



## Araştırma Makalesi • Research Article

### Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı?\*

#### Does Economic Growth Reduce Environmental Pollution?

Celil Aydın <sup>a</sup>, Burak Darıcı <sup>b</sup>, Şeyma Şahin Kutlu <sup>c,\*\*</sup>

<sup>a</sup> Doç. Dr., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 10200, Balıkesir/Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-0398-9884

<sup>b</sup> Prof. Dr., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 10200, Balıkesir/Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-0765-7374

<sup>c</sup> Arş. Gör., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, 10200, Balıkesir/Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-1485-642X

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 11 Eylül 2018

Düzeltilme tarihi: 31 Ekim 2018

Kabul tarihi: 13 Kasım 2018

##### Anahtar Kelimeler:

Ekonomik Büyüme

Çevresel Kuznets Eğrisi

Yumuşak Geçiş Regresyonu

Türkiye

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received September 11, 2018

Received in revised form October 31, 2018

Accepted November 13, 2018

##### Keywords:

Economic Growth

Environmental Kuznets Curve

Smooth Transition Regression

Turkey

#### ÖZ

Ekonomik büyümenin çevre sorunlarını arttırıyor olması ancak gelirin belirli bir eşik değerinden sonra çevre sorunlarını azaltabilmesi olgusu son dönemlerde çokça tartışılan konuların başında gelmektedir. Aynı şekilde konu iktisat literatüründe de yoğun ilgi görmektedir. Bu doğrultuda ilgili bu çalışma, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye’de iller bazında geçerli olup olmadığını araştırmaktadır. Hipotezin geçerli olup olmadığı 2004-2014 dönemi için toplam atık miktarı ve kişi başına GSYH verileri kullanılarak yumuşak geçişli regresyon modeli yardımıyla test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, reel gelirdeki artışın atık miktarını arttırdığını, ilk gelir eşiği seviyesine ulaştıktan sonra reel gelirdeki artışın atık miktarı üzerindeki etkisinin bir önceki rejime göre zayıfladığı, ancak yine de pozitif olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bu durum atık miktarının reel gelir arttıkça düşmediğini göstermektedir. Bu nedenle çalışma atık miktarı açısından EKC hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymaktadır.

#### ABSTRACT

In recent times, it has been mostly discussed that although economic growth increases environmental problems, environmental problems can be diminished after reaching a certain threshold value. Likewise, the subject is drawing much attention in economics literature. In line with, this study has been carried out to find out whether Environmental Kuznets Curve hypothesis is valid or not on province basis in Turkey. Whether or not the hypothesis is valid has been tested with the help of the smooth transition regression model by applying total waste amount and per capita GDP data between 2004-2014. The results have indicated that the increase in real income increases the amount of waste, after reaching the first income threshold, the effect of the increase in real amount on waste amount is lesser than the previous trend but it has been still positive. As a result, this has pointed out that the amount of waste does not decrease as the real income increases. Therefore, the study has revealed that the EKC hypothesis is not valid in terms of waste amount.

## 1. Giriş

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme ilişkisi son dönemlerde araştırmacıların ilgisini çeken konulardan birisi olmuştur. Artan ekonomik faaliyetlerin çevresel değişimlerin bir nedeni olduğunun anlaşılmasıyla, çevre ve büyüme arasındaki ilişki birincil derecede önemli hale gelmiş ve sorgulanmaya başlanmıştır. Giderek önemi artan çevre ve

sorunlarını ekonomik faaliyetlerin ötesinde tutmak olanaksız hale gelmiştir. Bu ilişkinin incelenmesi noktasında Kuznets’ in ekonomik büyüme ile gelir dağılımı arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yaptığı çalışması önemli bir yere sahiptir.

Kuznets 1955 yılında yapmış olduğu çalışmasında ekonomik büyümenin ilk safhalarında gelir dağılımının bozulduğunu,

\* Bu çalışma 3-5 Mayıs 2018 tarihlerinde Bayburt’ta düzenlenen Uluslararası İşletme, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Sempozyumu’nda bildiri olarak sunulmuş ve Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi BAP birimi tarafından BAP-18-İİBF-1009-026 proje no ile desteklenmiştir.

\*\* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: ssahin@bandirma.edu.tr

büyümenin devam etmesi halinde ise gelir dağılımındaki adaletsizliğin azaldığını ileri sürmektedir. 1990'lı yıllarla birlikte çevre literatüründe Kuznets Eğrisi adıyla ifade edilen bu ilişkiye benzer bir ilişkinin ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında da olduğuna dair görüşler ortaya çıkmaktadır. Ekonomik büyüme sürecinin başlangıç aşamasında çevresel bozulma ve kirlenmenin artacağı, fakat belli bir gelir düzeyinin aşılmasıyla çevresel koşullarda iyileşmelerin yaşanabileceğine dair görüşe literatürde Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve, EKC) adı verilmektedir (Aydın ve Esen, 2017). Diğer bir ifadeyle bu hipotezin temelinde bireylerin düşük gelir seviyelerinde kendi ihtiyaçlarına öncelik vermesi gelir seviyesinin artmasıyla da çevre duyarlılığı artması yer almaktadır (Albayrak ve Gökçe, 2015: 286). Bu bağlamda hipotez, çevre kirliliği ile kişi başına düşen gelir arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olduğunu ifade ederek büyüme-çevre ilişkisini modellemeye önemli bir rol üstlenmektedir (Lebe, 2016: 178). Ancak elde edilen sonuçlar, EKC hipotezinin geçerliliğini mutlak anlamda doğrulayıcı yönde değildir. Bu doğrultuda hipotezin bulguları teorik ve ampirik düzeyde sıklıkla tartışılmaya ve sorgulanmaya devam etmektedir.

Yapılan çalışmaların tartışmalı sonuçlarında ülkelerin gelir düzeyleri artarken çevre kalitesini koruyucu önlemler alabilmesinin etkisi büyüktür. Diğer bir ifadeyle ülkeler, ekonomik büyümenin çevre açısından sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla büyümelerini daha düşük çevre kirliliği ile sağlayarak ortaya çıkan negatif dışsallıkları azaltabilmektedir. Bu durum daha yassı bir EKC beklentisine sebep olmaktadır (Dasgupta vd., 2002: 152). Küresel bir sorun olan bu konu hakkında toplumların ilgisi çevresel bozulmanın nedenlerini anlama çabasına yöneliktir. Özellikle de EKC hipotezini test eden öncü çalışmalardan Grossman ve Krueger'in (1991) ardından artan bir şekilde iktisatçıların çalışma konularından biri olmuştur. Konu ile ilgili ilk çalışmalarda ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında bir korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmış ve bundan sonraki dönemlerde bu konu ile ilgili geniş bir literatür oluşmuştur. Çalışmalardan elde edilen ampirik bulgular; ele alınan ülke ve döneme, kullanılan değişkenlere ve yöntemlere göre çeşitlilik arz etmektedir.

Türkiye için yapılmış çalışmalardan Atıcı ve Kurt (2007), Halicioğlu (2009), Öztürk ve Acaravci (2010), Saatçi ve Dumrul (2011), Destek ve Özsoy (2015), Artan vd., (2015), Lebe (2016) EKC hipotezini destekleyici sonuçlara ulaşırken Başar ve Temurlenk (2007), Akbostancı vd. (2009), Dam vd. (2013), Omay (2013), Koçak (2014), Erdoğan vd. (2015), Tunçsiper ve Uçar (2017), Aydın ve Esen (2017) geçersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sözü edilen çalışmaların tahmin sonuçları incelendiğinde Türkiye için EKC hipotezinin geçerliliği konusunda ortak bir konsensüs olmadığı açıktır. Türkiye dışındaki ülkeler için yapılmış çalışmalar incelendiğinde çalışmaların bir kısmında ilişki elde edilirken (Ang, 2007; Jalil-Mahmud, 2009; Lean ve Smyth, 2010; Güriş ve Tuna, 2011; Shahbaz vd., 2012; Erataş ve Uysal, 2014; Ergün ve Polat, 2015; Kasman ve Duman, 2015; Aytun vd., 2017); diğer bir kısmında ise söz konusu ilişkinin elde edilemediği görülmektedir (Richmond ve Kaufmann, 2006; Karaca, 2012; Sarısoy ve Yıldız, 2013; Lorente ve Álvarez-Herranz, 2016; Özokçu ve Özdemir, 2017; Aydın vd., 2019). Yapılan çalışmalarda çevre kalitesi ölçütü olarak; karbondioksit (CO<sub>2</sub>), sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>),

nitrojen oksit (NO<sub>x</sub>), amonyak (NH<sub>3</sub>), yıllık ormansızlaşma oranı, temiz su eksikliği, tarımsal alan, atık gaz, atık su ve katı atık miktarları gibi değişkenler kullanılabilir (Arı ve Zeren, 2011: 39). Bu çalışmada, artan üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda daha fazla atık ortaya çıkmasından hareketle çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki atık miktarı bağımlı değişken alınarak incelenmiştir. Konu ile ilgili diğer ampirik çalışmaların büyük bir kısmında çevre kirliliği değişkeni olarak CO<sub>2</sub> alınmıştır. Ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisini ele alan literatür oldukça geniş olmasına rağmen atık miktarı ile çevre kalitesini ilişkilendiren literatür çok daha sınırlıdır. Söz konusu eksiklikten yola çıkılarak EKC hipotezinin geçerliliği atık miktarı ile ekonomik büyüme arasında ilişki kurularak sınanmıştır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, EKC'nin Türkiye'de il bazında ne kadar geçerli ve uygulanabilir olduğunu incelemektir.

## 2. Metodoloji

Bu çalışmada, Türkiye'de il bazında çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki doğrusal olmayan ilişki doğrusal olmayan panel veri analizi ile incelenmektedir. Panel veri analizinde değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi analiz eden yöntemlerden ilki Hansen (1999) tarafından geliştirilen Panel Eşik Regresyon (PER) yöntemidir. Bu yöntemde eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisi eşik altındaki ve üzerindeki rejimlerde farklılık gösterebilmektedir. Bu durum eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösteren katsayının rejimlere göre farklı olmasını gerektirmektedir.

PER yaklaşımında parametrelerin rejimler arasında ani olarak değişiklik gösterdiği varsayılmakta ve her bir rejim, tespit edilen eşik değerine göre birbirinden ayrılmaktadır. Ancak, parametrelerin rejimler arasında ani olarak değişiklik göstermesi iktisadi açıdan her zaman mümkün olmayabilmektedir (Güloğlu ve Nazlıoğlu, 2013: 11). Çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki ilişkide bu yaklaşım, panele dâhil edilen illeri belirlenen kişi başına gelire göre gruplara ayırmakta ve her bir grup için farklı parametreler tahmin etmektedir. Dolayısıyla, kişi başına gelirin yüksek olduğu gelişmiş iller ile kişi başına gelirin düşük olduğu gelişmekte olan iller arasında kesin farklılıklar olduğunu varsaymaktadır. Böylelikle, gelişmekte olan bir ilin aniden gelişmiş il sınıfına girdiği kabul edilmektedir. Hâlbuki gelişmekte olan bir ilin gelişmiş il sınıfına geçmesi zaman içerisinde gerçekleşmektedir. Bu ise, tahmin edilen parametrelerin aniden değil, yumuşak bir şekilde değiştiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada regresyon parametrelerinin bir rejimden diğer rejime geçerken keskin ve ani değil de kademeli olarak yavaş bir şekilde değişmesine izin veren ve Gonzalez, Terasvirta ve van Dijk (2005) tarafından geliştirilen Panel Yumuşak Geçişli Regresyon (PYGR) modeli kullanılmıştır.

Çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin incelenmesi amacıyla iki rejimli sabit PYGR modeli oluşturulmuş ve model denklem (1)'de gösterilmiştir:

$$LnWaste_{i,t} = \mu_i + \beta_0 LnperGDP_{i,t} + \beta_1 LnperGDP_{i,t} * g(q_{i,t}; \gamma, \theta) + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

LnWaste ve LnperGDP sırasıyla logaritmik formda atık miktarı ve kişi başına geliri;  $\varepsilon$  hata terimini;  $t = 1, 2, \dots, T$

zamanı ve  $i=1, 2, 3, \dots, N$  illeri göstermektedir.  $\mu_i$  ve  $q_i$  sırasıyla birim sabit etkileri ve potansiyel geçiş değişkenini temsil etmektedir. Denklem (1)'de  $g(q_{i,t}; \gamma, \theta)$  geçiş fonksiyonu olarak kullanılmakta ve lojistik fonksiyon formunda denklem (2)'deki gibi ifade edilmektedir:

$$g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = [1 + \exp(-\gamma(q_{i,t} - \theta))]^{-1} \quad (2)$$

Denklem (2)'de  $\theta$  parametresi  $g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = 0$  ve  $g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = 1$ 'e denk gelen iki rejim arasındaki eşik parametresi iken  $\gamma$  (düzleştirme parametresi) ise geçiş fonksiyonunun değerindeki değişimin düzlüğünü (smoothness), diğer bir ifade ile bir rejimden diğer rejime geçişi belirlemektedir. Düzleştirme parametresi sonsuza gittikçe ( $\gamma \rightarrow \infty$ ) geçiş fonksiyonundaki 0'dan 1'e doğru değişme, eşik değişkeninin  $\theta$ 'ya eşit olduğu noktada bir rejimden diğer rejime geçiş PER modelinde olduğu gibi ani ve keskin bir şekilde olmaktadır. Bu durumda model PER yaklaşımı kullanılarak tahmin edilmektedir. Düzleştirme parametresinin sıfıra yaklaştığı bir durumda ise ( $\gamma \rightarrow 0$ ) geçiş fonksiyonu bir sabite eşit olmakta ve düzleştirme parametresinin sıfıra eşit olduğu noktada ( $\gamma=0$ ) model doğrusal forma indirgenmektedir. Böyle bir durumda model panel kesit-içi tahmincisi kullanılarak tahmin edilmektedir (Fouquau vd., 2008; 287-288).

Geçiş fonksiyonu, geçiş değişkeninin sürekli fonksiyonu olduğu gibi 0 ve 1 arasında bir değer almaktadır. Denklem (1)'de geçiş fonksiyonu 0 değerini aldığı anda ( $g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = 0$ ) regresyon katsayısı  $\beta_0$  değerini; 1 değerini aldığı anda ise ( $g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = 1$ ) ise regresyon katsayısı  $\beta_0 + \beta_1$  değerini almaktadır. Diğer taraftan geçiş fonksiyonu 0 ile 1 değeri arasında bir değer aldığı anda ise ( $0 < g(q_{i,t}; \gamma, \theta) < 1$ ) regresyon katsayısı  $\beta_0$  ve  $\beta_1$ 'in ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır. Bu nedenle PYGR modelinde katsayıları doğrudan yorumlamak yerine katsayı işaretlerinin yorumlanması tercih edilmektedir (Fouquau vd., 2008; 287-288). Diğer bir ifadeyle bağımsız değişkenin bağımlı değişkenin üzerindeki etkisinin pozitif/negatif olduğu söylenmekte ve zamana göre değişen esneklikler yorumlanmaktadır (Güloğlu ve Nazlıoğlu, 2013: 12).

PYGR modeli iki rejimli olabileceği gibi ikiden fazla rejimlide olabilmektedir. Bu durumda denklem (1)'deki modele ilişkin ikiden fazla rejimli PYGR modeli denklem (3)'teki gibi ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} \ln Waste_{i,t} = & \mu_i + \beta_0 \ln per GDP_{i,t} \\ & + \sum_{j=1}^r \beta_j \ln per GDP_{i,t} * g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \\ & + u_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

İkiden fazla rejimli PYGR modelinde kullanılan geçiş fonksiyonu denklem (4)'teki gibi ifade edilmektedir.

$$g(q_{i,t}; \gamma, \theta) = \left[ 1 + \exp\left(-\gamma \prod_{j=1}^m (q_{i,t} - \theta_j)\right) \right]^{-1}, \gamma > 0, c_1 \quad (4)$$

$$\leq c_2 \leq \dots \leq c_m$$

İkiden fazla rejimli PYGR modelinde geçiş (eşik) değişkeninin ( $q$ ) açıklayıcı değişkenden farklı olduğu bir durumda ( $q \neq \ln GDP_{i,t}$ ) esneklik değeri denklem (5)'teki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{i,t} = \frac{\partial \ln Waste_{i,t}}{\partial \ln per GDP_{i,t}} = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j * g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \quad (5)$$

Geçiş (eşik) değişkeninin ( $q$ ) açıklayıcı değişkenlerden biri olduğu durumda ( $q = \ln per GDP_{i,t}$ ) ise esneklik değeri denklem (6)'daki gibi hesaplanmaktadır:

$$\begin{aligned} e_{i,t} = & \frac{\partial \ln Waste_{i,t}}{\partial \ln per GDP_{i,t}} \\ = & \beta_0 \\ & + \sum_{j=1}^r \beta_j * g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j) \\ & + \sum_{j=1}^r \beta_j \frac{\partial g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, \theta_j)}{\partial \ln per GDP_{i,t}} \ln per GDP_{i,t} \end{aligned} \quad (6)$$

PYGR analizi sırasıyla doğrusallığın test edilmesi, rejim sayısının belirlenmesi ( $r$ ) ve tahmin olmak üzere üç aşamada yapılmaktadır (Fouquau vd., 2008; 287-288). Doğrusallık  $\gamma = 0$  veya  $\beta_0 = \beta_1$  sıfır hipotezlerinin sınanması ile yapılmakta Ancak her iki durumda model sıfır hipotezi altında tanımlı olmayan parametrelere sahip olduğu için test istatistiği standart olmamaktadır. Bu nedenle geçiş fonksiyonu yerine  $\gamma = 0$  için birinci derece Taylor açılımı uygulanmaktadır. Doğrusallık sınavında sıfır hipotez doğruşal model iken alternatif hipotez ise PYGR modeldir. Bu hipotezler standart F-istatistiği ile test edilmektedir. Standart F-istatistiğine göre sıfır hipotezinin reddedilmesi PYGR modelinin kullanılmasını gerektirmektedir. Doğrusal model hipotezinin reddedilmesinden sonraki aşama ise rejim sayısının belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada, ilk olarak  $r=r^*-1$  sıfır hipotezi,  $r=r^*+1$  alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. Sıfır hipotezi kabul edilirse süreç sona ermektedir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda ise  $r=r^*+1$  sıfır hipotezi,  $r=r^*+2$  alternatif hipotezine karşı test edilmektedir. Rejim sayısının belirlenmesi aşaması sıfır hipotezinin ilk kez kabul edilmesine kadar devam etmektedir (Fouquau vd., 2008; 287-288). PYGR analizinde son aşama tahmin aşamasıdır. Bu aşamada ilk olarak paneli oluşturan yatay kesitlere ait sabit ekiler değişkenlerin zaman ortalamalarından çıkarılır ve sonra dönüştürülmüş model doğrusal olmayan EKK ile tahmin edilmektedir (Gonzalez vd., 2005).

### 3. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

#### 3.1. Veri Seti

Bu çalışmada, Türkiye'de il bazında 2004-2014 yılları itibarıyla çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki doğrusal olmayan ilişki kişi başına geliri eşik değişkeni olarak kullanan PYGR yöntemi ile incelenmektedir. Çalışmada çevre kirliliğini temsilen toplam atık miktarı ( $\ln Waste$ ) bağımlı değişken; kişi başına geliri temsilen Amerikan doları bazında kişi başına düşen Gayrisafi Yurtiçi Hasıla ( $\ln per GDP$ ) değeri bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlerin doğal logaritmaları alınmıştır. Toplam atık miktarı ve işi başına düşen Gayrisafi Yurtiçi Hasıla değerleri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınmıştır. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi sırasıyla Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Tanımlayıcı İstatistikler

Örneklem	Atık (ton)	Kişi başı GSYİH
Ortalama	316.453	7410.407
Std. Sapma	646.476	3263.226
Maksimum.	6065.000	19957.000
Minimum	14.000	1931.000
Gözlem Sayısı	486	486

**Tablo 2.** Korelasyon Matrisi

	LnWaste	LnperGDP
LnWaste	1.000	
LnperGDP	0.361***	1.000

Not: Bütün değişkenler logaritmik formdadır. \*\*\* %1 anlamlılık seviyesini göstermektedir.

Tablo 1’de görüldüğü gibi Türkiye’de il bazında ortalama atık miktarı yaklaşık 317 ton iken kişi başına gelir ise yaklaşık 7410 Amerikan Doları civarındadır. Diğer taraftan Tablo 2 atık miktarı ile kişi başına gelir arasındaki korelasyonu göstermektedir. Her iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon bulunmaktadır (0.361). Bu durum kişi başına gelir arttıkça atık miktarının arttığını göstermektedir.

### 3.2. Ampirik Bulgular

Atık miktarı ile kişi başına gelir arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin incelendiği bu çalışmada ilk olarak yatay kesitler (iller) arasındaki bağımlılık incelenmiştir. Paneli oluşturan yatay kesitler arasındaki bağımlılığın dikkate alınıp alınmaması elde edilecek tahmin sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Breusch ve Pagan, 1980; Pesaran, 2004). Bu nedenle öncelikle serilerde ve modelde yatay kesit bağımlılığının varlığının test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu durumun birim kök testlerinin seçiminde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Aksi takdirde yapılan analizler hatalı sonuçlar verebilecektir. Bundan dolayı çalışmada ilk olarak yatay kesit bağımlılığının varlığı, Breusch-Pagan (1980) tarafından bulunan ve Pesaran vd. (2008) tarafından saptması düzeltilen LMadj (Adjusted Lagrange Multiplier) testiyle incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’te gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Örneklem	LnWaste	LnperGDP	Model
CD <sub>BP</sub>	67.802***	147.204***	6369.780***
CD <sub>LM</sub>	9.640***	24.137***	38.880***
CD	-6.460***	-6.368***	32.886***
LM <sub>adj</sub>	10.909***	13.530***	2.955***

\*\*\* %1 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir. CD<sub>BP</sub> : Breusch ve Pagan 1980 testi, CD<sub>LM</sub> : Pesaran 2004 CD<sub>LM</sub> testi, CD : Pesaran 2004 CD testi ve LM<sub>adj</sub> : Bias-adjusted CD testi.

Tablo 3’teki kişi başına GSYİH ve atık miktarı serilerine ilişkin test istatistiklerine göre “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklinde kurulan boş hipotez güçlü biçimde reddedilmiştir. Serilerde ve modelde yatay kesit bağımlılığının olduğuna karar verilmiştir. Bu sonuç illerden birine gelen bir şokun diğerlerini de etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, analizin ilerleyen aşamalarında kullanılacak yöntemler seçilirken yatay kesit bağımlılığının dikkate alan test yöntemlerinin kullanılmasına gerekmektedir. Bu nedenle, çalışmanın sonraki bölümlerinde, serilerin durağanlığı yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Moon ve Perron (2004) ikinci nesil panel birim kök testi ile incelenmiş

ve elde edilen sonuçlar Tablo 4’te gösterilmiştir. Tablo 4’te elde edilen sonuçlara göre “serilerin birim kök içerdiği” şeklinde kurulan boş hipotez, kişi başına GSYİH ve atık miktarı serileri için reddedilmektedir. Bu durum serilerin düzey değerlerinde (I(0)) durağan olduklarını göstermektedir.

**Tablo 4.** Moon ve Perron (2004) Panel Birim Kök Test Sonuçları

Örneklem	LnWaste	LnperGDP
$\hat{r}$	2	2
$t_a^*$	-12.549 (0.000)	-14.484 (0.000)
$t_b^*$	-11.821 (0.000)	-7.118 (0.000)
$\hat{\rho}_{pool}$	0.259	0.213

Not:  $\hat{r}$  tahmin edilen factor sayısını;  $t_a^*$  ve  $t_b^*$  panel birim kök test istatistiklerini; parantez içerisindeki değerler p-olasılık değerlerini;  $\hat{\rho}_{pool}$  otoregressive parametresinin düzeltilmiş havuzlanmış tahminlerini göstermektedir.

Modelde kullanılan değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olduklarının tespit edilmesinden sonraki aşama PYGR analizinin ilk aşaması doğrusal modelin doğrusal olmayan modele karşı test edilmesidir. Doğrusallığın test edilmesi ve geçiş fonksiyonu sayısının belirlenmesi için hesaplanan Wald Tests (LM), Fisher Tests (LMF) ve LRT Tests (LRT) test sonuçları Tablo 5’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Doğrusallık Testi

Eşik Değişkeni (LnperGDP)	Örneklem
$H_0 : r = 0$ vs $H_1 : r = 1$	
LM	3.322* (0.068)
LM <sub>F</sub>	2.780* (0.096)
LR	3.333* (0.069)

Not:  $H_0$  hipotezi altında, LM ve LR test istatistikleri asimtotik  $\chi^2(mK)$  dağılımına ve LM<sub>F</sub> has an asimtotik F ( $mK, TN - N - m(K + 1)$ ) dağılımına sahiptir.  $r$  geçiş değişkeni sayısını göstermektedir. \* %10 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir.

Tablo 5’te görüldüğü gibi LM, LMF ve LRT test sonuçlarına sıfır hipotezi %10 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Böylece, modelin doğrusal olmayan en az bir eşik etkisi içerdiği alternatif hipotezi kabul edilmiş ve kişi başına GSYİH’ nin atık miktarı üzerindeki etkisinin modellenmesinde doğrusal olan modellerin kullanılmasının uygun olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Doğrusal model hipotezinin reddedilmesiyle birlikte analizde bir sonraki aşama rejim sayısının belirlenmesidir. Uygun rejim sayısının belirlenmesi amacıyla LM, LMF ve LRT testleri tekrar edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 6’da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** PSTR Model Doğrusallık Testi

Eşik Değişkeni (LnperGDP)	Örneklem
$H_0 : r = 1$ vs $H_1 : r = 2$	
LM	0.130 (0.718)
LM <sub>F</sub>	0.108 (0.743)
LR	0.130 (0.718)

Tablo 6'da görüldüğü gibi modelin "bir eşik etkisi içerdiği" sıfır hipotezi reddedilememiştir. Böylece örnekleme modelin bir eşik etkisi içerdiğine ve iki rejimli PYGR modeli ile tahmin edileceğine karar verilmiştir. Bir sonraki aşamada atık miktarı ile kişi başına GSYİH arasındaki doğrusal olmayan ilişki, iki rejimli PYGR modeliyle tahmin edilmiş ve tahmin sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

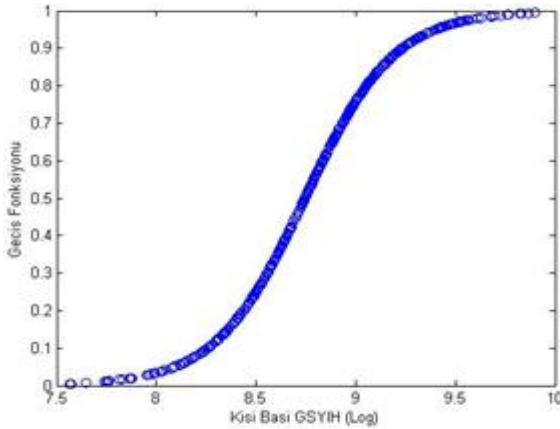
**Tablo 7.** PSTR Modeli Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni ( $LnperGDP$ )	Örneklem
$LnperGDP_1$	0.405*** (0.078)
$LnperGDP_2$	-0.070*** (0.011)
Eşik Parametresi, $\theta$	8.750
Geçiş Parametresi, $\gamma$	4.493

Not: Modelde  $LnWaste$  değişkeni bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Parantez içindeki değerler white standart hataları göstermektedir.

Tablo 7'de görüldüğü gibi tahmin edilen geçiş parametresi (4.493) oldukça küçük bir değer almaktadır. Bu durum atık miktarı ile kişi başına GSYİH arasındaki ilişkide bir rejimden diğer rejime geçişin ani olmadığını, yavaş olduğunu ve bir süreç gerektirdiğini göstermektedir (Şekil 1).

**Şekil 1.** Kişi Başına GSYİH'ye Karşı PYGR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu



Tablo 7'de görüldüğü gibi örnekleme ilişkin modelin ilk rejiminde kişi başına GSYİH'nin tahmin edilen katsayısı ( $\beta_0$ ) istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir (0.405). İkinci rejimde  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  toplamı ile ifade edilen katsayı halen pozitif (0.335) ve ilk rejime göre daha küçük bir değer almaktadır. Elde edilen sonuçlar, reel gelirdeki artışın atık miktarını arttırdığını, ilk gelir eşiği seviyesine ( $\theta=8.750$ , yaklaşık 6311 Amerikan Doları) ulaştıktan sonra reel gelirdeki artışın atık miktarı üzerindeki etkisinin bir önceki rejime göre zayıfladığını, ancak yine de pozitif olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bu durum atık miktarının reel gelir arttıkça düşmediğini göstermektedir. Bu nedenle çalışma atık miktarı açısından EKC hipotezinin geçerli olmadığını göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Çevre kirliliği ve kişi başına gelir arasındaki doğrusal olmayan ilişki kişi başına gelirin rolü ve EKC hipotezinin geçerliliği Türkiye'de il bazında 2004-2014 dönemi itibarıyla incelenmiştir. Bu amaçla Gonzalez, Terasvirta ve

van Dijk (2005) tarafından geliştirilen Panel Yumuşak Geçişli Regresyon modeli kullanılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilmektedir. Çalışma Türkiye'de il bazında çevresel kirliliği temsilen kullanılan atık miktarı ve kişi başına gelir arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğuna dair yeni kanıtlar sunmakta atık miktarı ve kişi başına gelir arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu tespit etmektedir. Başlangıçta kişi başına gelirin artması atık miktarını hızlı bir şekilde arttırmakta, gelir belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra ise atık miktarının azalarak artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle çalışma, atık miktarı açısından EKC hipotezinin geçerli olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak bu hipotezi kabul ederek çevre kirliliğini azaltmada pasif politikaların etkili olamayacağı açıkça görülmektedir. Dolayısıyla uygulanacak olan iktisat politikalarında çevre kirliliğinin dikkate alınması özellikle de gelecek kuşaklar için büyük önem arz etmektedir. Bu doğrultuda toplumdaki çevre bilincinin artırılması ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının ekonomik büyüme ile yayılması çevresel kirliliği azaltmaya yardımcı olabilecektir.

#### Kaynakça

- Acaravcı, A., & Akyol, M. (2017). Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Dış Ticaret ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 3(1), 17-33.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., & Tunç, İ. (2009). The Relationship between Income and Environment in Turkey: Is there an Environmental Kuznets Curve?. *Energy Policy*, 37(3), 861-867.
- Albayrak, E., & Gökçe, A. (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Social Sciences Research Journal*, 4 (2), 279-301.
- Ang, J.B. (2007). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Arı, A., & Zeren, F. (2011). CO<sub>2</sub> Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18(2), 37-47.
- Artan, S. Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye'de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Atıcı, C., & Kurt, F. (2007). Türkiye'nin Dış Ticareti ve Çevre Kirliliği: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. *Tarım Ekonomi Dergisi*, 13(2), 61-69.
- Aydın, C., & Esen, Ö. (2017). The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for CO<sub>2</sub> Emissions in Turkey: New Evidence from Smooth Transition Regression Approach. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 14(39), 101-116.
- Aydın, C., Esen, Ö., & Aydın, R. (2019). Is the ecological footprint related to the Kuznets curve a real process or rationalizing the ecological consequences of the affluence? Evidence from PSTR approach. *Ecological Indicators*, 98, 543-555.

- Aytun, C., Akın, C.S., & Algan, N. (2017). Gelişen Ülkelerde Çevresel Bozulma, Gelir ve Enerji Tüketimi İlişkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 1-11.
- Başar, S & Temurlenk, M.S. (2007). Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Dam, M.M., Karakaya, M., & Bulut, Ş. (2013) Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 85-96.
- Dasgupta, S., Benoit, L., Wang, H., & Wheeler D. (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. *Journal of Economic Perspectives*, 16 (1), 147-168.
- Erataş, F., & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının "BRICT" Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- Erdoğan, I., Türköz, K., & Görüş, M. Ş. (2015). Validity of Environmental Kuznets Curve Hypothesis for the Turkish Economy. *Dumlupınar University Journal of Social Sciences*, 44, 113-123.
- Ergün, S., & Polat, M. A. (2015). OECD ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (45), 115-141.
- Gonzalez, A., Terasvirta, T., & van Dijk, D. (2005). Panel Smooth Transition Regression Model and an Application to Investment Under Credit Constraint. *Working Paper in Economics and Finance, Stockholm School of Economics*, 64.
- Güloğlu, B., & Nazlıoğlu, Ş. (2013). Impacts of Inflation on Agricultural Prices: Panel Smooth Transition Regression Analysis. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-20.
- Gürüş, S., & Tuna, E. (2011). Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliğinin Panel Veri Modelleriyle Analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 173- 190.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric study of Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-1164.
- Hansen, B. E. (1999). Threshold Effects in Non-Dynamic Panels: Estimation, Testing and Inference. *Journal of Econometrics*, 93, 345-368.
- Jalil, A., & Mahmud, S.F. (2009). Environment Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> Emissions: A Cointegration Analysis for China. *Energy Policy* 37, 5167-5172.
- Karaca, C. (2012). Ekonomik Kalkınma ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 139-156.
- Kasman, A., & Duman, Y.S. (2015). CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, energy consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Koçak, E. (2014). The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Turkey: ARDL Bounds Test Approach. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO<sub>2</sub> emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858-1864.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17 (2), 177-194.
- Lorente, D. B., & Álvarez-Herranz, A. (2016). Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16478-16494.
- Moon, H. R., & Perron, B. (2004). Testing for a Unit Root in Panels with Dynamic Factors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 81-126.
- Omay, R.E. (2013). The Relationship between Environment and Income: Regression Spline Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3, 52-61.
- Özokçu, S., & Özdemir, Ö. (2017). Economic Growth, Energy, and Environmental Kuznets Curve. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 639-647.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *CESifo Working No.* 1229.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A Bias-adjusted LM Test of Error Cross- Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Richmond, A. K., & Kaufmann, R. K. (2006). Is there a Turning Point in the Relationship between Income and Energy Use and/or Carbon Emissions?. *Ecological Economics*, 56(2), 176-189.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2012). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 37, 66-86.
- Sarısoy, S., & Yıldız, F. (2013). Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için panel veri analizi. *Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Metinleri*, 2, 1-28.
- Shahbaz, M., Mutascu, M., & Azim, P. (2013). Environmental Kuznets Curve in Romania and the Role of Energy Consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 165-173.
- Tunçsiper, B., & Uçar, B. (2017). Validity Test of Environmental Kuznets Curve for Turkey: Granger Causality Analysis. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(2), 657-666.