

# KİŞİ BAŞINA DÜŞEN GELİR, ENERJİ TÜKETİMİ VE KARBONDİOKSİT (CO<sub>2</sub>) EMİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YAPISAL KIRILMALAR ALTINDA ANALİZİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

**Doğan UYSAL<sup>1</sup>**

**Halil YAPRAKLI<sup>2</sup>**

## ÖZET

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak artan enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Artan enerji tüketiminin ise çevresel faktörlerle olan ilişkisi CO<sub>2</sub> salınımı yoluyla her geçen gün daha fazla artmaktadır. Çevresel faktörlerle ekonomi arasında ilişki ise 1990'lı yılların başından itibaren alınmaya başlanmıştır. Bu ilişkiye temel olan teori ise gelir eşitsizliği ile büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Kuznets'in (1955), ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu ileri sürdüğü hipotezinden türetilmiştir. Kuznets bu ilişki ile ilgili olarak, gelişmişlik düzeyinin ilk evresi ve sonraki evreleri hakkında farklı yorumlarda bulunmuştur. Başlangıç itibari ile gelişmekte olan ülkelerde sanayileşme ile birlikte gelir eşitsizliğinin ortaya çıkacağını belirtmiş, fakat bu olumsuzluğun ülkenin gelişimini tamamladıktan sonra telafi edileceği sonucuna ulaşmıştır. Bu hipotezden yola çıkılarak 1990'lı yıllarda Grossman ve Krueger (1991, 1995) ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevresel kirliliğin artacağını ancak büyümenin ilerlemesiyle çevresel kirliliğin azalacağını savunmuşlardır. Başka bir ifade ile başlangıç itibariyle gelişmekte olan ülkelerde kalkınmanın ilk hamlelerinin yapılmaya başlaması ile birlikte çevresel faktörlerin olumsuz etkilenme oranının yüksek olacağını fakat bu olumsuzluğun ülkenin gelişimini tamamladıktan sonra telafi edileceğini değerlendirmektedir. Türkiye'nin 1968 – 2011 yılları arasındaki verilerini ele alarak yapılan bu çalışmada, ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren makroekonomik değişkenlerin başında gelen kişi başına düşen milli gelir, çevre kirliliğinde etkili olan tüm sera gazlarının yüzde 58.8'ini oluşturan karbondioksit emisyonu (CO<sub>2</sub>) ve kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenleri kullanılarak uzun dönemli bir analiz yapılmıştır.

---

<sup>1</sup> Prof.Dr., Celal Bayar Üniversitesi, İİBF, [dogan.uyosal@cbu.edu.tr](mailto:dogan.uyosal@cbu.edu.tr) Tel: +90 (236)2330657

<sup>2</sup> Arş.Gör., Celal Bayar Üniversitesi, İşletme Fakültesi, [yaprakli.halil@gmail.com](mailto:yaprakli.halil@gmail.com) Tel: +90 (236) 201 39 19

Analizde yapısal kırılmaları dikkate alan Hatemi-J (2008) eşbütünlük testi uygulanmış ve uzun dönemde ülkelerin büyümeleri için gereklilik arz eden enerji tüketimindeki artış, tüketim neticesinde ortaya çıkan karbondioksit salınımını yükseltmiştir. Bununla birlikte gelir düzeyindeki artışların ise karbondioksit salınımını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan sonuçlar gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de yatırım ve büyümenin en önemli faktörü olan enerji tüketiminin daha fazla çevresel kirlenmeye yol açacağı, artan gelir düzeyi ile birlikte ise bu olumsuz neticenin düzelme yolunda bir seyir izleyeceği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kişi Başına Gelir, Enerji Tüketimi, Karbon Emisyonu

**THE ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN PER CAPITA INCOME,  
ENERGY CONSUMPTION AND CARBON DIOXIDE(CO<sub>2</sub>) EMISSION UNDER  
STRUCTURAL BREAKS: CASE OF TURKEY**

**ABSTRACT**

The world population is increased rapidly. In parallel with energy consumption is increase also. The relationship between Energy consumption and environmental factors have increased by CO<sub>2</sub> emissions day by day. The relationship between the economy with environmental factors have been handled since the beginning of the 1990s. The theory was derived from the Kuznets's theory put forward an inverted-U-shaped relationship between economic growth and income inequality. Kuznets made various comments about the first phase of the development level and next stages in this relationship. Initially, He stated that income inequality will come out with industrialization in developing countries. But according to him, this negativity will be compensated after the development of country. Starting from this hypothesis, Grossman and Krueger (1991, 1995) argued that environmental pollution would increase in the first year of economic growth but environmental pollution would reduce with the progress of growth in the 1990s. In this study, long-term variables were examined using macroeconomic variables showing the level of development of the countries. GDP per person, (CO<sub>2</sub>) the carbon dioxide emissions (constituting 58.8 percent of all green house gases in effective pollution) and the energy consumption per person. The tests are developed by Hatemi-J (2008) taking into account possible structural breaks. The increase in energy consumption required for the growth of the country, has increased carbon dioxide emissions. However, it has been concluded that, increases in income level reduces carbon dioxide emissions. Our results suggest that energy consumption leads to more environmental pollution in Turkey like in the developing countries and rising income level makes this negative situation positive.

**Keywords:** Per Capita Income, Energy Consumption, Carbon Emission

## **GİRİŞ**

Enerji tüketimi; varoluş ile beraber ihtiyacı hissedilmiş ve o günden bu zamana insanlığın vazgeçilmez gereksinimi olarak kullanım skalasını genişletmiştir. (Koçak, 2011:5) Yaşayabilmenin en önemli gereksinimi olarak ortaya çıkan enerji ihtiyacı, toplumların gelişmesi ile bir önceki zaman diliminde lüks olan bir malın sonraki dönemde ihtiyaç haline

gelmesiyle birlikte elde edilmesi gereken kritik bir kaynak haline gelmiştir. Sanayi devrimi ile birlikte enerjinin endüstride yoğun olarak kullanılmaya başlanması global ölçekte hızlı bir enerji talebi artışını netice vermiştir. (Mucuk ve Uysal, 2009: 105) Geçmişte olduğu gibi günümüzde de enerji ülkelerin kalkınma ve büyüme aşamasında kilit bir rol oynamaktadır. Enerji kullanımının çeşitlilik içermesi neticesinde inşaat sektöründen bilişim sektörüne, ulaşım sektöründen savaş sektörüne, tarım sektöründen sanayi sektörüne kadar birçok sektöre nüfuz etmiş ve hayatın her alanında mutlak ihtiyaç olarak kendini göstermiştir. Bunlarla birlikte enerjiye sahip olma ülkelerin ekonomik gücünün ve gelişmişlik seviyelerinin belirleyicilerinden biri haline gelmiştir.

Şüphesiz günümüzde ekonominin en önemli amaçlarından birisi büyümeyi maksimize etmektir. Büyüme sürecindeki ekonominin ise, enerjiye sahip olmak için çaba sarf etmesi ve bu çaba sonucu elde edilen enerjinin kullanımına yönelik faaliyetlerde bulunması gerekmektedir (Arı ve Zeren, 2011: 37). Ülkelerin enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi desteklediği yönünde bulgulara ulaşan ve bunun yanı sıra ekonomik büyümenin enerji tüketimini etkilediğine dair analizler içeren birçok çalışma mevcuttur. (Mucuk ve Uysal, 2009: 156) Çalışmalarda da değinilen büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin bazı olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Büyümeyi sağlayabilmek için gerekli olan artan enerji talebini çeşitli sebeplerden dolayı her ülke kendi bünyesinde karşılayamamaktadır. Ülkeler az gelişmişliğin sonucu olarak verimli enerji kaynaklarından yeterince yararlanamamışlar (nükleer enerji) ve özellikle hammadde (petrol, doğalgaz, kömür, linyit vs.) eksikliğinden dolayı dışa bağımlı hale gelmişlerdir. Dışa bağımlılık büyüme hedeflerini gerçekleştirmek ve bunu sürdürülebilir pozisyonda tutmak konusunda ayrı bir problem olarak ortaya çıkmıştır (EIA, 2013). Diğer bir önemli konu ise, dünya enerji tüketiminde fosile dayalı kaynakların en önemli paya sahip olmasıdır (Altıntaş, 2013: 263). Fosil yakıtların yakılması, sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri sanayi devriminden beri hızla artmaya devam etmesidir. İklim sistemi için önemli olan doğal etmenlerin başında gelen sera gazı salınımı atmosferin dengesinde olumsuz değişimlere sebep olmaktadır. Bu sera gazlarının yüzde 58.8'ini oluşturan fosil yakıtları doğal sera etkisini kuvvetlendirmiştir. Şehirleşmenin de katkısı ile artan bu etki çevre ve büyüme arasındaki ilişkinin sorgulanır hale gelmesine

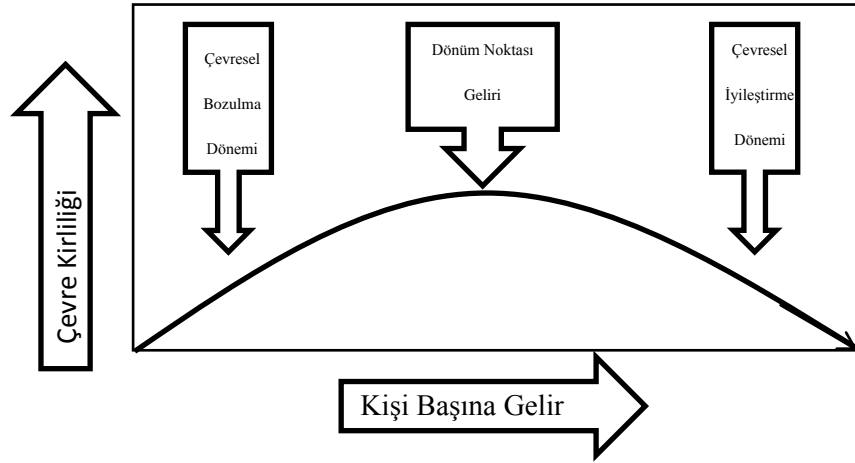
neden olmuştur(Türkeş, vd., 2010: 2). Enerji tüketiminin artmasının tek olumsuz tarafı elbette sadece çevre kirliliği değildir. Özellikle 1900'lü yılların ikinci yarısı ile başlayan büyüme oranları, kır nüfusundan kent nüfusuna akım ve kalabalıklaşan şehirler, büyümenin neden olduğu çevresel kirlilik, sera gazına bağlı iklimsel değişiklikler, bir takım düzenlemelerin olmadığı takdirde çevresel ve sosyal açılardan sürdürülemez bir gidişi gözler önüne sermiştir. Fosil yakıtlardan oluşan petrol talebinin artması petrol arz eden ülkelerde güvenlik kaygılarının artmasına neden olmuştur. Bunun yanında enerji arzı ve kullanımındaki mevcut eğilimin kararlı ve kalıcı önlemler alınmadan devam etmesi sera gazının önemli bir oranını içeren karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunun 2050 yılında iki kattan daha fazla olmasına neden olacağı ifade edilmektedir(Apergis vd., 2010: 2255). Bu bağlamda Birleşmiş Milletler nezdinde çeşitli girişimler gerçekleşmiş ve küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik şu anda yeryüzündeki 160 ülkeyi kapsayan Kyoto protokolü imzalanmıştır. Protokol kapsamında, karbon dioksit ve sera etkisine neden olan diğer gazların(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>)<sup>3</sup> salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa karbon ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir(Wikipedia, 2016). Kyoto protokolünün yanında 1968 yılında kurulan "Club of Rome" ve yayınladığı "Büyümenin Sınırları" isimli çalışmadan sonra Randers (2013), tarafından yayımlanan '2052' adlı raporunda insanlık ve dünya için karamsar bir tablo çizerek iyiye dönüşün zorluğundan bahsetmiştir. Tüketimin çığınca artmasının toprak, su ve havanın kirlenme limitlerini zorlayacağını, bu nedenle büyüme ve tüketimin belli oranlarda azalması gerektiğini savunmaktadır (Randers, 2013: 328-332). Çevresel kirlilik ile ilgili araştırmalar, Kuznets (1955)'in gelir dağılımı ile ekonomik büyüme arasında bir ilişkiyi açıkladığı çalışması çerçevesinde ele alınmaktadır. Kuznets ekonomik büyümeyle birlikte kişi başına düşen gelir miktarının artacağını fakat bu artışın gelişmenin ilk aşamalarında gelir dağılımında eşitsizliği de arttıracığını öne sürmüştür. Daha sonra gelişimin bir olgunluğa ereceğini bu noktadan sonra ise, eşitsizliğin zamanla ortadan kalkacağını aktarmıştır. Bu ilişki ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasında ters-

---

<sup>3</sup> Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Nitröz Oksit (N<sub>2</sub>O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs), Sülfürheksaflorid

U şeklinde bir parabol çiziceğinden bu hipotezin ismine “Ters U” veya “Çan Eğrisi” hipotezi denilmiştir. Ters U hipotezinden yola çıkılarak 1990’lı yıllarda Grossman ve Krueger (1991, 1995) ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevresel kirliliğe neden olacağını fakat ilerleyen zamanda büyümenin tamamlanması ile birlikte çevresel kirliliğin azalmasına yönelik tedbirlerin artması ile birlikte çevresel kirliliğin azalacağını savunmuşlardır. Başka bir ifade ile, başlangıç itibariyle gelişmekte olan ülkelerde çevresel faktörlerin olumsuz etkilenme oranının yüksek olacağını fakat bu olumsuzluğun ülkenin gelişimini tamamladıktan sonra telafi edileceğini değerlendirmektedir(Grossman, 1991: 1-39; Krueger,1995: 353-377). Literatürde bu ilişkiyi açıklayan hipoteze Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ismi verilmektedir.

### Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisi Diyagramı



Kaynak: Yandle vd., 2004: 3

Ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisi ölçek etki, yapısal etki ve teknolojik etki olarak sınıflandırılmıştır. Bu etkiler sırasıyla; teknolojinin değişmediği varsayımı altında, üretim için kullanılan daha fazla girdi ve kaynak, buna bağlı olarak üretim artışı, bu artış neticesinde artan enerji kullanımı, dolayısıyla fazla atığa ve kirlenici emisyonlara sebep olarak çevresel kaliteyi negatif etkileyen ölçek etkisi; süreklilik arz eden büyüme süreci ile ekonomide oluşacak yapısal değişiklik sonucunda kademeli olarak üretimde çevreyi daha az kirlüten faaliyetlerle birlikte hizmet ve bilişim sektörüne geçişi arttırarak pozitif etki yapan yapısal etki; eski ve kirliliğe sebep olan teknolojilerin yerine yeni ve temiz

teknolojiler ikame edilerek, çevresel kaliteyi pozitif etkileyen teknoloji etkileridir(Koçak, 2014: 63).

Bu çalışmada, ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren makroekonomik değişkenlerin başında gelen kişi başına düşen milli gelir, çevre kirliliğinde etkili olan tüm sera gazlarının yüzde 58.8'ini oluşturan karbondioksit emisyonu (CO<sub>2</sub>) ve kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenleri kullanılarak uzun dönemli bir analiz yapılmıştır.

### 1. Literatür

Kuznets (1955), geliştirdiği hipotezde ülkelerin ekonomik kalkınmalarının hız kazandığı dönemlerde hızlı sanayileşme ile birlikte ilk olarak sermaye sahiplerinin geliri ve birikimleri artacak ve bir nevi gelir eşitsizliğine sebep olacağı savunmuştur. Sonrasında ise büyümenin yararları zaman içerisinde yüksek ücret ve birikim artışı şeklinde diğer bireylere yansıtacağını belirtmiş ve gelir ve büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. Bu eğriye Kuznets Eğrisi adı verilmiştir. 1990'lı yıllarda Kuznets'in ortaya attığı hipoteze benzer bir ilişkinin gelir ve çevre kirliliği arasında olduğu öne sürülmüş ve yıllarca tartışılmıştır.

Grossman ve Krueger (1991), çevre kirliliği ve gelir arasında Kuznets Eğrisine benzer bir ilişki olduğunu ilk kez ortaya atmıştır. Çevresel Kuznets eğrisi (EnvironmentalKuznetsCurve, EKC) hipotezi, ekonomik büyümenin ilk yıllarında çevreye olumsuz etkisinin hızla arttığı fakat büyümenin süreklilik kazanması ile birlikte kirliliğin azalma eğilimine gireceğini tartışmaya açmıştır. Grossman ve Krueger (1995), çalışmalarında EKC'nin geçerli olmakla birlikte, ülkelerin büyümeyle birlikte kirlilik seviyelerindeki artışın geçmiş dönemlerdeki benzer nedenselliğe kıyasla daha zayıf olacağını belirtmişlerdir. Bunun ülkelerin geçmiş yıllardaki gelişen ülkelere edindikleri tecrübe transferi, ileri teknoloji ve yeşil enerji tüketimi ile mümkün olacağını belirtmiştir.

Bruvoll ve Medin (2003), EKC ile ilgili olarak yapılan ilk çalışmalar ampirik olup gelir ve kirlilik arasında bir korelasyon olduğunu doğrulamıştır. Ancak söz konusu çalışmalarda, nedensellik ilişkisi zayıf kalmıştır.

Deacon ve Norman (2004), EKC'yi yorumlarken, gelir seviyesi düşük ülkelerde kirliliğin zamanla artma, gelir seviyesi yüksek ülkelerde kirliliğin zamanla azalma eğiliminde olduğunu vurgulamış ve orta gelir düzeyindeki ülkelere ise ilişkinin ters-U şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Halıcıoğlu (2009), kirlilik ve gelir arasındaki bağı Türkiye için araştırılan çalışmasında 1960–2005 dönemine ait veriler ışığında, kirlilik düzeyinin artmasında sırasıyla gelir, enerji tüketimi ve dış ticaretin etkili olduğunu belirtmiştir.

Altıntaş (2013), çalışmasında birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve büyüme arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik analizi yardımıyla incelemiştir. Çalışmada, kısa dönem için Granger nedensellik testlerinde kişi başına gelir ve enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunun sebebi olduğunu ortaya koymuştur. Uzun dönemde, kişi başına gelir ve enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine rastlanmıştır.

Burnett, Bergstrom ve Wetzstein (2013), çalışmalarında 1981-2003 yıllarına ait aylık karbondioksit emisyonu ve kişisel gelir verileri yardımıyla EKC hipotezini Amerika Bileşik Devletleri için test etmiş ve doğrulamıştır. Veriler arasında uzun dönemde ilişki olduğunu ve Ang (2007)'nin çalışmasını doğrulamıştır.

Kocak (2014), çalışmasında EKC hipotezini 1960-2010 yılları arası yıllık veriler yardımı ile karbondioksit emisyonu, gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL modeli kurularak araştırmış ve EKC hipotezini reddetmiştir. Aynı çalışmada ayrıca, enerji tüketiminin karbondioksit salınımı arttırdığı ve büyümenin çalışmanın yapıldığı yıl itibari ile çevre kirliliğini arttırmanın aksine çevre kirliliğini azaltan bir etkisi olduğu hipotezi Türkiye için geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, He ve Richard (2010), çalışmalarında 1948-2004 yıllarına ait veriler yardımı ile Kanada için EKC ilişkisini incelemiş ve elde edilen bulgulara neticesinde EKC reddedilmiştir.

## **2. Veri ve Ekonometrik Yöntem**

### **2.1. Veri Seti**

Bu çalışmada bir tanesi bağımsız, diğer ikisi bağımlı değişken olmak üzere üç farklı değişken kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin logaritması alınarak analize dahil edilmiştir. Bu değişkenler ise kişi başı ton cinsinden karbondioksit emisyon miktarı (LCO), kişi başı petrol eşdeğeri kg cinsinden enerji tüketimi (LEN) ve son olarak kişi başı gayri safi yurt içi hasıla (LGDP) değişkenidir. Tüm veriler Dünya

Bankası (WDI) istatistiklerinden elde edilmiştir ve 1968 – 2011 yılları arasını kapsamaktadır.<sup>4</sup>

## 2.2. Durağanlık Analizi

Zaman serisi analizlerinin yapılabilmesi için oldukça önemli bir kavram olan durağanlık, serilerin birim kök içerip içermemesi durumu ile ilgilidir. Bir zaman serisinin ortalaması ile varyansı belirli bir zaman sürecinde değişmiyorsa ve iki dönem arasındaki kovaryansı, kovaryansın hesaplandığı döneme değil de sadece iki dönem arasında uzaklığa bağlı ise bu serinin durağan olduğu söylenebilmektedir(Gujarati, 2005:713).Bu çalışmada, serilerin durağanlığının test edilebilmesi için kullanılan geleneksel birim kök testlerinden olan Dickey-Fuller (1979) ve yapısal kırılmaları da dikkate alan birim kök testlerinden olan tek kırılmalı Zivot-Andrews (1992) ve iki kırılmalı Lumsdaine ve Papell (1997) testleri kullanılmıştır.

Dickey-Fuller testi, üç regresyon denklemine dayalı olarak yapılmaktadır ve örnek olarak aşağıda verilen sabit terim ve trend içeren denklemde yer alan  $u_t$  hata teriminde otokorelasyon var ise bu durumu ortadan kaldırmak için gerekli sayıda gecikme (m) modele eklenir.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + u_t$$

Bu şekilde uygulanan birim kök testi genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller: ADF) testi olarak bilinmektedir. Çalışmada kullanılan serilere ilişkin ADF birim kök test sonuçları tablo 1’de yer almaktadır. Tablo 1’den de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan seriler tüm düzey değerlerinde durağan dışı iken, birinci farklarında durağan olmaktadır. Bu durum tüm serilerin I(1) olduğunu göstermektedir.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + \beta_1 \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t$$

<sup>4</sup> 2011 yılından sonraki veriler yayınlanmadığından dolayı 1968 – 2011 yılları verileri ile sonuç elde edilmek zorunda kalınmıştır.



**Tablo 1: ADF Birim Kök Testi Sonuçları**

Değişkenle r	Düzyey Değeri			Birinci Fark		
	Sabitl i	Sabit+Tren d	Sabitsi z	Sabitl i	Sabit+Tren d	Sabitsi z
<b>LCO</b>	-1.64 [- 2.93]	-2.98 [-3.51]	2.97 [-1.94]	-5.83 [- 2.93]	-5.90 [-3.52]	-4.46 [-1.94]
<b>LEN</b>	-1.02 [- 2.93]	-2.98 [-3.51]	4.00 [-1.94]	-6.06 [- 2.93]	-6.02 [-3.52]	-4.96 [-1.94]
<b>LGDP</b>	-0.49 [- 2.93]	-2.39 [-3.51]	2.69 [-1.94]	-6.52 [- 2.93]	-6.44 [-3.52]	-5.65 [-1.94]

\*Köşeli parantez içindeki değerler %5 seviyesindeki kritik değerlerdir.

Ancak zaman serilerinde durağan dışılığın nedenlerinden bir tanesi de seride meydana gelen yapısal kırılmalardır. Bu sebepten Perron (1989) çalışmasında yapısal kırılmayı dikkate alan ve kırılmanın dışsal olduğunu söyleyen birim kök testi geliştirmişlerdir. Fakat Zivot-Andrews (1992) ise kendi çalışmalarında bahsi geçen çalışmayı eleştirmişler ve serilerde görülen yapısal kırılmanın içsel olarak gerçekteşen bir faktör olduğunu ve tam olarak bilinemeyeceğini ve tespit edilemeyeceğini ifade etmişlerdir. Değişkenlerde yapısal kırılmalar altında birim kökün varlığını araştıran üç farklı test istatistiği geliştirmişlerdir. Tablo 2’de yer alan sonuçlara göre test istatistiği mutlak değer olarak kritik değerlerden küçük elde edildiği için boş hipotez, yani serinin yapısal kırılmalar altında durağan olmadığı hipotezi kabul edilir. Özetle serinin içerdii birim kök sahte değildir yani seri durağan değildir.

**Tablo 2: Zivot-Andrews Birim Kök Testi Sonuçları**

	<b>Model A</b>		
	<b>LCO</b>	<b>LEN</b>	<b>LGDP</b>
<b>Test İstatistiği</b>	-3.63	-4.99	-3.13
<b>Kırılma Tarihleri</b>	2001	2001	1982
<b>Kritik Değerler (%1-5)</b>	-5.34, -4.80	-5.34, -4.80	-5.34, -4.80
	<b>Model C</b>		
	<b>LCO</b>	<b>LEN</b>	<b>LGDP</b>
<b>Test İstatistiği</b>	-3.55	-4.60	-4.11
<b>Kırılma Tarihleri</b>	2001	1995	1980
<b>Kritik Değerler (%1-5)</b>	-5.57, -5.08	-5.57, -5.08	-5.57, -5.08

Lee ve Strazizich (2003) yaptığı çalışmalarında LM (Lagrange Çarpanları) birim kök testi kullanarak, iki yapısal kırılmanın varlığını araştıran bir yöntem geliştirmişlerdir. LM birim kök testinde kullanılan kritik değerler, yapısal kırılmalardan etkilenmemesi sebebiyle, kritik değerleri kırılma olmaması varsayımına göre türetilen ADF tipi birim kök testi olan Zivot ve Andrews (1992) testine kıyasla önemli bir avantaja sahiptir (Narayan ve Smyth 2007).

LM birim kök testinde test istatistiği, Lee ve Strazizich (2003) tarafından belirlenen kritik değerlerden mutlak değerce küçükse yapısal kırılmalar altında serinin birim kökü olduğuna karar verilmektedir.

**Tablo 3 : Lee - Strazicich Birim Kök Testi Sonuçları**

	<b>Model A</b>		
	<b>LCO</b>	<b>LEN</b>	<b>LGDP</b>
<b>Test İstatistiği</b>	-2.75	-3.05	-3.83
<b>Kırılma Tarihleri</b>	1993-2000	1990-2000	1979-1993
<b>Kritik Değerler (%1-5-10)</b>	4.54, -3.84, -3.50	4.54, -3.84, -3.50	-4.54, -3.84, -3.50
	<b>Model C</b>		
	<b>LCO</b>	<b>LEN</b>	<b>LGDP</b>
<b>Test İstatistiği</b>	-6.19	-6.84	-5.20
<b>Kırılma Tarihleri</b>	1980-1999	1980-1999	1981-1993
<b>Kritik Değerler (%1-5-10)</b>	-6.33, -5.71, -5.33	-6.33, -5.71, -5.33	-6.45, -5.67, -5.31

Tablo 3'deki sonuçlar incelendiğinde LCO ve LEN değişkenleri için model C hariç, tüm serilerin yapısal kırılmalar altında birim kök içerdiğine karar verilmektedir.

### **2.3. Eşbütünleşme Analizi**

Eşbütünleşme analizi için çalışmada kullanılan ilk yöntem, yapısal kırılmaları dikkate almayan Engle-Grangereşbütünleşme testidir. Analizde kullanılan değişkenlerin tahminlenmesi sonucu elde edilen hata terimlerine uygulanan birim kök testi sonucunda, hata teriminin durağan olduğu tespit edilirse, bu değişkenlerinin eşbütünleşik olduğu sonucuna

ulaşmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, serilerin aynı dereceden bütünlük olmalarıdır.

**Tablo 4: Engle-Granger Eşbütünlük Testi Sonuçları**

Değişkenler	Test İstatistiği	Kritik Değer (%1-5-10)
LCO - LEN - LGDP	-1.53	-4.19 -3.50 -3.15

Tablo 3’de yer alan Engle-Granger eşbütünlük analizi sonucuna göre, elde edilen test istatistiği, tüm anlamlılık seviyeleri için kritik değerden mutlak değerce küçük olduğu için serilerin arasında eşbütünlük olmadığına karar verilmektedir.

Çalışmada kullanılan ikinci eşbütünlük testi, Hatemi-J (2008) tarafından geliştirilen ve değişkenler arasında iki adet içsel yapısal kırılmaya imkân veren eşbütünlük testidir. Hatemi-J eşbütünlük testinde aşağıdaki denklem kullanılır:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1t} + \alpha_2 D_{2t} + \beta'_0 X_t + \beta'_1 D_{1t} X_t + \beta'_2 D_{2t} X_t + u_t$$

Denklemden  $\alpha_0$  yapısal değişimler gerçekleşmeden önceki sabit terimi,  $\beta'_0$  ise yine yapısal değişimler gerçekleşmeden önceki eğim parametresini göstermektedir.  $\alpha_0$  ve  $\alpha_1$  birinci ve ikinci kırılma nedeniyle sabit terimde oluşan değişimi,  $\beta'_0$  ve  $\beta'_1$  ise birinci ve ikinci yapısal kırılmanın eğimde oluşturduğu etkiyi göstermektedir (Yılancı ve Öztürk, 2011). Denklemden  $D_{1t}$  ve  $D_{2t}$  ise kukla değişkenleri ifade etmektedir.

**Tablo 5: Hatemi-J Eşbütünleşme Testi Sonuçları**

	Test İstatistiği	Kritik Değer (%1-5-10)	Kırılma Tarihi
<b>Model C (Level Shift)</b>	-6.65	-6.92, -6.45, -6.22	1979-1987
<b>Model C/T (Level Shiftwith Trend)</b>	-6.91	-6.92, -6.45, -6.22	1994-1997
<b>Model C/S (RegimeShift)</b>	-8.60	-6.92, -6.45, -6.22	1985-1986

Tablo 5’de görülmekte olan Hatemi-J eşbütünleşme testi sonuçlarına göre elde edilen tüm test istatistikleri kritik değerlerden mutlak değerce büyük olduğu için, serilerde yapısal kırılmalar altında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna karar verilmektedir.

#### 2.4 Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Tablo 6’da Hatemi-J eşbütünleşme sonuçları görülmektedir. Testsonucunagöre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edildiğinden dolayı Phillip ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen FMOLS (FullyModifiedOrdinaryLeastSquare) yöntemiyle uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir ve sonuçları tablo 6’da görülmektedir.

**Tablo 6: Eşbütünleşme İlişkisine Göre Uzun Dönem Katsayı Tahminleri**

	FMOLS	t-istatistiği	Olasılık Değeri
<b>LEN – LCO</b>	1.4616	17.41	0.0000
<b>LGDP - LCO</b>	-0.0881	-3.04	0.0041

Sonuçlara göre enerji tüketiminde meydana gelecek %1’lik bir artış, karbondioksit emisyonunu %1.46 oranında artırdığı, fakat kişi başına düşen gelirin %1 artması durumunda ise karbondioksit emisyonunun %0.08 oranında azaldığı tespit edilmektedir.

## SONUÇ

İnsan hayatının ve toplumsal yaşamın vazgeçilmez ögesi olan enerji, her devirde çeşitlilik göstermekle birlikte ihtiyaçlar kategorisinde hep üst noktalarda kendisine yer edinmiştir. Küreselleşen dünya, artan nüfus, gelişen teknoloji, kentleşme oranındaki artış sanayileşmede gelinen üst seviye ve bilişim sektöründeki yükselişe bağlı olarak enerji ihtiyacı devamlı artış göstermiştir. Yaşadığımız dönem itibari ile enerji kullanımı hayatın tüm fakültelerine nüfuz etmiş ve günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bununla birlikte ülkeler için stratejik öneme sahip olan enerji aynı zamanda “güç” ve “bağımlılık” kavramlarının alt yapısını oluştururken uluslararası politikaları yönlendiren bir etken haline gelmiştir. Bu bağlamda daha çok enerji kullanımı daha fazla büyüme olarak algılanmış ve içeriğinin önemli bir bölümü fosil yakıtlarından oluşan enerji kullanımı çevresel faktörleri olumsuz etkiler hale gelmiştir. Bu ilişkinin gözlemlenerek araştırılması Grossman ve Krueger ile başlamıştır. 1990’larda enerji kullanımı ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi Kuznets eğrisi kullanarak açıklayan Grossman ve Krueger (1991), büyümenin ilk safhalarında çevresel kirliliğin artış göstereceğini, eşik noktasından (dönüm noktası geliri) sonra ise çevresel faktörlerde düzelme eğiliminin görüneceğini aktarmıştır.

Yapılan çalışmada, Türkiye için çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinde bahsedildiği gibi bir ilişkinin geçerli olup olmadığı 1968 – 2011 yılları verileri kullanılarak sınanmıştır. Kişi başına düşen milli gelir, karbondioksit emisyonu (CO<sub>2</sub>) ve kişi başına düşen enerji tüketimi değişkenleri kullanılarak uzun dönemli bir analiz yapılmıştır. Analizde yapısal kırılmaları dikkate alan Hatemi-J (2008) eşbütünleşme testi uygulanmış ve uzun dönemde ülkelerin büyümeleri için gereklilik arz eden enerji tüketimindeki artış, tüketim neticesinde ortaya çıkan karbondioksit salınımını yükseltmiştir. Bununla birlikte gelir düzeyindeki artışların ise karbondioksit salınımını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen ampirik bulgular neticesinde ulaşılan sonuçlar gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de yatırım ve büyümenin en önemli faktörü olan enerji tüketiminin daha fazla çevresel kirlenmeye yol açacağı, artan gelir düzeyi ile birlikte ise bu olumsuz neticenin düzelme yolunda bir seyir izleyeceği görülmüştür.

**KAYNAKÇA**

Altıntaş, H., (2013). “*Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünlük ve Nedensellik Analizi*”. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2013, 8.1.

Ang, J. B. (2007). “*CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France*.” Energy Policy, 35(10), 4772-4778.

Apergis, N., & Payne E. J. (2010). “*The Emissions, Energy Consumption, and Growth Nexus: Evidence from The Common wealth of Independent States*”, Energy Policy, 38, 650–655.

Arı, A., & Zeren, F. (2011). “*CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi*”. Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2011, 18.2: 37-47.

Bruvoll, A., & Medin, H. (2003). “*Factors behind the environmental Kuznets curve. A decomposition of the changes in air pollution*.” Environmental and Resource Economics, 24(1), 27-48.

Burnett, J. W., Bergstrom, J. C., & Wetzstein, M. E. (2013). “*Carbondioxide emissions and economic growth in the US*.” Journal of Policy Modeling, 35(6), 1014-1028.

Deacon, R. T., & Norman, C. S. (2006). “*Does the environmental Kuznets curve describe how individual countries behave?*.” Land Economics, 82(2), 291-315.

EIA, (2013). US Energy Information Administration, International Energy Statistics <http://www.eia.gov/countries/data.cfm> (Erişim, 29.02.2016).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2013). 2013 Yılı Enerji İstatistikleri Raporu. [http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT/1/Documents/E%C4%B0GM%20Periyodik%20Rapor/2013\\_Yili\\_Enerji\\_Istatistikleri\\_Raporu.pdf](http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT/1/Documents/E%C4%B0GM%20Periyodik%20Rapor/2013_Yili_Enerji_Istatistikleri_Raporu.pdf). (Erişim, 3.3.2016).

Grossman, G.M., & Krueger, A.B. (1991). “*Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*” National Bureau of Economic Research. 1991 (No. w3914). <http://www.nber.org/papers/w3914> (Erişim, 3.3.2016).

Grossman, G.M.,&Krueger, A.B. (1995). “*Economic Growth and The Environment*”. The Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353-377.

Grossman, G. M.,&Krueger, A. B. (1996). “*The inverted-U: what does it mean?*.” Environment and Development Economics, 1(01), 119-122.

Halicioglu, F. (2009). “*An econometric study of CO 2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey.*” Energy Policy, 37(3), 1156-1164.

Hatemi-J, A (2008) “*Tests For Cointegration With Two Unknown Regime Shifts With an Application to Financial Market Integration*”, Empirical Economics, 35, 497-505.

He, J.,& Richard, P. (2010). “*Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada.*” Ecological Economics, 69(5), 1083-1093.

Koçak, E. (2011). “*Türkiye'nin enerji tüketimi ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkinin çevresel kuznets eğrisi yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmesi*” Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Teorisi Ve İktisat Tarihi Anabilim Bilim Dalı

Koçak, E. (2014). “*Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı*”, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 2(3), 62-73.

Kuznets, S., (1955). “*Economic Growth and Income Inequality*”, American Economic Reviews 17, 57–84.

Lee, J. &Strazicich, M. C. (2003). “*Minimum Lagrange Multiplier unit root test with two structural breaks.*” The Review of Economics and Statistics, 85(4), 1082-1089.

Lumsdaine, R. &Papell, D. (1997) “*Multiple trend breaks and the unit root hypothesis*”. Review of Economics and Statistics, 79, 212-218.

Makı, D. (2012), “*Tests For Cointegration Allowing For an Unknown Number of Breaks*”, Economic Modelling, 29(5), 2011-2015.

Mucuk, M.,& Uysal, D. (2009). “*Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme*”. Maliye Dergisi, 157, 105-115.

Perron, P. (1989). “*The Great Crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis.*” Econometrica, 57, 1361-1401.



Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990), “*Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes,*” *Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.

Randers, J. (2012). 2052: “*A global forecast for the next forty years*”. Chelsea Green Publishing, 2012.

Türkeş, M., Sümer U., M., & Çetiner G. (2000). “*Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri*” (2000). Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara. <http://mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklimetkileri.pdf>(Erişim, 29.02.2016).

Wikipedia,  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto\\_Protokol%C3%BC](https://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%BC) (Erişim, 3.3.2016).

Yandle, vd. (2004). “*Environmental Kuznets Curves: a review of findings, methods, and policy implications.*” *Research study 2* (2004): 1-16.

Zivot, E. & Andrews, D. (1992) “*Further evidence of the great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis.*” *Journal of Business and Economic Statistics*, 11, 251-270.