2013'te erişildi). Türkiye ile ilgili istatistiklere bakıldığında gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye'de ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu ve ekonomik büyümenin çevreye zarar verdiği söylenebilmektedir.

Çevre kirliliği ile kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişki ekonomi teorisinde Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE, Environmental Kuznets Curve,) hipotezine dayandırılmaktadır. ÇKE hipotezi, Kuznets (1955) tarafından ortaya atılan Kuznets Eğrisi Yaklaşımı'nın yeniden yorumlanmış halidir (Ergün ve Polat 2015:117). Kuznets Eğrisi Yaklaşımı'na göre, ekonomik büyüme ile gelir dağılımı adaletsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Bu teoride, iktisadi büyüme ve kalkınmayla birlikte gelir dağılımının önce bozulacağı, gelir artışı devam ettikçe gelir dağılımı adaletsizliğinin azalacağı ileri sürülmektedir. Grossman ve Krueger (1995) yapmış oldukları çalışmalarında Kuznets Eğrisi'ndeki büyüme ve gelir eşitsizliği ilişkisini gelir ve çevre kirliliği ilişkisine dönüştürerek Çevresel Kuznets Eğrisini elde etmişlerdir. ÇKE hipotezine göre, büyümenin ilk yıllarında çevre kirliliği artarken, büyümenin ilerleyen aşamalarında kirlilik azalmaktadır (Dinda 2004: 433). Bu hipoteze göre çevre kirliliği ile kişi başına milli gelir arasında ters-U şeklinde bir ilişki ortaya çıkmaktadır

(Deacon ve Norman 2004; Dinda 2004; Müller-Fürstenberger ve Wagner 2007).

Bu kapsamda iktisadi literatürde ÇKE hipotezinin testine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ise ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki daha önceki çalışmalardan farklı olarak doğrusal olmayan eşbütünleşme tekniğiyle analiz edilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın ikinci bölümünde konu ile ilgili literatür taraması sunulmakta, üçüncü bölümde ekonometrik model ve yöntem tanıtılmakta, dördüncü bölümde ampirik sonuçlar gösterilmektedir. Beşinci bölümde ise ekonomik sonuçlar doğrultusunda yapılan değerlendirme yer almaktadır.

## **2. Literatür**

Çevre duyarlılığı ve ekonomik büyüme-gelir ilişkisinin teorik ve pratik olarak ortaya konması konu ile ilgili önemli bir literatürün ortaya çıkmasını sağlamıştır . İlgili literatüre bakıldığında ÇKE hipotezi ile ilgili değişik sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Hipotezin geçerli olduğunu söyleyen çalışmaların yanı sıra hipotezin lehine sonuç elde edemeyen çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak hemen hemen tüm çalışmalarda ekonomik büyüme, çevre kirliliği ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli anlamlı bir ilişki elde edilmiştir.

ÇKE hipotezini doğrulayan çalışmaların başında Grossman ve Krueger (1991) gelmektedir. Ticaret engellerindeki bir azalmanın çevreyi ekonomik etkinlik ölçeğini genişleterek, ekonomik faaliyet kompozisyonunu değiştirerek ve üretim tekniklerinde bir değişimi beraberinde getirerek etkileyebileceğini Meksika’da ticaretin serbestleşmenin etkilerini değerlendirecek şekilde incelemişlerdir. Çalışmada çevresel bozulmaların belirleyicileri ile kişi başına gelir arasında bir ilişkinin var olduğuna işaret etmektedirler. Düşük gelir seviyelerinde kişi başına düşen GDP ile çevresel bozulmanın belirleyicilerinin seviyesinin arttığını fakat yüksek gelir seviyelerinde düştüğünü tespit etmişlerdir. Bununla birlikte çalışmada çevresel kalitenin ekonomik büyüme ile beraber düştüğüne dair herhangi bir kanıt bulamamışlardır. Deacon ve Norman (2004), gerçekleştirdikleri zaman serisi analizinde ampirik olarak kullandıkları doğrusal olmayan yöntemlerle kirlilik ile büyüme arasındaki ilişkinin ters-U biçiminde olmasının etkili bir genelleme olduğunu belirterek çevre kirliliğinin düşük gelirli ülkelerde gelir artışına bağlı olarak başlangıçta arttığını fakat sonrasında gelir artışıyla beraber azaldığını, yüksek gelirli ülkelerde ise gelir artışıyla kirliliğin azaldığını ve son olarak orta gelirli ülkelerde gelir-kirlilik ilişkisinin ters-U şeklinde olduğu ileri sürmektedirler.

Jalil ve Mahmud (2009), karbon emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Çin ekonomisi için 1975-2005 dönemi verileri ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçları karbon emisyonu ile kişi

başına GDP arasında ikinci dereceden ÇKE'yi destekleyen bir ilişkiyi doğrulamaktadır. Ahmed ve Long (2012), ÇKE hipotezini test ettikleri çalışmalarında 1971-2008 döneminde Pakistan'da nüfus yoğunluğu, dış ticaret, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bulgular kısa ve uzun dönemde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ve CO2 emisyonu ile büyüme arasındaki ters-U şeklinde bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır.

Artan vd. (2015) ÇKE hipotezinin geçerliliğini Türkiye için 1981-2012 döneminde test ettikleri çalışmalarında ekonomik büyüme ve dışa açıklığın çevre kirliliği ile olan ilişkisini incelemişlerdir. Elde edilen bulgularda ekonomik büyüme ve ticari açıklık ile çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ÇKE'yi destekleyecek şekilde ters-U şeklinde bir ilişki bulunmuştur. Ergün ve Polat (2015), 30 OECD ülkesini ele aldıkları çalışmalarında CO<sub>2</sub> emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1980-2010 döneminde incelemişlerdir. Ampirik bulgular pek çok OECD ülkesinde elektrik tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında uzun dönemli bir ilişkiyi işaret etmektedir. Ayrıca CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomik büyüme arasında ÇKE hipotezini destekleyen ve doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Çevre ile büyüme arasındaki ilişkiyi koentegrasyon-eşbütünleşme analizi çerçevesinde ele alan çalışmalardan Halıcıoğlu (2009), karbon emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi Türkiye için 1960-2005 döneminde ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak test etmiştir. Ampirik sonuçlar Türkiye'de karbon emisyonu, gelir ve dış ticaret arasındaki uzun dönemli ilişkiyi doğrulamaktadır. Saatçi ve Dumrul (2011), 1950-2007 dönemini ele aldıkları çalışmalarında Türkiye'de çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir koentegrasyon ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadırlar. Yöntem (2013), Türkiye'de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ve ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Nasir ve Rehman (2011), Johansen eşbütünleşme yöntemi ile karbon emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi Pakistan için 1972-2008 dönemi için analiz etmişlerdir. Ampirik sonuçlara göre, karbon emisyonu ve gelir arasında Çevresel Kuznets Eğrisini doğrulayan ikinci dereceden uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Kısa dönem sonuçları ise Çevresel Kuznets eğrisinin varlığını reddetmektedir. Wang vd. (2011), karbon emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını Çin'in 28 ili için 1995-2007 yılı verileri ile test ederek panel eşbütünleşme analizi ile ilişkinin varlığına dair kanıtlar sunmuşlardır. Gülmez (2015) ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki uzun dönemli ilişkiyi 24 OECD ülkesi için panel eşbütünleşme analizi ile

incelemiştir. Bulgular ekonomik büyümedeki artışın uzun dönemde hava kirliliğini artırdığı şeklindedir.

Saboori vd. (2012), 1980-2009 dönemi verileri ile Malezya için Çevresel Kuznets eğrisi hipotezini ARDL yöntemi ile test etmişlerdir. Ampirik sonuçlar kişi başına karbon emisyonu ile kişi başına GDP arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymaktadır. Kısa ve uzun dönemde ÇKE hipotezini doğrular nitelikte karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında ters U biçiminde bir ilişki tespit edilmiştir. VECM modeline bağlı granger nedensellik testi sonuçlarına göre kısa dönemde karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki bulunamazken uzun dönemde ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir. Arı ve Zeren (2011), Çevresel Kuznets eğrisini Akdeniz ülkeleri için test ettikleri çalışmalarında 2000-2005 dönemini ele almışlardır. Karbon emisyonu, enerji tüketimi ve kişi başı gelir arasındaki ilişkinin panel veri tekniğiyle incelendiği çalışmada karbon emisyonu ile kişi başı gelir arasında N şeklinde bir ilişki ortaya konarak ÇKE hipotezi reddedilmektedir.

Yıldırım (2013), satınalma gücü paritesine göre hesaplanmış gayri safi yurtiçi hasıla bakımından dünyada en büyük ekonomiye sahip 20 ülke için 1990-2009 döneminde ticari açıklık ve milli gelirin çevre kirliliği üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmasında havuzlanmış en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Analiz sonuçlarına göre gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ticarete bağlı kirlilik emisyonlarında belirgin bir artış söz konusudur. Ayrıca çalışma kapsamındaki ülkeler için çevresel kuznets eğrisi doğrulanmaktadır. Alam (2014), 1972-2010 dönemini incelediği çalışmasında Nijerya’da karbon emisyonu ile kişi başına milli gelir arasındaki ilişkiyi analiz etmiş ve ÇKE hipotezinin Nijerya’da geçerli olmadığını ortaya koymuştur.

### 3.Model ve Ekonometrik Metodoloji

Bu çalışmada Türkiye’de çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2010 dönemi için incelenmektedir. Çalışmada eşbütünleşme ilişkisi test edilecek model eşitlik (1)’de gösterilmiştir. Bu çalışmada literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak karbon emisyonu ile GSYİH arasındaki ilişki incelenirken açıklayıcı değişken olarak enerji tüketimi verisi kullanılmamıştır. Böylece karbon emisyonu ile büyüme arasındaki ilişkiye odaklanılmıştır.

$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 GSYIH_t + \mu_t \quad (1)$$

Doğrusal eşbütünleşme tekniklerinden Engle-Granger (1987) iki aşamalı eşbütünleşme analizinin ilk aşamasında birinci mertebeden durağan olan iki değişken arasında aşağıdaki gibi bir regresyon kurulmaktadır:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_t + u_t \quad (2)$$

İkinci aşamada ise bu regresyondan elde edilen hata terimlerine ADF birim kök testi uygulanarak elde edilen test istatistiği, Engle ve Granger (1987) tablo değeriyle karşılaştırılır. Eşitlik (3)'de  $p = 0$  olması halinde, kalıntıların birim kök içerdiği ve dolayısıyla iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını söyleyen temel hipotez kabul edilmektedir.

$$\Delta u_t = pu_{t-1} + e_t \quad (3)$$

Doğrusal eşbütünleşme analizinde bağımsız değişkendeki pozitif ve negatif şokların etkisi bağımlı değişken üzerinde aynı yönde etkide bulunurken doğrusal olmayan eşbütünleşmede (asimetri) farklı yönlerde olabilmektedir.

Kapetanios, Shin ve Shell (KSS 2006), Engle-Granger eşbütünleşme testini geliştirerek eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını gösteren temel hipoteze karşın, değişkenler arasında doğrusal olmayan uzun dönem ilişkisinin olduğunu ifade eden alternatif hipotezi sınavan yeni bir test geliştirmişlerdir. Bu testte, modele dahil edilecek deterministik bileşenlere göre aşağıdaki regresyonlardan biri dikkate alınmaktadır (Yılancı 2009:208-210):

$$y_t^* = \alpha_1' x_t^* + u_t^* \quad (4)$$

$$y_t^+ = \alpha_1' x_t^+ + u_t^+ \quad (5)$$

Burada \* üst indisi ile gösterilen değişkenler ortalamadan arındırılmış, + üst indisi ile gösterilen değişkenler ise hem ortalama hem de trendden arındırılmış veriyi göstermektedir. KSS testinde alternatif hipotez altında kalıntıların üssel düzgün geçişli otoregresif (Smooth Transition Autoregression, STAR) bir sürece uygunluk gösterip göstermediği sınavmaktadır. Kalıntılar STAR modelde aşağıda gösterildiği gibi ifade edilmektedir.

$$\Delta u_t = \theta u_{t-1} + \gamma u_{t-1} [1 - \exp(-\phi u_{t-1}^2)] + \varepsilon_t \quad (6)$$

Eşitlik (6)'de eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını gösteren temel hipotez  $\theta = 0$ , doğrusal olmayan eşbütünleşme ilişkisi olduğunu gösteren alternatif hipoteze karşın  $\theta > 0$  ve  $-2 < \gamma < 0$  'yi sınavmayla test edilebilmektedir. Kapetanios vd. (2006) (6) numaralı eşitliğe birinci mertebeden Taylor serisi yaklaşımını uygulayarak ve (7) numaralı eşitlik elde edilmiştir.

$$\Delta u_t = \delta u_{t-1}^3 + \zeta \quad t=1, \dots, T \quad (7)$$

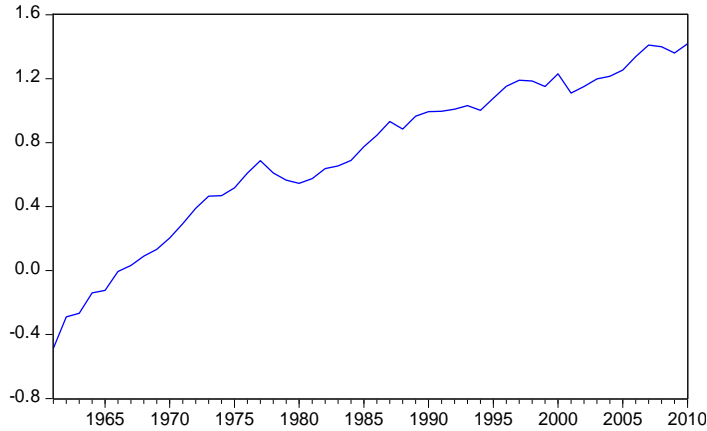
Burada, ilgilenilen değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığını gösteren temel hipotez  $\delta = 0$ , değişkenler arasında doğrusal olmayan uzun dönemli bir ilişki olduğunu gösteren, diğer bir deyişle kalıntıların üssel düzgün geçişli otoregresif modele uygunluk gösterdiğini belirten alternatif hipoteze  $\delta < 0$  karşın Kapetanios vd. (2006) tarafından hesaplanan kritik değerler kullanılarak test edilmektedir.

## 4. Veri ve Ampirik Bulgular

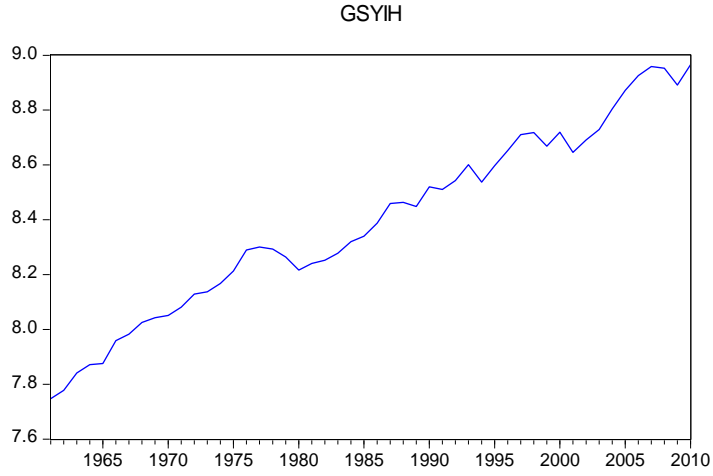
### 4.1. Veri Seti

Eşitlik (1)'de yer alan modelimizde  $CO_2$  değişkeni, kişi başına düşen  $CO_2$  emisyonunu (kg) ifade etmekte ve çevre kirliliğini temsil eden değişken olarak modelde yer almaktadır.  $GSYİH$  değişkeni ise, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılayı (bin dolar) ifade etmekte ve ekonomik büyümeyi temsilen modelde yer almaktadır. Değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmişlerdir. Çalışmada kullanılan veriler yıllık olup, 1960-2010 dönemini kapsamaktadır. Tüm veriler Dünya Bankası istatistiksel veri tabanından (World Data Banks, 2015, <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>, 15 Mart 2015'te erişildi) elde edilmiştir.  $CO_2$  ve  $GSYİH$  serilerinin zaman içerisindeki seyri Grafik 1'de, serilerin tanımlayıcı istatistikleri ise Tablo 1'de yer almaktadır. Grafik 1'de açıkça görüldüğü gibi incelenen zaman diliminde karbon emisyonu ile  $GSYİH$  serileri paralel hareket etmektedir. Bu durumda sadece grafiklere bakılarak bile  $GSYİH$  ile Karbon emisyonu arasında uzun dönemli muhtemel bir koentegre ilişkiden söz edilebilmektedir.

**Grafik 1. Serilerin Zaman İçerisindeki Seyri**  
CO2







**Tablo 1.** Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	CO <sub>2</sub>	GDP
<b>Ortalama</b>	0.722625	8.393410
<b>Medyan</b>	0.810072	8.364087
<b>Maksimum</b>	1.418527	8.966168
<b>Minimum</b>	-0.486005	7.747571
<b>Std. Sap.</b>	0.506229	0.338435
<b>Çarpıklık(Skewness)</b>	-0.611505	-0.049933
<b>Basıklık(Kurtosis)</b>	2.421775	2.056351
<b>Jarque-Bera</b>	3.812705	1.875929
<b>Probability(Olasılık)</b>	0.148622	0.391424
<b>Gözlem</b>	50	50

## 4.2. Ampirik Bulgular

Karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme tekniğiyle analizinde ilk olarak değişkenlerin durağanlık analizleri yapılmıştır. Tablo 2’de kişi başına karbon emisyonu ve gelir serilerine uygulanan ADF (1979) birim kök testinin sonuçları yer almaktadır. Çalışmada sadece kalıntıların doğrusal olmayan STAR modeline uygunluğu sınandığından, Kapetanious vd.(2006)’da olduğu gibi ADF birim kök testi uygulanmıştır. Ayrıca değişkenlerin durağanlıkları Zivot and Andrews (1992) tarafından geliştirilen kırılmalı birim kök testi ile de analiz edilmiştir. Durağanlık testlerinin sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** ADF Birim Kök Test Sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>ADF (düzey)</i>	<i>ADF(Birinci Fark)</i>
InCO <sub>2</sub> (sabitli)	-3.2315 (-2.922)	-7.3304 (-2.923)
(sabit ve trendli)	-3.2921 (-3.504)	-7.7429 (-3.506)
(sabitsiz ve trendsiz)	0.7412 (-1.948)	-5.4977 (-1.947)
InGDP(sabitli)	-0.9129 (-2.922)	-7.1206 (-2.9237)
(sabit ve trendli)	-3.8200 (-3.510)	-4.5249 (-3.5130)
(Sabitsiz ve trendsiz)	4.4061 (-1.947)	-3.2599 (-1.9479)

**Not:** Parantez içerisindeki değerler k=4 için Akaike Bilgi Kriterine göre hesaplanan MacKinnon %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerdir.

**Tablo 3.** Zivot-Andrews Kırılmalı Birim Kök Testi Sonuçları

	<i>Sabitli(Model A) t istatistiği kırılma tarihi</i>	<i>Trendli(Model B) t istatistiği kırılma tarihi</i>	<i>Sabitli ve Trendli(Model C) t istatistiği kırılma tarihi</i>
InCO <sub>2</sub>	-4.0478(-4.93) 1970	-3.7730(-4.42) 1974	-4.1018(-5.08) 1978
InGDP	-4.5418(-4.93) 1980	-4.5418(-4.93) 1980	-5.355(-5.08) 1979

**Not:** Parantez içerisindeki değerler k=4 için Zivot-Andrews testi %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerdir

Tablo 2’de görüldüğü gibi InCO<sub>2</sub> değişkeni sabitli-trendli ve sabitsiz- trendsiz modellerde seviye itibariyle birim kök içerirken sabitli modelde birim kök içermemektedir. InGDP değişkeni ise sabitli modelde seviye itibariyle birim kök içerirken sabit-trendli ve sabitsiz-trendsiz modellerde birim kök içermemektedir. Her iki değişkenin birinci farklarının tüm modellerde birim kök içermediği yani durağan oldukları görülmektedir. Tablo 3’de yer alan Zivot-Andrews test sonuçlarında görüldüğü gibi InCO<sub>2</sub> değişkeni tüm modellerde birim kök içerirken, InGDP değişkeni sabitli ve trendli modelde birim kök içermektedir. Özet olarak her iki değişkenin de ancak birinci farkları alındığında tüm modellerde durağanlık şartını sağladığı görülmektedir. Bu durumda değişkenler arasındaki sahte regresyon sorununu çözmek için eşbütünlüşme analizi önerilmektedir. Bu analiz sonucunda durağan olmayan zaman serileri arasında bir eşbütünlüşme ilişkisi tespit edilirse bu değişkenlerin düzey değerleri ile bulunan regresyon anlamlı olacak ve bu değişkenlerin ilk farklarının kullanılması durumunda kaybedilecek olan değerli bir uzun dönem ilişkisi artık kaybedilmeyecektir (Gujarati 2004:822).

Birinci mertebeden durağan olan kişi başına karbon emisyonu ve kişi başına GSYİH değişkenlerine uygulanan doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme test sonuçları Tablo 3’de görüldüğü gibidir. Grafik 1’de açıkça görüldüğü gibi seriler trende sahiptir. Bu nedenle doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi ortalama ve trendden arındırılmış seriler arasında yapılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonuçlarının yer aldığı Tablo 4’de *EG*, doğrusal Engle-Granger test istatistiğini, *KSS<sub>t</sub>* ise hem ortalamadan hem de trendden arındırılmış veriden elde edilen *KSS* test istatistiğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, *EG*, test istatistiğinin mutlak değerce %5 anlamlılık seviyesinde kritik değerlerden küçük, *KSS<sub>t</sub>* test istatistiğinin ise büyük olduğu görülmektedir. Buna göre, kişi başına karbon emisyonu ve kişi başına GSYİH arasında doğrusal olarak uzun dönemli bir ilişki mevcut değilken ortalama ve trendden arındırılarak yapılan analizde doğrusal olmayan uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 4.** Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	<i>Test İstatistiği</i>	<i>Kritik Değer (%5)</i>
EG	-2.5737	3.67
<i>KSS<sub>t</sub></i>	-4.3212	-3.71

## 5. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada Türkiye’de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2010 dönemi için analiz edilmiştir. Bu kapsamda ampirik sına için doğrusal Engle-Granger eşbütünleşme ve Kapetanios, Shin ve Shell (2006) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre uzun dönemde Engle-Granger’a göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilemezken *KSS* eşbütünleşme analizine göre ilişki tespit edilmiştir. Bu çalışmanın özgünlüğü ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan bir eşbütünleşme tekniği kullanılarak enerji tüketim verisinden bağımsız olarak modellenmesidir. Bu çalışmanın sonucu olan ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında enerji tüketim verisi kullanılmadan elde edilen uzun dönemli ilişki, enerji tüketimi verisinin bağımsız değişken olarak kullanıldığı doğrusal ekonometrik yöntemlerin kullanıldığı diğer çalışmalarla paralellik arz etmektedir. Elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalara benzer şekilde fakat farklı yöntemle ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında pozitif yönlü önemli uzun dönem ilişkisine işaret etmektedir. Böylece yüksek oranda ekonomik büyüme amaçlayan Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkede ekonomik büyümenin çevre kirliliğine neden olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda çevreye duyarlılığın önemli bir ekonomik başlık olduğu global ekonomik konjonktürde yenilenebilir temiz enerji kaynaklarının Türkiye için olan önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca çalışmanın

ampirik sonuçlarına dayalı olarak bu alanda yapılacak olan diğer çalışmalarda doğrusal olmayan analiz tekniklerinin kullanılması önerilmektedir. Böylece çevre kirliliği ve ekonomik büyüme alanındaki çalışmaların Türkiye için daha gerçekçi sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Agras, Jean ve Chapman, Duane (1999). “A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis”. *Ecological Economics* 28: 267-277.
- Ahmed, Khalid ve Long, Wei (2012). “Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis”. *Procedia Economics and Finance* 1: 4-13.
- Alam, Janifar (2014). “On the Relationship between Economic Growth and CO2 Emissions: The Bangladesh Experience”. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)* 5(6): 36-41.
- Arı, Ayşe ve Zeren, Fatma (2011). “CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, *Yönetim ve Ekonomi* 18(2): 37-47.
- Artan, Seyfettin, Hayaloğlu, Pınar ve Seyhan, Burak (2015). “Türkiye’de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”. *Yönetim ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 13(1): 308-325.
- Bruvoll, Annegrete ve Medin, Hege (2003). “Factors Behind The Environmental Kuznets Curve A Decomposition Of The Changes İn Air Pollution”. *Environmental And Resource Economics* 24: 27-48.
- ÇŞB, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (1998). *Kyoto Protokolü*. ([http://www.csb.gov.tr/db/iklim/editorodnya/kyoto\\_protokol.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/iklim/editorodnya/kyoto_protokol.pdf), 7 Şubat 2016’da erişildi).
- ÇŞB, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2012). *İklim Değişikliği ve Türkiye*. (<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/brostr.pdf>, 7 Şubat 2016’da erişildi).
- Deacon, Robert ve Norman, Catherine S. (2004). “Does the Environmental Kuznets Curve Describe How Individual Countries Behave?”. *UCSB Working Papers*.
- Dickey, David A. ve Fuller, Wayne A. (1979). “Distribution of the Estimators For Autoregressive Time Series With A Unit Root”. *Journal of the American Statistical Association* 74(366): 427–31.
- Dinda, Soumyananda (2004). “Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”. *Ecological Economics* 49: 431-455.

- EIA, U.S Energy Information Administration (2012). International Energy Statistics. (<http://www.eia.gov/countries/data.cfm>, 10 Kasım 2013'te erişildi).
- Engle, Robert F., Granger ve Clive, W. J. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica* 55(2): 251-276.
- Ergün, Suzan ve Atay Polat, Melike (2015). "OECD Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 45: 115-141.
- Grossman, Gene M. ve Krueger, Alan B. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement". *NBER Working Paper* 3914. (<http://www.nber.org/papers/w3914>, 24 Mart 2013 tarihinde erişildi).
- Grossman, Gene M. and Krueger, Alan B. (1995). "Economic Growth and the Environment", *The Quarterly of Journal Economics* 110(2): 353-377.
- Gujarati, Domador (2004). *Basic Econometrics*. Fourth Edition. The MacGraw-Hill Companies.
- Gülmez, Ahmet (2015). "OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme ve Hava Kirliliği İlişkisi: Panel Veri Analizi". *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 9: 18-30.
- Halicioğlu, Ferda (2009). "An Econometric Study Of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey". *Energy Policy* 37: 1156-1164.
- Jalil, Abdul ve Mahmud, Syed F. (2009). "Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China". *Energy Policy* 37: 5167-5172.
- Kapetanios, George, Shin, Yongcheol ve Snell, Andy (2006). "Testing for Cointegration in Nonlinear Smooth Transition Error Correction Models". *Econometric Theory* 22(2): 279-303.
- Kuznets, Simon (1955). "Economic growth and income inequality". *American Economic Review* 45(1): 1-28.
- Meadows, Donnella H., Meadows, Dennis H., Randers, Jorgen ve Behrens III, William W (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. ISBN 0-87663-165-0.
- Müller-Fürstenberger, Georg ve Wagner, Martin (2007). "Exploring the Environmental Kuznets Hypothesis: Therotical and Econometric Problem". *Ecological Economics* 62(3-4): 648-660.

- Nasir, Muhammed ve Faiz Ur Rehman (2011). "Environmental Kuznets Curve for carbon emissions in Pakistan: An empirical investigation". *Energy Policy* 39: 1857–1864.
- OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2012). Economic Survey: Turkey Overview. ([www.oecd.org/eco/surveys/overview%20english%20final.pdf](http://www.oecd.org/eco/surveys/overview%20english%20final.pdf), 12 Mart 2013 'te erişildi).
- Saatçi, Mustafa ve Dumrul, Yasemin (2011)."Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı EşBütünleşme Yöntemiyle Tahmini". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 37(66):65-86.
- Saboori, Behnaz, Sulaiman, Jamalludin ve Mohd Saidatulakmal (2012). "Economic Growth and CO2 Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve". *Energy Policy* 51: 184-191.
- Sencar, Pelin (2007). "*Türkiye'de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi*". Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Shafik, Nemat ve Bandyopadhyay, Sushenjit (1992). "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence". *Background Paper for World Development Report*. Washington: The World Bank Publications. [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/1992/06/01/000009265\\_3961003013329/Rendered/PDF/multi\\_page.pdf](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/1992/06/01/000009265_3961003013329/Rendered/PDF/multi_page.pdf), 30 Nisan 2015'te erişildi.
- TUIK ,Türkiye İstatistik Kurumu (2013). "Seragazi emisyon envanteri: 1990-2011". *Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni*, Sayı 13482. (<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13482>, 25 Nisan 2013'te erişildi).
- Wang, S.S., D.Q. Zhou, P. Zhou, Q.W. Wang (2011). "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis". *Energy Policy* 39: 4870-4875.
- World Bank, WB, Dünya Bankası (2015) World Data Banks, <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>, 15 Mart 2015'da erişildi.
- Yılancı, Veli (2009). "Fisher Hipotezinin Türkiye için Sınanması: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 23(4): 205-213.

- Yıldırım, Bayram (2013). "Trade Openness and Climate Change: Cross-Country Analysis". *The Journal of Academic Social Science Studies* 6(1): 1611-1621.
- Yöntem, Gürer (2013). "Ekonomik Büyüme ve Karbon Salınımı Arasındaki İlişkinin Nedensellik Analizi: Türkiye Örneği", ([www.academia.edu/](http://www.academia.edu/), 12 Şubat 2015'te erişildi).
- Zivot, Eric and Donald W.K. Andrews (1992). "Further evidence of great crash, the oil price shock and unit root hypothesis". *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(3): 251-270. DOI 10.2307/1391541.