

## ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ: İNDİRGENMİŞ VE AYRIŞTIRILMIŞ MODELLERLE AMPİRİK BİR ANALİZ

Ahmet ŞAHİNÖZ\*  
Zahra FOTOUREHCHİ\*\*

### Öz

Bu çalışmada 1994-2010 dönemi için 26 OECD ülkesinde, farklı modeller kullanılarak Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) varsayımının geçerliliği ve ÇKE'nin oluşumundaki ölçek, birleşim ve teknolojik etkiler incelenmektedir. Ayrıca çevre politikaları ve nüfus yoğunluğu gibi değişkenlerin ÇKE üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır. İndirgenmiş ve ayrıştırılmış modellere göre kişi başına GSYH ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında N-tipli bir ilişki saptanmıştır. Benzer ilişki nüfus yoğunluğu ile CO<sub>2</sub> emisyonu için de geçerlidir. Çevre politikalarının uygulanması ÇKE'nin aşağıya doğru kaymasına ve eğiminin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıştırılmış model tahmin sonuçları ÇKE'nin oluşumundaki ölçek, birleşim ve teknolojik etkilerin geçerliliğini kanıtlamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Çevresel Kuznets Eğrisi, çevre politikaları, nüfus yoğunluğu, ölçek, birleşim ve teknolojik etkiler.

### Abstract

#### Environmental Kuznets Curve: An Empirical Evaluation by Reduced and Decomposed Models

In this study, by using different models, during 1994-2010 in 26 OECD countries, Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis and the presence of scale, composition and technology effects in EKC was analyzed. The impacts of environmental policies, population density on EKC was also explored. Based on estimations of reduced and decomposed models of EKC, the presence of a N shape relationship between ambient CO<sub>2</sub> and GDP per capita was found. A similar relationship exists between ambient CO<sub>2</sub> and population density. Our main finding is that the environmental policies led to EKC shifted down and

---

\*Prof.Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisat Bölümü, Beytepe-ANKARA, asahinoz@hacettepe.edu.tr

\*\*Genç Araştırmacı Kulübü, Ardabil İslam Azad Üniversitesi, Ardabil, IRAN, Zahra.fotourehchi@hacettepe.edu.tr

reduced slope and intercept of EKC. Effective environmental policies can help flatten the EKC and reduce the environmental cost of economic growth. Based on estimation of decomposed forms of EKC, scale, composition and technology effects in EKC was verified

**Keywords:** Environmental Kuznets Curve, environmental policies, population density, scale, composition and technology effects.

## GİRİŞ

Doğal kaynakların sürdürülebilir ekonomik büyüme için yeterli olup olmadığı tartışmaları 1970'li yılların hemen başında başlamıştır (Meadows *vd.*, 1972). Küreselleşme ile de "çevre-sürdürülebilir büyüme" sorunsalı uluslararası bir boyut kazanmıştır. Kötümser iktisatçılar, küresel büyümenin kısıtlı doğal kaynaklara ulaşımında körüklediği uluslararası rekabetin çevre tahribatını arttırdığını ve ekonomik büyüme dinamiklerini zayıflattığını ileri sürmektedirler. Buna karşılık bir kesim iyimser iktisatçı, büyümenin çevre tahribatının azalmasında pozitif etki yaptığını ve sürdürülebilir büyümeye ulaşmanın da imkânsız olmadığını belirtmektedirler (Beckerman, 1992; World Bank, 1992; Grossman, Krueger, 1995; Jänicke *vd.*, 1997). Büyüme-çevre ilişkisini çözümlemede Çevresel Kuznets Eğrisi önemli bir rol üstlenmektedir. Simon Kuznets'in 1955' de, bir araştırmasında gelir eşitsizliği ve kişi başına gelir arasında ters-U şeklinde ilişki olduğunu ortaya koyması (Kuznets, 1955: 14), ÇKE doğuşuna zemin hazırlamıştır. 1990 yılların başında pek çok araştırmacı çevresel bozulma düzeyi ile kişi başına gelir arasında benzer ilişki olduğunu saptamış ve bu ilişkiyi Çevresel Kuznets Eğrisi analizi olarak adlandırmayı uygun görmüşlerdir (Grossman, Krueger, 1995; Shafik, 1994; Panayotou, 1993; Seldon, Song 1994). ÇKE ilk kez Grossman ve Krueger'in 1991 yılı ortak çalışmalarıyla tanıtılmış ve daha sonra Dünya Bankası'nın 1992 Raporu ile de dünya ölçeğinde haklı bir üne kavuşmuştur (Shafik, Bandyopadhyay, 1992; World Bank, 1992). Ekonomik büyüme ile hava kirliliği emisyonu arasındaki ilişkinin önemi, 2005 yılında Kyoto Protokolünün uygulanmaya başlanmasından itibaren daha da artmıştır.<sup>1</sup>

Bu çalışmanın temel amacı, 1994-2010 döneminde 26 OECD ülkesinde, kişi başına GSYH ile kişi başına düşen metrik ton CO<sub>2</sub> emisyonu düzeyi arasındaki ÇKE varsayımının geçerliliğini sınamaktır. Ayrıca çevre politikaları ve nüfus yoğunluğu gibi değişkenlerin ÇKE üzerindeki etkileride incelenecek ve ÇKE dönüm noktaları belirlenerek geleceğe yönelik öngörülerde bulunulacaktır. ÇKE oluşumundaki ölçek etkisi, birleşim ve teknolojik etkisi gibi değişik etkiler de araştırmaya dahil olacaktır.

## 1. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ

Çevresel Kuznets Eğrisi nihai tahlilde ekonomik büyümenin çevreye olumsuz etkide bulunmadığını ileri sürmektedir. ÇKE teorisine göre ekonomik kalkınma sürecinin başlangıcında yoğun ekonomik faaliyetler çevresel bozulmaya neden olurken (ölçek etkisi), yükselen gelir düzeyi ile birlikte üretimin birleşim ve teknolojik etkileri, daha verimli ve daha etkin ekonomik işlemlerin oluşumunun önünü açacak ve belirli bir gelir düzeyinden itibaren çevresel bozulma düzeyinde azalma gerçekleşecektir (Grossman, Krueger, 1991). ÇKE teorisinde çevresel bozulma düzeyi ile kişi başına gelir arasındaki ilişki ters-U eğriyle gösterilmektedir. Dinda'nın 2004 araştırmasından elde edilen ÇKE Şekil 1'de verilmektedir.

Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE)



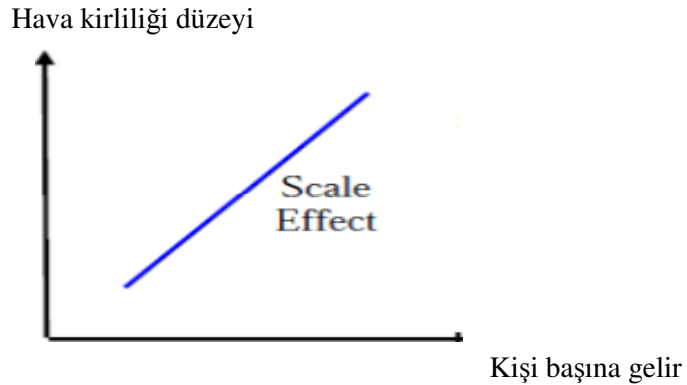
**Kaynak:** Dinda, 2004: 434.

Panayotou'ya göre, ülkeler ekonomik büyümenin ilk aşamasındaki artan çevresel tahribata dönüm noktasına kadar tahammül etmek durumundadırlar (Secretariat of The Economic Commission For Europe Geneva, 2003: 46). Büyümenin ilk aşamasında ekonomik faaliyetlerin hacminde meydana gelen artış doğal kaynakların tüketimini arttırıp ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (Şekil 2, ölçek etkisi). Düşük gelir düzeyinde, yemek ve barınma gibi zorunlu ihtiyaçlarının giderilmesi önceliği bulunan insanlar çevre kalitesi ile pek fazla ilgilenmemektedirler. Temiz çevreye talep gelir düzeyin artmasıyla birlikte artmaktadır. Kısaca gelir-çevre arasındaki ilişki, çevre kalitenin normal bir mal olarak gelir düzeyine göre pozitif bir esnekliğe sahip olduğunu göstermektedir (Selden, Song, 1994). "Engel Kanunu" kapsamında olan gelir-çevre kalitesi arasındaki ilişki, gelir-çevre tahribatı arasında artmayan bir J ilişkisi olduğunu göstermektedir<sup>2</sup> (Panayotou, 1997: 9). Gelir artışıyla birlikte

artan temiz çevreye talep, oluşturduğu toplumsal baskılar yoluyla çevresel kamu harcamalarının artışı içerir. Katı çevre politikaları firmaların üretim maliyetlerini artırır ve uluslararası piyasada rekabet güçlerini düşüreceğinden, söz konusu firmaların rekabet güçlerini koruyabilmek için üretimlerini gevşek çevre politikaları olan ülkelere doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla kaydıracaklardır (PHH Hypothesis).<sup>3</sup> Çevre politikalarında yaşanan bu değişiklikler, gelişmiş ülkelerin üretimlerini endüstriden hizmet ya da tarım sektörüne yönlendirmelerine ve çevre kirliliğinin azalan oranla artmasına neden olmaktadır (Şekil 3, birleşim etkisi). Sektörel değişimlerden dolayı hem endüstrinin GSYH'deki payı hem de çevre kirliliği düzeyi, iktisadi gelişme sürecinde giderek azalacaktır. Gerçekte çok sayıda araştırma, katı çevre politikalarının uygulanmasının, üretim olgularının değiştirilmesinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermiştir (Antweiler, vd., 2001; Birdsall, Wheeler, 1993; Cole, Elliott, 2003; Mani, Wheeler, 1998; Van Beers, Van den Bergh, 1997). Buna karşılık bazı araştırmalarda ise katı çevre politikalarının firmaların rekabet güçlerini ve üretim düzeylerini etkilemediği sonucuna varılmıştır (Jaffe vd., 1995; Jänicke vd., 1997; Raspiller, Riedinger, 2004).

Kaliteli çevreye talep artışıyla birlikte, kaliteli çevre arzı için yeterli kaynak sağlanıp endüstriyel yatırımlar çevre dostu teknolojilere yönelirken, üretim teknikleri daha da etkinleşecek ve çevre kirliliği giderek azalacaktır (Şekil 4, teknolojik etkiler). Lopez (1992) ise teknolojik değişimlerin her zaman çevreyi pozitif yönde etkilemeyeceğini, teknolojik gelişmelerle her birim üretimde kirlilik emisyonu azaltılsa bile büyümeyle birlikte toplam kirlilik emisyonu düzeyinin artacağını, bu nedenle teknolojik gelişmelerin çevre üzerindeki etkisinin belirsiz olduğunu ileri sürmüştür.

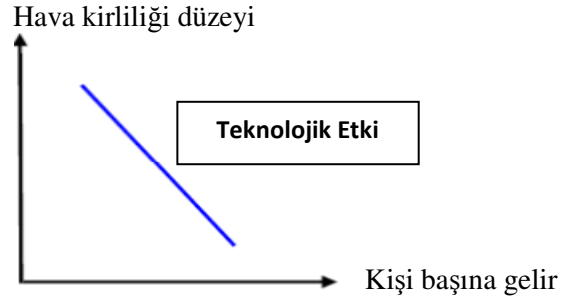
### Şekil 2: Ölçek Etkisi



**Şekil 3: Birleşim Etkisi**



**Şekil 4: Teknolojik Etki**



**Kaynak:** Secretariat of The Economic Commission For Europe Geneva, 2003: 53.

## 2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ ELEŞTİRİLERİ

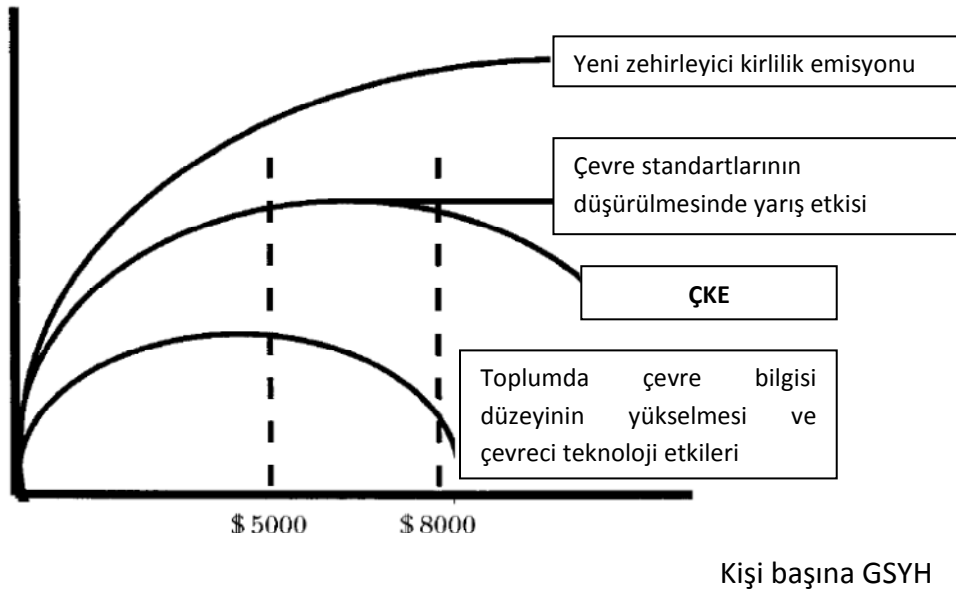
Çevresel Kuznets Eğrisi eleştiricileri, ÇKE'nin dinamik büyüme sürecinde anlık ve geçici bir görünüm olduğunu vurgulamaktadırlar (Dasgupta *vd.*, 2002: 147-148). Kötümser akıma göre, büyüme sürecinde hava kirliliği kişi başına gelire göre önce artan oranla artıp, büyüme sürecinin devamında azalan oranla artacak ve ÇKE'nin aşağıya doğru hareketi gerçekleşmeyecektir. Çünkü eski teknolojilere dayalı düşük maliyetli denetim dışı üretim faaliyetleri, sürekli olarak yasa dışı ek zehirleyici hava kirliliği salımlayacaklardır (Şekil 5, Eğri 1).

Bazı kötümser görüşlere göre, küreselleşmeyle birlikte firmalar arasında çevre standartlarının düşürülmesi konusunda bir yarış başlayacak ve sonuçta büyümenin ilk aşamasında hava kirliliği kişi başına gelire göre artan oranla

artıp, büyümenin devamında ise, ÇKE'nin maksimum kirlilik düzeyine kadar (yatay doğruya kadar) artacaktır. Bu düzeyde kirliliğin büyüme hızı sıfır ve miktarı sabit kalacaktır (Şekil 5, Eğri 2). İyimser görüşler ise, toplumda çevre bilgisi düzeyinin yükselmesi ve çevreci teknolojilerin gelişmelerinin hızlanmasıyla büyümenin ilk aşamasında hava kirliliği kişi başına gelire göre daha az artan oranla artıp, büyüme süreci ilerledikçe kişi başına gelire göre artan oranla azalacak ve ÇKE aşağıya doğru kayacaktır. Bu durumda dönüm noktası önceki ÇKE'lere göre daha düşük gelir ve kirlilik seviyesinde elde edilecektir (Şekil 5, Eğri 3).

### Şekil 5: ÇKE'sine Olan Görüşler

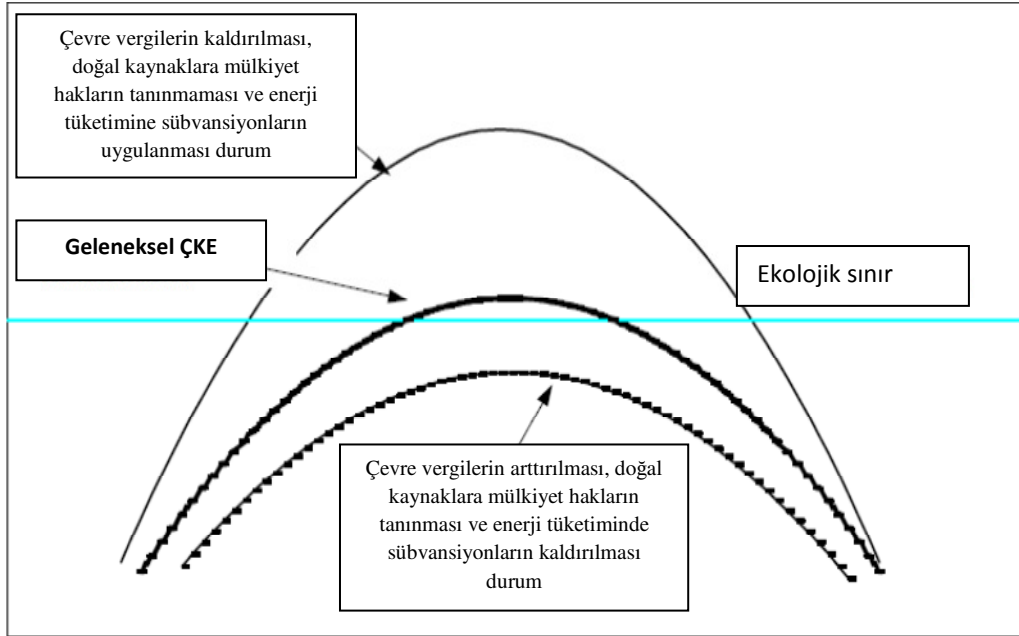
Hava kirliliği düzeyi



**Kaynak:** Dasgupta vd., 2002: 148.

Panayotou, 1997 tarihli araştırmasında, kişi başına GSYH'nin, büyüme sürecinin tüm evrelerini göstermek için yeterli bir endeks olmadığını ortaya koymuştur. Gerçekte pek çok araştırmada ekonomik büyüme oranı, çevre politikaları ve nüfus yoğunluğu gibi değişkenlerden bağımsız olarak ele alınmıştır. Çevre kirliliği ile kişi başına gelir düzeyi ilişkisi incelenirken de gelirin artış hızı göz ardı edilmiştir. Oysa hızlı ekonomik büyümenin çevre tahribatını hızlandırdığı bilinmektedir. Çünkü hızlı ekonomik büyüme sürecinde insanların tercih foksiyonları ile örf ve adetleri gibi sosyal yapıların değişim hızı büyüme hızından daha yavaş olduğu için, iki oran arasındaki farklılık zaman içerisinde artarak çevresel tahribatın hızlanmasına neden olacaktır (Panayotou, 1997b). Çevre politikaları çevresel tahribatın azalmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Ekonomik büyüme hızı ve çevre politikaları, ÇKE'nin hem eğimini ve hem sabitini etkileyecektir. Büyüme oranı ile sosyal değişim oranı arasındaki farkın azalması, çevre vergilerinin artması, doğal kaynaklara mülkiyet haklarının tanınması ve enerji tüketiminde sübvansiyonların kaldırılması vs ÇKE'nin eğimini azaltacak, eğri aşağıya doğru kayacak ve nihayet dönüm noktasına düşük kirlilik emisyonu düzeyinde ulaşıp ve çevre tahribatının hafiflenmesini sağlayacaktır (Şekil 6).

**Şekil 6: Ekonomik Büyüme Hızı ve Çevre Politikalarının ÇKE Üzerinde Etkileri**



**Kaynak:** Panayotou, 1997b: 6.

Nüfus yoğunluğunun oluşturduğu baskı, çevre tahribatının bir başka önemli nedenidir. Nüfus artışı, bir yandan doğal kaynakların aşırı kullanımını diğer yandan enerji tüketimini hızlandırarak çevrenin zarar görmesine yol açmaktadır. Ne var ki nüfus-çevre ilişkisinde farklı ilişkiler de yok değildir. Örneğin nüfus yoğunluğu ile artışa geçen çevresel kaygıların, çevreci politikaları harekete geçirerek doğal tahribatın hafiflemesine yol açacağı ileri sürülmektedir. Bu bakımdan nüfusun çevre tahribatı üzerindeki etkileri çok da belirgin değildir.

### 3. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN MATEMATİKSEL AÇILIMI

Pek çok ampirik araştırma, ÇKE'yi kuadratik veya kübik denklem ile göstermektedir. Denklem çeşitli hava kirliliği endeksi ile kişi başına gelir ilişkisini incelemektedir. Temel indirgenmiş (income-reduced) form ÇKE modeli ve yorumlanması Bruyn ve Heintz tarafından şu şekilde özetlenmektedir (Bruyn, Heintz, 1999).

$$E_{it} = B_0 + B_1 Y_{it} + B_2 Y_{it}^2 + B_3 Y_{it}^3 + B_4 Z_{it} + e_{it}$$

E= Hava kirliliği endeksi

Y=Kişi başına gelir

Z=Diğer değişkenler

it=Ülke ve zaman endeksi

B=Sabit terim ve katsayı parametreler

e= Hata terimi

$B_1 > 0$  ve  $B_2 = B_3 = 0$  durumunda, eğri artan doğrusal ilişki göstermektedir.

$B_1 < 0$  ve  $B_2 = B_3 = 0$  durumunda, eğri azalan doğrusal ilişki göstermektedir.

$B_1 > 0$   $B_2 < 0$  ve  $B_3 = 0$  durumunda, eğri kuadratik bir ters-U ilişkisi göstermektedir. Bu durumda birinci dereceden türev alıp sifıra eşitlediğimizde dönüm noktası;  $Y_{tp} = -B_1/2B_2$  olacaktır.

$B_1 > 0$   $B_2 < 0$  ve  $B_3 > 0$  durumunda ise, N-tipli kübik polinomial bir ilişki görülmektedir. Bu durumda 2 dönüşüm noktası elde edilecektir.

Eğrilerin farklı tiplerde çıkışı, genel olarak araştırılan kirletici tiplerine, kurulan farklı modellere ve tahmin yöntemlerine bağlı olmaktadır.



ÇKE indirgenmiş formunda, büyüme sürecindeki tüm değişimleri göstermek için kullanılan tek değişken, gelir düzeyidir ancak gelir düzeyi farklı etkiler yoluyla çevre kalitesini etkilemektedir (Grossman, Krueger, 1995; Kaufmann *vd.*, 1995). Bu çalışmada büyüme-çevre kirliliği ilişkisi önce indirgenmiş form ÇKE denklemiyle gösterilecek, daha sonra çevre politikasının etkisini ÇKE'sinde incelemek üzere düzeltilmiş olduğumuz Panayotou'nun birinci modeli kullanılacak ayrıca gelir etkisi üç farklı ölçek ile birleşim ve teknoloji etkisine ayrılarak, büyüme-çevre kirliliği ilişkisi Panayotou'nun ayrıştırılmış form ÇKE denklemiyle (decomposition equation form) gösterilecektir.

#### 4. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışma 1994-2010 döneminde, 26 OECD ülkesi için Çevresel Kuznets Eğrisi varsayımının geçerliliğini incelemektedir. Araştırmanın asıl amacı, büyüme oranı ve çevre politikalarının ekonomik büyüme-çevre kirliliği ilişkisini ne yönde ve ne düzeyde etkileceğini ortaya çıkarmaktır. Panayotou 1997'deki çalışmasında söz konusu değişkenlerin etkisini incelemek için indirgenmiş modele, ekonomik büyüme oranı ve çevre politikaları gibi değişkenleri ekleyerek birinci modelini oluşturmuştur:

##### Birinci Model

$$X_{it} = \alpha_0 + \alpha_Y Y_{it} + \alpha_{YY} Y_{it}^2 + \alpha_{YYY} Y_{it}^3 + \alpha_D D_{it} + \alpha_{DD} D_{it}^2 + \alpha_{DDD} D_{it}^3 + \alpha_G G_{it} + \alpha_{GY} G_{it} Y_{it} + \alpha_P P_{it} + \alpha_{PY} Y_{it} P_{it} + \alpha_t t + e_{it}$$

$i, t = i$  ülke,  $t$  dönem

$X_{it}$  = Kişi başına düşen SO<sub>2</sub> emisyonu       $D_{it}$  = Nüfus yoğunluğu,

$G_{it}$  = Ekonomik Büyüme oranı       $Y_{it}$  = Kişi başına GSYH

$e_{it}$  = Hata terimi       $\alpha$  = Tahmin edeceğimiz parametreler

$P_{it}$  = Çevre vergilerinden elde edilen gelirin GSYH' ye oranı

ÇKE' nin sabit terimi, eğimi veya her ikisi birden nasıl etkileneceğini saptamak amacıyla büyüme oranı ve çevre politikası değişkenleri modele eklenmiş ve ikisi kişi başına GSYH ile çarpılmıştır. Modeldeki zaman trendi, teknolojik gelişmeler ve toplumun zaman içinde çevre ile ilgili değişen bilgi düzeyini göstermektedir.

Panayotou 1997 çalışmasında, durağanlık ve eşbütünleşme analizi yapmadan birinci modeli kullanmıştır. Daha sonra bu çalışmanın durağanlık testi kısmında göreceğimiz gibi, durağanlık açısından seriler aynı birim kök özelliğine sahip olmadıkları için, ekonomik büyüme oranı ve ekonomik büyüme oranının kişi başına gelirle çarpımı değişkenleri Panayotou'nun birinci modelinden çıkartarak birinci model düzeltilmiş ve tahmin edilmiştir. Hava kirliliği emisyonu için, kişi başına düşen metrik ton karbondioksit emisyonu endeksi kullanılmıştır. Çünkü günümüz dünyasında mevcut birincil enerji talebinin %80'i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır (IEA, 2009). Fosil yakıt kullanımı ise doğaya CO<sub>2</sub> salınımının en önemli nedenidir.

Grossman *vd.*, (1995) üç etki (ölçek etkisi, birleşim etkisi ve teknolojik etki) aracılığıyla, kişi başına milli gelirin çevre kalitesini etkileme ihtimalini göstermiştir. Bu çalışmada ölçek etkisi, kilometre kareye (km<sup>2</sup>) düşen GSYH ile gösterilmiştir. Birleşim etkisi için de, endüstrinin GSYH' de katma değer payı ve kişi başına GSYH endeksleri kullanılmıştır. Bu endeksler çevre kalitesinin arz ve talebini belirlemektedir. Birinci modele bu değişkenler eklenerek ayrıştırılmış ÇKE model denklemi, Panayotou'nun (1997) çalışmasındaki gibi oluşturulmuştur.

### İkinci Model

$$X_{it} = B_0 + B_Q Q_{it} + B_{QQ} Q_{it}^2 + B_{QQQ} Q_{it}^3 + B_{SS} S_{it} + B_{SSS} S_{it}^2 + B_{SSSS} S_{it}^3 + B_{YY} Y_{it} + B_{YYY} Y_{it}^2 + B_{YYYY} Y_{it}^3 + B_{DD} D_{it} + B_{DDD} D_{it}^2 + B_{DDDD} D_{it}^3 + B_G G_{it} + B_{GQ} G_{it} Q_{it} + B_{GS} G_{it} S_{it} + B_{GY} G_{it} Y_{it} + B_P P_{it} + B_{PQ} P_{it} Q_{it} + B_{PY} P_{it} Y_{it} + B_{t} + e_{it}$$

$Q_{it}$ = Kilometre kareye (km<sup>2</sup>) düşen GSYH ( Kişi başına GSYH/ ülkenin km<sup>2</sup>alanı)

$S_{it}$ =Endüstri sektörünün GSYH' deki katma değer payı

Gelişen ekonomik faaliyetler ile endüstrinin GSYH'deki payının artması önce enerji tüketiminin, ardından CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasına neden olacaktır. Ölçek ve birleşim etkisinin geçerliliği için kilometre kareye (km<sup>2</sup>) düşen GSYH ve endüstrinin GSYH'deki katma değer payının, CO<sub>2</sub> emisyonuyla pozitif ilişki içerisinde olacağı beklenmektedir. Ekonomik faaliyetler ve endüstrinin GSYH'deki payı denetim altına alındığı zaman, Kişi başına GSYH'nin CO<sub>2</sub> emisyonuyla ilişkisi negatife dönecektir. Çünkü büyüme ile birlikte kişi başına GSYH'nin artışı, kaliteli çevrenin arzı için yeterli kaynak oluşturacak ve kaliteli çevrenin talebi ile birlikte arzı da artacaktır. ÇKE analizlerinde sağlıklı veri elde edebilmek büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmada Dünya Kaynak Enstitüsü (World Resource Institute, WRI) ve Küresel Çevre İzleme Sistemi (Global Environment Monitoring System) verileri kullanılmıştır.

## 5. EKONOMETRİK SINAMALAR

### 5.1. Durağanlık ve Eşbütünleşme Analizi

Bu çalışmada 1994-2010 yılları arasında, Türkiye'yi de kapsayan 26 OECD ülkesi verilerinden, 442 dengeli panel veri seti oluşturulmuştur. Modellerin tahmininden önce, sahte regresyon sorunu ortaya çıkmaması için serilerin durağanlığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Panel veri uygulamalarında günümüzde en sık kullanılan birim kök testlerinin arasında (Levin-Lin, Chu (LLC), 2002) ile (Im-Pesaran, Shin (IPS), 2003) testleri önemlidir. Bu çalışmada serilerin durağanlığının sınanması amacıyla IPS, LLC, Hadri testlerinin sonuçları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

**Tablo 1: Panel Veri Birim Kök Test Sonuçları (Sabit Terimli)**

Değişkenler	IPS W-test H <sub>0</sub> : Birim Kök (ayrı birim kökler)	LLC t-test H <sub>0</sub> : Birim Kök (ortak birim kökler)	Hadri Z-test H <sub>0</sub> : Birim Kök yok (ortak birim kökler)
Kişi başına düşen metrik ton CO <sub>2</sub> emisyonu	0.72 (0.76)	0.48 (0.67)	7.62*** (0.00)
Kişi başına GSYH	0.44 (0.67)	-4.16*** (0.00)	11.56*** (0.00)
Nüfus yoğunluğu	7.58 (1.00)	-2.33*** (0.009)	12.48*** (0.00)
Ekonomik büyüme oranı	-5.08*** (0.00)	-5.42*** (0.00)	4.51*** (0.00)
Çevre vergilerinden elde edilen gelirin GSYH'ye oranı	-0.53 (0.29)	-3.44*** (0.0003)	9.05*** (0.00)
Kilometre kareye düşen GSYH	1.64 (0.94)	-3.66*** (0.001)	12.30*** (0.00)
Endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payı	-1.007 (0.15)	2.94*** (0.001)	11.25*** (0.00)

**Tablo 2: Panel Veri Birim Kök Test Sonuçları (Sabit Terimli ve Trendli)**

Değişkenler	IPS W-test H <sub>0</sub> :Birim Kök (ayrı birim kökler)	LLC t-test H <sub>0</sub> :Birim Kök (ortak birim kökler)	Hadri Z-test H <sub>0</sub> :Birim Kök yok (ortak birim kökler)
Kişi başına düşen metrik ton CO <sub>2</sub> emisyonu	1.92 (0.97)	2.96 (0.99)	8.54*** (0.00)
Kişi başına GSYH	0.76 (0.77)	2.37 (0.99)	9.32*** (0.00)
Nüfus yoğunluğu	0.89 (0.81)	-4.94*** (0.00)	11.74*** (0.00)
Ekonomik büyüme oranı	-4.60*** (0.00)	-6.03*** (0.00)	4.99*** (0.00)
Çevre vergilerinden elde edilen gelirin GSYH' ye oranı	-0.88 (0.19)	-3.01*** (0.001)	8.77*** (0.00)
Kilometre kareye düşen GSYH	-1.38** (0.04)	2.41 (0.99)	7.67*** (0.00)
Endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payı	-1.57** (0.031)	-2.90*** (0.001)	95*** (0.0002)

**Not:** Test olasılık değerleri parantez içerisinde verilmektedir. \*% 10 seviyesinde H<sub>0</sub> reddedilir. \*\*:% 5 seviyesinde H<sub>0</sub> reddedilir. \*\*\*:% 1 seviyesinde H<sub>0</sub> reddedilir.

Yukarıdaki tabloların incelenmesinden farklı test sonuçlarının varlığı dikkatimizi çekmektedir. Hadri testinde, her iki tabloda ortak birim kök tüm seriler için reddedilememiştir. Hadri testin sürekli büyük değerler üretmiş olması, bu testin (hata terimi gecikmelerindeki içsel bağlantının varlığı gibi) bazı durumlarda önemli sapmalar gösterdiği ve tek başına güvenilir olmadığı anlamına gelmektedir. Hesaplama sadece sabit terim yer aldığı anda, LLC ortak birim kök testi, kişi başına düşen metrik ton CO<sub>2</sub> emisyonu dışında yer alan tüm seriler için reddedilmiştir. Hesaplama sabit terim ve zaman trendi yer aldığı anda, LLC ortak birim kök testi, kişi başına düşen metrik ton CO<sub>2</sub> emisyonu, kişi başına GSYH ve kilometre kareye düşen GSYH dışındaki tüm seriler için reddedilmiştir. Tablo 1'de IPS ayrı birim kök testi ekonomik büyüme oranı hariç, tüm seriler için reddedilememiştir. Tablo 2' de ise, %10 güven alanında söz konusu test ekonomik büyüme oranı hariç, tüm seriler için reddedilememiştir. Ayrıca I(1) yapısındaki serilerin monoton doğrusal olmayan matematiksel dönüştürülmeleri de I(1) özellikleri göstermektedir (Granger, Hallman, 1991). Kuadratik ve kübik dönüştürmeler üzerinde yaptığımız testler bu sonucu onaylamıştır. Ayrıca tüm serilerin grafiklerini incelediğimizde, ekonomik büyüme oranı dışındaki tüm serilerin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Durağan olmayan serilerin birinci farkları alındığında ise durağan çıkmışlardır (Tablo 3).

**Tablo 3: Panel Veri Birim Kök Test Sonuçları (Sabit Terimli ve Trendli)**  
(Serilerin 1.Farkı Alınmıştır)

Değişkenlerin 1.farkı	IPS W-test H <sub>0</sub> :Birim Kök (ayrı birim kökler)	LLC t-test H <sub>0</sub> :Birim Kök (ortak birim kökler)	Hadri Z-test H <sub>0</sub> :Birim Kök yok (ortak birim kökler)
Kişi başına düşen metrik ton CO <sub>2</sub> emisyonu	-5.79 (0.00)	-3.57 (0.002)	3.58 (0.002)
Kişi başına GSYH	-5.72 (0.00)	-5.92 (0.00)	4.72 (0.00)
Nüfus yoğunluğu	-2.17 (0.00)	-8.10 (0.00)	3.14 (0.00)
Çevre vergilerinden elde edilen gelirin GSYH' ye oranı	6.82 (0.00)	-3.44 0.0003	9.05 (0.00)
Kilometre kareye düşen GSYH	7.14 (0.00)	-5.25 (0.00)	15.20 (0.00)
Endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payı	-7.08 (0.00)	-6.26 (0.00)	3.12 (0.0007)

## 5.2. Eşbütünleşme Testi

Seriler durağan olmadığı durumda sahte regresyon olması ihtimali vardır. Fakat eşbütünleşme sağlandığında tahmin sonuçlarının güvenilirliği artacaktır (Granger, 1986). Bizim yaptığımız çalışmada panel veri eşbütünleşme testleri arasında Pedroni ve Kao eşbütünleşme testi uygulanacaktır. ÇKE indirgenmiş modelinde asıl ilişki CO<sub>2</sub> ve kişi başına gelir aracılığıyla temsil edilmektedir. İndirgenmiş modele eklediğimiz nüfus yoğunluğu ise yapısal bir değişken değil, sadece ilişki içindeki karakteristik farklılığın bir kısmını temsil edebileceği düşüncesiyle yardımcı bir değişken olarak modelde yer almaktadır. Söz konusu değişkenin çıkarılması modellerin ekonometrik özelliklerinde ve ÇKE tahmin sonuçlarında önemli bir değişiklik meydana getirmemektedir. Bu nedenle eşbütünleşme içerisinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca kuadratik ve kübik form modeller için yapılan eşbütünleşme analizleri de benzer sonuçlar vermektedir.<sup>4</sup> Düzeltmiş olduğumuz birinci model ve ayrıştırılmış modelin diğer yapısal değişkenlerini eşbütünleşme modeline eklediğimizde, eşbütünleşme olduğu sonuçlarına varılmıştır.<sup>5</sup>

Pedroni (1999) eşbütünleşme testi, yatay kesit bağımlılığı olmadığı varsayımı altında 7 farklı test ile panel verilerinin eşbütünleşik olup olmadığının sınanmasında kullanılır. Bu 7 farklı testin 4 tanesi gruplar içi tahmincisini, 3 tanesi ise gruplar arası tahmincisini kullanarak tahminlemede bulunur.<sup>6</sup> Model bireysel sabit ve bireysel trend varsayımı altında, Schwarz kriteri ve uzun dönem varyansı bulmak için Newy-West tahmincisi kullanılarak tahminlenmiştir. Testin uygulanması sonucunda Tablo 4'deki değerlere ulaşılmıştır.

**Tablo 4: Pedroni Panel Eşbütünlüşme Testi (Sabit Terimli ve Trendli)**

Boş hipotez:Eşbütünlüşme yok $CO2_{it} = \alpha_i + \gamma_{it} + \beta_i GSYH_{it} + \varepsilon_{it}$	İstatistik	Anlamlılık (P)
Panel varyans	6.97	0.00
Panel rho	-1.98	0.02
Panel PP	-5.87	0.00
Panel ADF	-2.26	0.01
Group PP	0.48	0.67
Group rho	-7.12	0.00
Group ADF	-2.65	0.003

Group pp istatistiği dışında diğer tüm testlerde istatistiki olarak anlamlı bir şekilde boş hipotez olan eşbütünlüşme yoktur reddedilmiştir. Bu test sadece sabit terim ile tekrarlandığında benzer sonuçlar görülmektedir. Pedroni (1999), özellikle küçük örneklem için panel-ADF ve grup-ADF testlerinin daha anlamlı sonuçlar vereceğini belirtmiştir. Bu uygulamada söz konusu testlerin anlamlı çıkması panel verilerinde eşbütünlüşmenin anlamlı bir göstergesidir.

**Tablo 5: Kao Eşbütünlüşme Testi Sonuçları(Sabit Terimli)**

Boş hipotez:Eşbütünlüşme yok	İstatistik	Anlamlılık (P)
ADF	4	0.00

Tablo 5'de olasılık değerinin anlamlı çıkması sonucunda, boş hipotez olan eşbütünlüşme yok reddedilmiştir. Panel regresyon sonuçları, ÇKE modelinden iki farklı model oluşturularak Tablo 7 ve Tablo 8'de gösterilmiştir; 1. model (a) ÇKE'nin indirgenmiş modelidir. 1. model (b)'de, indirgenmiş modele çevre politikası eklenmiştir (Panayotou'nun birinci modelinin düzeltilmiş versiyonudur). 2. model, Panayotou'nun ayrıştırılmış ÇKE modelidir.

Modellerin tahmininden önce, Hausman test uygulanarak  $H_0$  hipotezi 3 modelde de reddedilmiştir. Söz konusu modellerde sabit etki (fixed effect) yönteminin uygun olmasına karar verilmiştir. Ancak bu çalışmada yine de üç model hem sabit etkiler hem de rassal etkiler (random effect) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Tablo 6' da Hausman test sonuçları 3 model için ayrı ayrı verilmiştir.

**Tablo 6: Hausman Test Sonuçları**

Modeller	$X^2$ İstatistiği	Anlamlılık (P)
1.Model(a)	15.11	0.01
1.Model(b)	14.21	0.06
2.model	23.07	0.07

Farklı ülke değerleri ile çalışıldığında genellikle değişen varyans sorunu orataya çıkmaktadır. 3 modelin kalıntılarını incelediğimizde de değişen varyans görülmektedir (Ek-1).Hata terimlerindeki değişen varyans sorununu çözmek için "Genelleştirilmiş en küçük kareler yönetemi" (GLS) kullanılmıştır.

**Tablo 7: İndirgenmiş Model ve Düzeltilmiş ÇKE'nin Panel Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	Model (a)		Model (b)	
	1. Sabit Etki	RassalEtki	1. Sabit Etki	RassalEtki
C (Sabit)	5.862 (8.75)	7.91 (5.27)	-5.36 (-3.86)	3.24 (1.61)
Y	0.00017 (2.35)	0.00039 (2.97)	0.00068 (7/03)	0.0007 (4.32)
Y <sup>2</sup>	-1.11E-08 (-3.77)	-1.79E-08 (-3.07)	-2.58E-08 (-7.59)	-2.39E-08 (-3.87)
Y <sup>3</sup>	1.69E-13 (4.30)	2.37E-13 (2.99)	3.43E-13 (7.67)	2.99E-13 (3.48)
D	0.091 (5.85)	-	0.16108 (9.86)	-
D <sup>2</sup>	-0.0005 (-6.99)	-	-0.0052 (-6.99)	-
D <sup>3</sup>	6.44E-07 (7.79)	-	6.22E-07 (6.61)	-
P			-0.0323 (2.47)	-
P*Y			-1.26E-06 (1.98)	-
T			-0.0870 (-8.72)	-0.062 (-3.52)
R <sup>2</sup>	0.88	0.16	0.92	0.10
N	442	442	440	440

\* t-istatistiği parantez içerisinde verilmektedir.

**Not 1:** ( - ) % 10 güven alanında anlamsız olan değişkenlerin işaretidir.

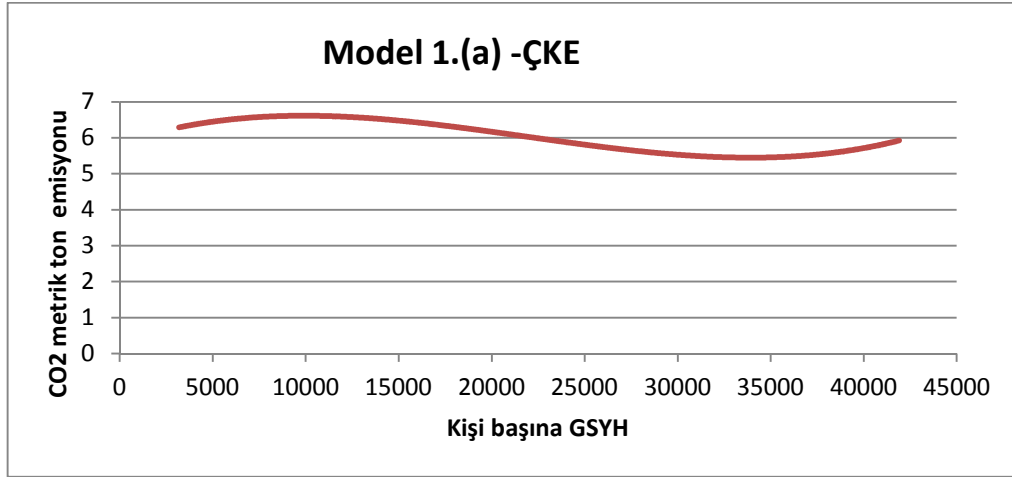
**Not 2:** Model(b) de durağanlık açısından serilerin aynı birim kök özelliğine sahip olmaları için ekonomik büyüme oranı ve söz konusu değişkenin kişi başına gelirle çarpımı yukarıdaki tabloda yapılan tahminlerde birinci modelden çıkarılmıştır.

**Note3:** Tablo 7'nin tahmin sonuçlarının analizi, sabit etkilere dayanmaktadır.

Tablo 7'deki indirgenmiş ve düzeltilmiş ÇKE'nin, panel tahmin sonuçları incelendiğinde, 1.model (a) ve (b)'de N-tipli ÇKE olduğu görülmektedir. Benzer ilişki nüfus yoğunluğu ile CO<sub>2</sub> emisyonu için de saptanmıştır. Dönüm noktaları 1. model (a)'da 10226 ve 33560 USD ve 1. model (b)'de 18323 ve 31822 USD elde edilmiştir. İki modelden elde ettiğimiz ÇKE Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir. Elde edilen değerler 2000 yılı USD değerleridir ve bu rakamlar 1985 USD

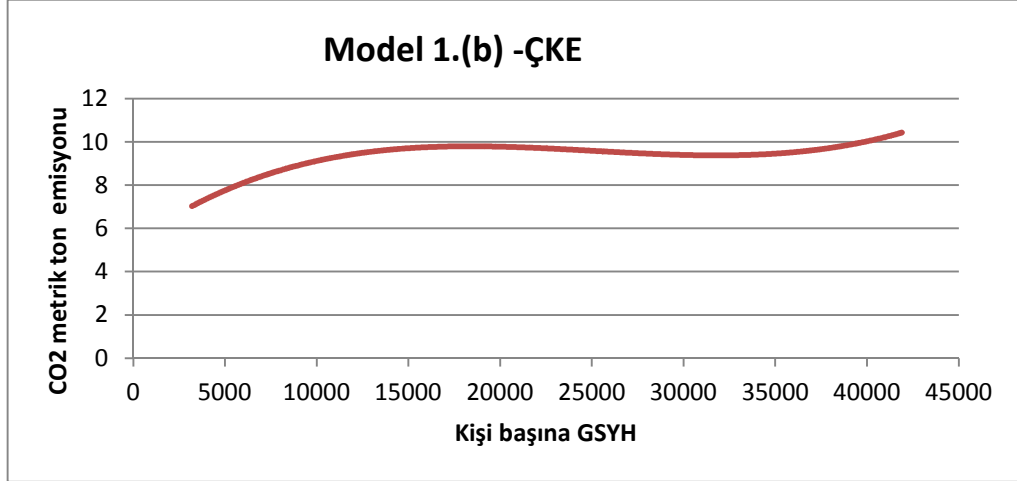
değerlerine dönüştürüldüğünde sırasıyla; 1. model (a)' da 6389,77 ve 20970,13 USD ve 1. model (b)'de 11449,21 ve 19884,13 USD'ye denk düşmektedir. Elde edilen sonuçlar (Panayotou 1993, 1997; Grossman, Krueger, 1993; Shafik, 1994; Kaufman *vd.*, 1998; Dinda, 2004; Stern, Common, 2001; Hill, Magnani, 2002; Torras, Boyce, 1998) sonuçlarına yakın değerler olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu araştırmalarda farklı hava kirliliği endeksleri kullanılmıştır. Genel olarak söz konusu araştırmalar, 1985 yılı USD değerlerine göre farklı hava kirliliği emisyonlarını 5000-15000 USD arasında arttığını ve 15000-20000 arasında azaldığını göstermektedirler. Bu çalışmanın dönüm noktaları da bu değerlerin arasında bulunmaktadır.

**Şekil 7: 1. Model (a)'dan Elde Edilen ÇKE**





Şekil 8: 1. Model (b)'den Elde Edilen ÇKE



İndirgenmiş Modele çevre politikaları ve zaman trendini eklediğimizde, belirleyici katsayı  $R^2$  0.04 birim artış göstermektedir. Çevre vergilerinden elde edilen gelirin GSYH' ye oranının bir birim artması, CO<sub>2</sub> emisyonunu ortalama 0,0323 birim azaltacak ve ÇKE aşağıya doğru kayacaktır, ÇKE sabiti -0,0323 ve eğimi -1.26E-06 azalacaktır.

**Tablo 8: Ayrıştırılmış Model ÇKE'nin Panel Tahmin Sonuçları**

Değişkenler	2.Model	
	Sabit Etki	RassalEtki
C (Sabit)	10.15 (-5.95)	-1.30 (-0.52)
Y	0.000549 (4.25)	0.0004 (1.99)
Y <sup>2</sup>	-1.66E-08 (-4.13)	-9.89E-09 (1.24)
Y <sup>3</sup>	2.06-13 (4.08)	-
D	0.175 (8.36)	-
D <sup>2</sup>	-0.0005 (-5.50)	-
D <sup>3</sup>	5.84-07 (5.38)	2.75E-07 (1.93)
Q	9.29E-07 (-1.98)	-
Q <sup>2</sup>	-	-
Q <sup>3</sup>	-	8.08E-21 (1.98)
S	-	-
S <sup>2</sup>	0.00394 (2.51)	0.007 (3.06)
S <sup>3</sup>	6.40E-05 (-2.25)	-0.000136 (-2.76)
P	-0.036 (2.11)	-0.51 (3.06)
P*Y	-	-3.16E-05 (2.66)
T	-0.06 (-5.16)	-
R <sup>2</sup>	0.96	0.19
N	442	442

\* t-istatistiği parantez içerisinde verilmektedir.

**Not 1:** ( - ) % 10 güven alanında anlamsız olan değişkenlerin işaretidir.

**Note 2:** Tablo 5-8'in tahmin sonuçlarının analizi, sabit etkilere dayanmaktadır

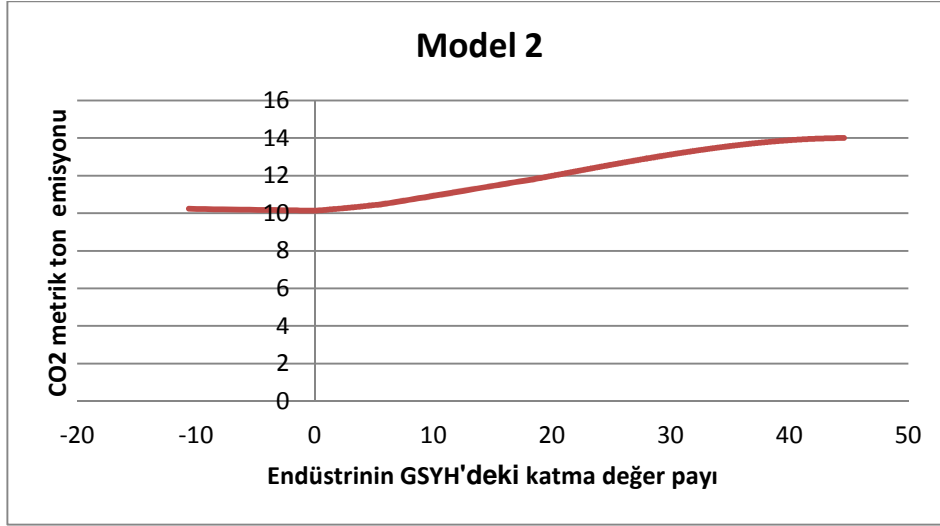
Ayrıştırılmış model ÇKE'nin panel tahmin sonuçlarının incelenmesinde N-tipli bir ÇKE saptanmıştır. Ayrıca kilometre kareye düşen GSYH ile CO<sub>2</sub> emisyonunun arasında artan doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu sonuca göre ÇKE'nin oluşumunda ölçek etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Tahmin sonuçlarına göre, endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payı ile CO<sub>2</sub> emisyonunu arasında önce artan ve daha sonra azalan bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Bu ilişki Şekil 9'da gösterilmiştir. Tahminlere dayalı şekil incelendiğinde, endüstrinin GSYH'deki katma değer payı 44,586 USD değeri ve buna denk kişi başına GSYH 41904, 210 USD değeri aştıktan sonra eğrinin aşağıya doğru hareket ihtimali ortaya çıkmaktadır. Ancak mevcut verilere göre bu değerleri aşan bir ülke bulunmamaktadır. Bu sonuç, seçtiğimiz ülkelerde sektörel değişmelerin geçerli olduğu ve ÇKE'nin oluşumunda birleşim etkisinin sağlandığı anlamına gelmektedir.

Ayrıca zaman trendi anlamlı çıkmakta ve CO<sub>2</sub> emisyonuyla tersine bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Zaman trendini temsil eden teknolojik gelişmeler ve toplumun zaman içerisinde çevre ile ilgili bilgilerinin artması CO<sub>2</sub> emisyonunun azalması sonucunu doğurmaktadır. Genel olarak bu sonuçlar ÇKE oluşumundaki ölçek etkisi, birleşim etkisi ve teknolojik etkilerin sağlandığını göstermektedir.

Tahminlere göre, her üç modelde de nüfus yoğunluğu ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında N-tipli ilişki saptanmıştır. Nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte toplum tarafından çevre politikalarının uygulanması yönünde artan baskılar CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltacaktır. Ancak belirli bir nüfus yoğunluğundan sonra CO<sub>2</sub> emisyonu yeniden artacaktır.

Genel olarak ters-U ilişkisi ÇKE için geçerlidir, ancak nüfus yoğunluğu ve endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payının artması, çevre politikaların uygulanmasındaki eksiklikler, piyasa hataları vs faktörler ters-U tipli ilişkinin bir uzantısı olan N-tipli ilişkinin ortaya çıkmasına yol açacaktır.

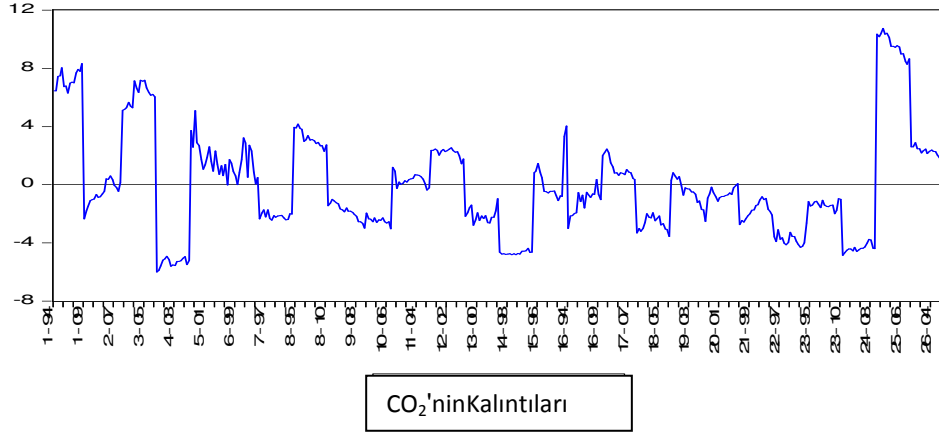
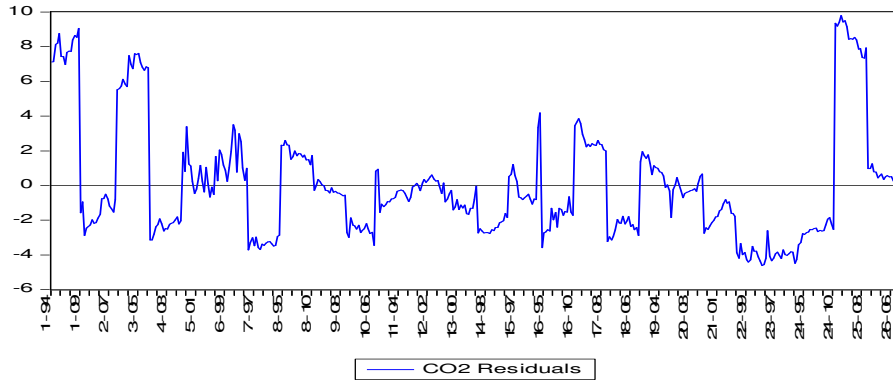
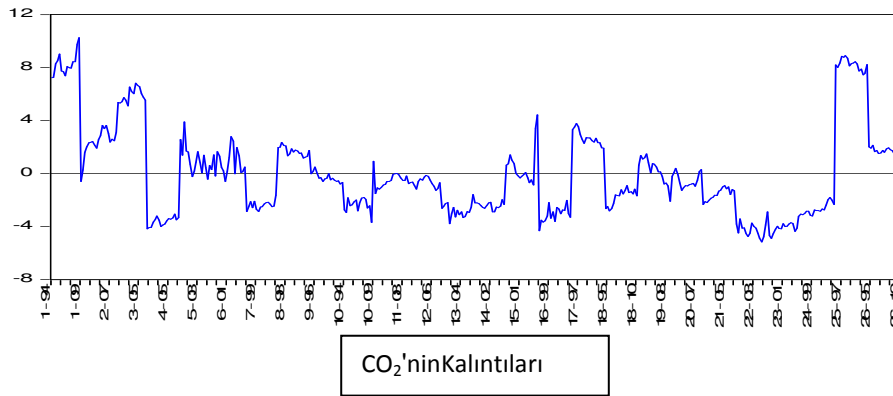
**Şekil 9: Endüstri Sektörünün GSYH'deki Katma Değer Payı ile CO<sub>2</sub> Emisyonu Arasındaki İlişki**



## SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma açısından yüksek temsil kabiliyeti olan ve ekonomi çevre ilişkisini modelleme yeteneği bulunan en önemli uygulama alanlarından biri Çevresel Kuznets Eğrisidir. Bu çalışmada 1994-2010 dönemi için, 26 OECD ülkesinde ÇKE varsayımının geçerliliği indirgenmiş ve ayrıştırılmış ÇKE modelleri kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. İndirgenmiş ÇKE modeli ekonomik büyüme ile çevre arasında net yapısal ilişkiyi göstermektedir. Ancak bu ilişkiyi daha iyi açıklamak için çevre politikaları ve nüfus yoğunluğu gibi başka değişkenlerde kullanılmıştır. Kurulan modellerin tahmin sonuçlarına göre, Kişi başına GSYH ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında N tipli ilişki saptanmıştır. ÇKE'nin dönüm noktaları 2000 USD değerlerine göre 1. model (a)'da 10226 ve 33560 USD ve 1. model (b)'de 18323 ve 31822 USD elde edilmiştir. Bu rakamlar 1985 USD değerlerine dönüştürüldüğünde sırasıyla; 1. model (a)'da 6389,77 ve 20970,13 USD ve 1. model (b)'de 11449,21 ve 19884,13 USD'ye denk düşmektedir. Çevre politikalarının uygulanması ÇKE'nin aşağıya doğru kaymasına ve eğiminin azalmasına neden olacak, başka bir ifadeyle çevre politikaları ekonomik büyümenin çevre maliyetini azaltacaktır. Tüm modellerin tahmin sonuçlarına göre, nüfus yoğunluğu ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında N tipli ilişki geçerlidir. Nüfus yoğunluğunun artmasıyla birlikte CO<sub>2</sub> emisyonu artacak ve ortaya çıkan çevre kirliliği, çevre politikalarının uygulanması yönündeki

toplum baskısını arttıracak ve böylece CO<sub>2</sub> emisyonunun azalmasını sağlayacaktır. Ancak nüfus yoğunluğunun belirli bir düzeye ulaşmasından sonra CO<sub>2</sub> emisyonu yeniden artacaktır. Ayrıştırılmış ÇKE modelde kilometre kareye düşen GSYH ile CO<sub>2</sub> emisyonunun arasında artan doğrusal bir ilişki ve endüstri sektörünün GSYH'deki katma değer payı ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters-U ilişkisi mevcuttur. Söz konusu ilişkilerle birlikte teknolojik gelişmeleri ve toplumun zaman içerisinde çevre ile ilgili bilgilerinin artışı temsil eden zaman trendi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters ilişki bize ÇKE'nin oluşumundaki ölçek, birleşim ve teknolojik etkilerin sağlandığını göstermektedir.

**EK-1: Modellerin Kalıntıları****Model (a)'nın Kalıntıları****Model (b)'nin Kalıntıları****2. Modelin Kalıntıları**

## NOTLAR

<sup>1</sup> Kyoto Protokoluna göre 39 gelişmiş ülke kendileri için belirledikleri gaz emisyon hedeflerini (en önemlileri karbondioksit, metan ve azot oksit olmak üzere) 6 anahtar gaz türü için 2008-2012 döneminde 1990 düzeyine göre en az % 5 düşürme taahhüdünde bulunmuşlardır.

<sup>2</sup>ÇKE'nin ikinci aşaması kastedilmiştir.

<sup>3</sup>Pollution Haven Hypothesis (Kirlilik Sığınağı Hipotezi).

<sup>4</sup> Bu çalışmadaki sınamalar, gelir serisinin kuadratik ve kübik dönüştürmelerinde I(1) özellikleri gösterdiği yönünde sonuçlar vererek Wanger 'in(2008) çalışmasının sonuçlarıyla uyumsuz ve Granger ve Hallman( 1991) ve Piaggio ve Padilla (2011) sonuçlarıyla uyumlu bir durum sergilemektedir. Ayrıca bu konuyla ilgili tartışmalar hala devam etmektedir.

<sup>5</sup> Benzer eşbütünleşme sonuçlarından dolayı, eşbütünleşme modeline eklediğimiz diğer yapısal değişkenlerin test sonuçları verilmemiştir.

<sup>6</sup>Pedroni testini uygulamak için aşağıdaki model tahmin edilecektir:

$$CO2_{it} = \alpha_i + \gamma_{it} + \beta_i GSYH_{it} + \varepsilon_{it}$$

Modelde  $t=1, \dots, T$  zaman periyodunu,  $i=1, \dots, N$  panel ülkelerini göstermektedir. Ülkeler ( $\alpha_i$ ) trend etkileri ise ( $\gamma_{it}$ ) ile gösterilmiştir. B modeli tahminlemek için kullanılacak parametredir.  $\varepsilon_{it}$  modelin hata terimidir.

## KAYNAKÇA

Antweiler, W., R.B. Copeland, M.S. Taylor (2001) "Is Free Trade Good for the Environment?", **The American Economic Review**, 4(2), 877-908.

Beckerman, W. (1992) "Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? ", **World Development**, 20(4), 481-496.

Birdsall, N., D. Wheeler (1993) "Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are the Pollution Havens?", **Journal of Environment and Development**, 2(1), 137-149.

Bruyn, S.M., R.J. Heniz (1999) **The Environmental Kuznets Curve Hypothesis**, Handbook of Environmental and Resource Economics, 656-677, Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Cole, M.A., R.J.R. Elliott (2003) "Determining the Trade-Environment Composition Effect: The Role of Capital, Labor and Environmental Regulations", **Journal of Environmental Economics and Management**, 46(3), 363-383.

Dasgupta, S., D. Laplante, H. Wang, D. Wheeler (2002) "Confronting the Environmental Kuznets Curve", **Journal of Economic Perspectives**, 16(1), 147-168.

- Dinda, S. (2004) “ Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey”, **Ecological Economics**, 49, 431– 455.
- Granger, C.W.J., J. Hallman (1991) “Nonlinear Transformations of Integrated Time Series”, **Journal of Time Series Analysis**, 12(3), 207-224.
- Grossman, G.M., A.B. Krueger (1991) “Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement”, in NBER (Ed.), **Working Paper 3914**.
- Grossman, G.M., A.B. Krueger (1993) “Pollution and Growth: What do We Know?”, in I. Goldin, L. Winters (eds.), **The Economics of Sustainable Development**, Cambridge, MA: MIT Press.
- Grossman, G., A. Krueger (1995) “Economic Growth and the Environment”, **Quarterly Journal of Economics**, (May), 353-77.
- GEMS (2012) **Global Environmental Monitoring System Official Web Page**.  
[www.gemswater.org](http://www.gemswater.org).
- Hausman, J.A. (1978) “Specification Tests in Econometrics”, **Econometrica**, 46, 1251-1270.
- Hill, R.J., E. Magnani (2002) “An Exploration of Conceptual and Empirical Basis of Environmental Kuznets Curve”, **Australian Economic Paper**, 41(2), 239-54.
- Im, K.S., M.H. Pesaran, *et al.*, (2003) “Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels”, **Journal of Econometrics**, 115(1), 53-74.
- Jaffe, A.B., S.R. Peterson, P.R. Portney (1995) “Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?”, **Journal of Economic Literature**, 33(1), 132-163.
- Jänicke, M., M. Binder, H. Mönch (1997) “Dirty Industries: Patterns of Change in Industrial Countries”, **Environmental and Resource Economics**, 9, 467-491.
- Kaufmann, R., B. Davidsdotter, S. Garnham (1995) “The Determinants of Atmospheric SO<sub>2</sub> Concentrations: Considering the Environmental Kuznets Curve”, **Center for Energy and Environmental Studies**, Boston: Boston University.
- Lopez, R. (Ed.), (1992) **The Environment as a Factor of Production: The Economic Growth and Trade Policy Linkages**, Washington D.C.: World Bank.
- Kuznets, S. (1955) “Economic Growth and Income Inequality”, **American Economic Review**, 45(1), 1-28.



- Mani, M., D. Wheeler (1998) “ In Search of Pollution Havens? Dirty Industry in the World Economy, 1960–1995”, **Journal of Environment and Development**, 7(3), 215-247.
- Meadows, D., E. Zahn, P. Milling (1972) **The Limits to Growth**, New York: Universe Books.
- Panayotou, T. (1993) “Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”, **Working Paper WP238 Technology and Employment Programme**, Geneva: International Labor Office.
- Panayotou, T. (1997a) “Emerging Asia: Environment and Natural Resources, in **Emerging Asia; Changes and Challenges**, Manila: Asian Development Bank, 2, part 4.
- Panayotou, T. (1997b) “Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool”, **Environment and Development Economics**, 4(2), 465–84.
- Panayotou, T. (2003) “Economic Growth and the Environment”, **Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe**, March 3, Geneva.
- Pedroni, P. (1999) “Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors”, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 61, 653–670.
- Piaggio, M., E. Padilla (2011) “CO2 Emission and Economic Activity: Heterogeneity across Countries and non Stationary Series”, **Esee 2011, 9th International Conference of the European Society for Ecological Economics**, 14-17, July, 2011, Istanbul.
- Raspiller, S., N. Riedinger (2004) “ Do Environmental Regulations Influence the Location Behavior of French Firms?”, Paper Presented at the Thirteenth Annual Conference of the EAERE, Budapest, Hungary.
- Selden, T.M., D. Song (1994) “ Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?”, **Journal of Environmental Economics and Management**, 27, 147-162.
- Secretariat of The Economic Commission For Europe Geneva (2003) **Economic Survey of Europe**, New York and Geneva: United Nation
- Stern, D.I., M.S. Common (2001) “Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur?”, **Journal of Environmental Economics and Management**, 41, 162-178.

- Shafik, N. (1994) "Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis", **Oxford Economic Papers**, 46, 757-7732.
- Shafik, N., S. Bandyopadhyay (1992) "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence", **World Bank Policy Research Working Paper, WPS 904**.
- Torras, M., J.K. Boyce (1998) "Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznet Curve", **Ecological Economics**, 25, 147-160.
- Van Beers, C., J.C.J.M. Van den Bergh (1997) "An Empirical Multicountry Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows", **Kyklos**, 50(1), 29-46.
- Wanger, M. (2008) "The Carbon Kuznets Curve: A Cloudy Picture emitted by Bad Econometrics?", **Resource and Energy Economics**, 30(3), 388-408.
- World Bank (1992) **World Development Report 1992**, New York: Oxford University Press.
- World Bank (2012) **World Bank Group Official Web Page**. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).