

KİŞİ BAŞINA GELİR İLE ÇEVRE KİRLİLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: GELİR SEVİYESİNE GÖRE ÜLKE GRUPLARI İÇİN ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ UYGULAMASI

DOI NO 10.5578/jeas.10592

Nihat Işık * Özgür Engeloğlu** Efe Can Kılınc***

ÖZ

Gelirdeki artışla çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde ilişkinin bulunduğunu öne süren Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezinin testi, son yıllarda artan çevre kirliliği ile beraber yapılan çalışmaların önemli konuları arasındadır. ÇKE hipotezinin geçerliliğini analiz eden bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farkı, analiz edilen ülkelerin gelir gruplarına göre ayrılması ve kirlilik değişkeni olarak CO₂ (karbondioksit) dışında N₂O (nitrikoksit) ve CH₄ (metan) gibi iki emisyon verisinin daha kullanılmasıdır. Çalışmada; 31'i düşük, 79'u orta, 47'si ise yüksek gelir grubu toplam 157 ülkenin CO₂, N₂O ve CH₄ verileri ile kişi başına GSYH, kişi başına enerji tüketimi ve nüfus yoğunluğu yıllık verileri 1980-2012 yılları için derlenmiştir. Panel veri modelleriyle, belirtilen 3 gelir grubu ve tüm ülkeler için toplam 12 model tahmin edilmiştir. Yapılan tahminler sonucunda, ekonomik büyüme ve kirlilik arasında üç modelde N şeklinde ilişkiye rastlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Çevre Kirliliği, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi
JEL: O44, C33, Q53, Q56

THE RELATIONSHIP BETWEEN PER CAPITA INCOME AND ENVIRONMENTAL POLLUTION: THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE APPLICATION FOR COUNTRIES BY INCOME LEVEL

ABSTRACT

The Environmental Kuznets Curve (EKC), which is suggesting an inverted-U shape relationship between income growth and environmental pollution, is important example to studies with depending to increasing environmental pollution in recent years. This study which does analyzes the validity of the hypothesis of EKC differs from other studies in the literature, the countries to analysis separated by income levels and using the N₂O and CH₄ for pollution variable as well as CO₂. In this study, CO₂, N₂O, CH₄, GDP per capita, energy consumption per capita, and population density annual data were compiled between 1980 and 2012, for total 157 countries which is formed as low-income (31), mid-income (79), and high-income (47) groups. With panel data models, total 12 models were estimated for stated 3 income group, and all the countries. As a result of estimates; three models show N shape relation, between the economic growth and environmental pollution.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Environmental Pollution, Economic Growth, Panel Data Analysis.
JEL: O44, C33, Q53, Q56

* Prof. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, İ.İ.B.F.

** Kırıkkale Üniversitesi

*** Kırıkkale Üniversitesi

GİRİŞ

İnsanoğlunun ekonomik açıdan çevre ile ilk önemli etkileşimi asırlar önce yaşanan tarım devrimi ile birlikte olmuştur. Bu devrimle birlikte yerleşik hayata geçilmiş, ilk şehirler kurulmuş ve toplu halde yaşama süreci başlamıştır. İkinci önemli etkileşim ise 18. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimi ile meydana gelmiştir. 1756 yılında buhar makinasının keşfiyle beraber başlayan süreç günümüzde de etkisini belirgin şekilde sürdürmektedir.

Nüfus yoğunluğunun artmasıyla beraber toplumların ihtiyaçları gün geçtikçe değişmiş ve sürekli olarak artmış, bu durum beraberinde üretim artışını getirmiştir. Üretimdeki artış ekonomik büyümeyi sağlarken, ekonomik büyüme ülke ekonomilerinin en önemli hedefi olmaya başlamıştır. Sanayi devrimi ile birlikte üretim aşamaları ve hammadde temini süreçlerinde fosil yakıt ve kömür gibi enerji kaynaklarının kullanımı çevre kirliliğine neden olarak, hava, su ve toprak kalitesini olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır.

1972 yılında yayınladıkları “Büyümenin Sınırları (The Limits to Growth)” isimli raporla birlikte “Roma Kulübü (The Club of Rome)”, ekonomik büyüme ve çevre arasındaki ilişkiye bakışta öncü rol üstlenmiştir. Özellikle 90’lı yıllardan itibaren ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisini inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır.

Sanayileşme aşamasıyla birlikte ekonomik büyümenin çevre üzerinde negatif dışsallığa neden olduğu büyük oranda kabul görünürken, aynı zamanda ekonomik büyümenin ve gelirdeki artışın çevre kirliliğini önleyici/azaltıcı tedbirlere katkı sağlayabileceği de söylenebilir. Ekonomik büyüme sonucu ortaya çıkan teknolojik gelişme ile birlikte çevre kirliliğini önleyen, üretim sürecinde yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlayan teknolojiler, çevre kirliliğini azaltacak önemli birer faktör olabilir. Bununla birlikte gelir seviyesinin artması ve insanların bilinçlenmesiyle, temiz hava insanoğlunun önemli bir talebi olmuş ve insanlar çevre kirliliğini artıran unsurlar üzerinde sosyal

baskı yaratabilmiştir. Ayrıca tarım ve sanayi devriminden sonra üçüncü aşama olarak nitelendirilebilecek bilgi ve hizmet tabanlı sektörlerin zamanla ön plana çıkması ve ekonomilerde önemli yer tutması da yine çevre kirliliğinin azalmasını sağlayabilecek faktörlerden sayılabilir.

Bu çalışmada, gelirdeki artış ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin bulunduğunu öne süren ÇKE hipotezi, üç farklı ülke grubu ve tüm ülkeler üzerinde panel veri analizi yöntemiyle test edilecektir. Literatürde bulunan önceki çalışmalardan farklı olarak ülkelerin gelir gruplarına göre ayrıldığı bu çalışmada ayrıca kirlilik değişkeni olarak CO₂ dışında yine literatürde daha önce kullanımına pek rastlanılmayan N₂O ve CH₄ gibi iki emisyon verisi daha kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak ekonomik büyüme, çevre kirliliği ve ÇKE kavramlarının teorik çerçevesine yer verilecektir. İkinci aşamada ÇKE ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenecek ve literatür taraması yapılacaktır. Üçüncü aşamada model, veri seti ve yöntem üzerinde durulduktan sonra uygulama sonuçlarına yer verilecektir. Çalışma sonuç ve değerlendirme ile tamamlanacaktır.

1. EKONOMİK BÜYÜME VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Ekonomik büyüme ile birlikte, oluşum nedeni birbirinden farklı iki tür üretim artışı akla gelmektedir. Bunlardan ilki ekonominin tam istihdam şartlarında iken, yeni üretim faktörlerinin ilavesiyle veya teknolojik gelişim sağlanmasıyla mevcut üretim kapasitesinin genişlemesine dayanan orta-uzun vadeli üretim artışları, ikincisi ise eksik istihdam şartlarında talep artışı nedeniyle kapasite kullanım oranlarında meydana gelen artışa dayalı üretim artışlarıdır (BERBER, 2006:2-3).

Ekonomik büyümeye dair geçmişten itibaren pek çok teori ortaya konulmuş olup, bu teoriler yıllar geçtikçe gelişerek ve çeşitlenerek artmıştır. İktisat okullarındaki büyüme teorileri genel olarak *Öncü Büyüme*, *Modern Büyüme* ve *İçsel Büyüme Teorileri* olarak üç sınıfa ayrılabilir. Söz konusu büyüme teorilerine Tablo 1’de biraz daha detaylı olarak değinilmiştir.

Tablo 1. İktisat Okullarında Büyüme Teorileri

Öncü Büyüme Teorileri	Adam Smith	A.Smith tarafından sanayi devriminin tam başlarında geliştirilen büyüme modelinin arka planında sanayi devrimi vardır. İşbölümü kavramı üzerine inşa edilen model, işbölümünü, hem farklı firmaların farklı mallar üretmeleri, hem aynı firmada çalışan işçilerin bir malın farklı kısımlarını üretmeleri biçiminde tanımlamaktadır (ÜNSAL, 2007:39-40). Modele göre işbölümü ile birlikte çalışanların sadece belirli işlere odaklanması beraberinde uzmanlaşmayı getirerek çalışanlar için işlerin daha basit olmasını sağlayacaktır. Adam Smith'e göre iş bölümü sonucu çalışanlar tüm dikkatini tek bir basit amaca yöneltecek ve bu da o iş için çalışanların daha basit ve kestirme yöntemler bulmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte herkesin kendi uzmanlaştığı işte çalışması bir işten bir işe geçiş sırasında yaşanacak vakit kaybının da önüne geçecek, dolayısıyla verimliliği de artıracaktır.
	Malthus'un Büyüme Modeli	1766-1834 yılları arasında yaşamış İngiliz nüfus bilimci ve politik iktisat teorisyeni Thomas Robert Malthus'a göre, kontrol edilemediği ya da herhangi bir kısıtlayıcı faktörün (salgın vb.) olmadığı koşullarda nüfus geometrik (1, 2, 4, 8) olarak, buna karşılık hâsıla ise aritmetik (1, 2, 3, 4) olarak artacaktır. Dolayısıyla süreç içerisinde kişi başına düşen gelir azalmış olacaktır. Malthus büyümenin sınırını kıtlık olgusuna dayandırmış, kullanılabilir alanı sabit olarak kabul ederek nüfus artışının sınırlandırılması gerektiğini vurgulamıştır (ÇETİN, 2006:3).
	David Ricardo	Ricardo'nun sistemi temelde sermaye birikimi üstünde toplanmaktadır. Aynı zamanda bir gelir dağılımı modeli olarak da nitelendirilebilecek olan Ricardo'nun büyüme analizi, iki temel ilkeye dayanmaktadır. Birinci ilke, toprak sahiplerinin toplam hâsıladan aldıkları rant payının açıklanmasıyla ilgiliyken, ikinci ilke toplam hâsıladan geri kalan kısmın ücret ve kâr olarak nasıl dağıtılacağıyla ilgilidir. Büyüme durdurup ekonomiyi durgunluğa sokacak mekanizma toplumdaki üç sınıfın gelir dağılımından aldıkları payların değişimi ile ilgilidir (ATILGAN VE KÖKSAL, 2010:373-374). Bu üç sınıf şöyle sıralanabilir; <ul style="list-style-type: none">• Sermaye Sahibi (kâr)• Toprak Sahibi (rant)• Emek Sahibi (ücret)
	Marksist Büyüme Modeli	Marksist ekonomik teorie; kapitalist sınıfın elde ettiği kârın kaynağı, ücretlilerin sömürülmesi ve işçileri fazla çalıştırılmalarına dayandırılmaktadır. Zira ücretliler tarafından harcanan çalışma süresinin bir kısmının karşılığı ücret olarak kendilerine ödenirken, geri kalan kısım yani bedavadan fazla çalışma sonucu oluşan değer, kapitalistlerin kârını oluşturur. Bu düşünce, emek-değer teorisi, artı-değer teorisi ve kâr teorisi adı altında geniş kapsamlı olarak ispatlanmaya çalışılmıştır (BERBER, 2006:82). Emek değer teorisine göre bir malın değerini o malın üretimi için gerekli olan emek-zaman birimleri belirler. Bir yıl içinde işçi başına yaratılan değer ise aynı yılda yeniden üretilen sabit sermaye ile değişir sermaye ve işçi başına artı değer toplamına eşittir. Burada sabit sermayeyi, emeğe fiziki bakımdan yardımcı dokunan; makineler, aletler, araçlar, gereçler, binalar ve çeşitli mallar oluşturmaktadır. Değişir sermaye kullanılan emeğe yapılan ödemeleri içermektedir. Değer yaratan sermaye değişir sermayedir. Artı değer ise toplam değer ile toplam değeri yaratmak için yapılan harcamalar arasındaki farktan ibarettir (ACAR, 2002:68).
	Joseph Schumpeter	Joseph Schumpeter, Marx'ın fikirlerinden büyük ölçüde faydalanmış ve uyguladığı tarihsel yöntemle Marx'ın görüşlerini tamamlamış olsa da iki düşünür arasında çok büyük fark vardır. Marx'a göre sistem, başarısızlığı nedeniyle yıkılmaya mahkûm olmasına karşılık, Schumpeter'e göre sistemin başarısı kendi sonunu getirecektir. Schumpeter'e göre kapitalist sistemde üretim artacak ve işçi sınıfının refahı yükselecek, yaşam düzeyi yükselen işçiler ve aydınlar maddi tatminsizlik yerini manevi tatminsizliğe bırakarak entellektüellerin önderliğinde yığınlar kendi kaderlerini belirlemek için kapitalist sisteme ve girişimcilere karşı bir tavır alacaklardır. Böyle bir ortamda kapitalist sistem kendi içinde taraftar bulamayacak ve yerini sosyalist sisteme terk edecektir (TABAN, 2010:51). Schumpeter'e göre ekonomi başlangıçta durgun bir yapıya sahiptir. Kârın ve faizin çok düşük olduğu bu safhada girişimci yeni bir üretim tekniği veya yeni bir ürün bularak ekonomide bir hareket yaratır. Bu hareket durgun suya atılan bir taş parçasının yarattığı dalgaların etrafa yayılması gibi ekonominin diğer kesimlerine de yansır. Bu şekilde başlayan gelişme süreci içinde firmalar giderek büyür, sermayedarları çoğalır ve mülkiyet tabana yayılmaya başlar (ACAR, 1990:35).
Modern Büyüme Teorileri	Harrod-Domar Modeli	Modelde, tam istihdam gelir düzeyinde dengede olan bir ekonomide dikkate alınarak analize başlanır. Bu denge düzeyinin devam ettirilebilmesi için temel koşul, yatırımlar tarafından yaratılan harcama düzeyinin, yatırım faaliyetlerinden kaynaklanan artan çıktı miktarını emmeye yetecek düzeyde olmasına bağlanmıştır. Bu bağlamda yatırımlar, harcama düzeyini arttırmasının yanı sıra ekonominin üretim kapasitesini de arttırmaktadır (YILMAZ VE AKINCI, 2012). Harrod-Domar büyüme teorisi toplam talep, üretim ve istihdam arasındaki ilişkileri açıklayarak ekonominin büyüme hızını marjinal tasarruf oranı (s) ve sermaye-hâsıla katsayısına (k) bağlamaktadır. Büyüme oranı $\Delta Y/Y = s/k$ şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifadenin en açık anlamı, bir ekonomide büyüme oranı sermaye hâsıla oranı ile marjinal tasarruf oranına bağlıdır. Büyüme marjinal tasarruf oranı ile doğru, sermaye hâsıla katsayısının değeri ile ters orantılıdır. Yani bir ekonomide marjinal tasarruf oranı ne kadar büyüksün ve sermaye hâsıla katsayısı ne kadar küçüksün o ekonominin büyüme hızı o denli büyük olacaktır (ÖZSAĞIR, 2008:7-8).
	Solow Modeli (Neo Klasik Büyüme Modeli)	Neo-klasik büyüme teorisinin önde gelen isimlerinden R. Solow üretim ilişkilerinin daha genel bir tipini kapsayacak şekilde Harrod-Domar analizinin nasıl genişletilebileceğini göstermeye çalışmıştır (KAYNAK, 2009:98). Solow modeli üretim fonksiyonu ve sermaye birikim eşitliğini içeren iki denklem çerçevesinde oluşmaktadır. Üretim fonksiyonu basitçe sermaye (K) ve işgücü şeklinde (L) iki grupta toplanmakta

		ve çıktı Y ile gösterilmektedir. Üretim fonksiyonunun Cobb-Douglas biçiminde olduğu varsayılırsa; $Y=F(K,L)=K^\alpha L^{1-\alpha}$ ($0<\alpha<1$) şeklindedir (JONES, 2001: 20). Solow büyüme modelinin temel varsayımları şöyledir: <ul style="list-style-type: none">• Ölçeğe göre getiri sabittir,• Sermayenin marjinal verimliliği azalmaktadır,• Teknoloji dışsal olarak belirlenir,• Faktörler arası ikâme mümkündür,• Bağımsız bir yatırım fonksiyonu bulunmaz (KİBRİTÇİOĞLU, 1998, s. 8).
İçsel Büyüme Teorileri	Ak Modeli	Neo-klasik modelde sermaye birikiminin azalan getirilerinin büyümeyi sınırlamakta önemli bir rol oynaması, toplam çıktının diğer belirleyicileri olan teknoloji ve emek istihdamının mevcut olduğu bir ekonominin kaçınılmaz özelliğidir. Bununla birlikte, bu belirleyicilerden birinin sermaye ile birlikte otomatik olarak büyüdüğünün varsayıldığı, diğerindeki büyümenin ise azalan getirilerin etkisini yok ederek sermaye oranında çıktı büyümesine imkân tanıdığı bir tür model mevcuttur. Bu tür modeller üretim fonksiyonunun sabit bir 'A' terimi (teknoloji) ile birlikte $Y=AK$ şeklinde gösterilmesi nedeniyle AK modeli olarak adlandırılır (AGHION VE HOWITT, 1999:24).
	Arrow-Romer Modeli	Model, Kenneth Arrow'un 1962 yılında yayınlanan bir makalesinde 'yaparak öğrenme' olarak adlandırıldığı bir fikirden yararlanarak, Paul Romer tarafından 1986 yılında geliştirilmiştir. Modelde; firmaların kâr amacı güderek yaptığı yatırımların ve Ar-Ge faaliyetlerinin dolaylı olarak teknolojik bilgiyi artıracığı ve 'bilginin yayılması' yoluyla diğer firmalar üzerinde pozitif dışsallık yaratacağı kabul edilmektedir. Modelde teknolojik bilgi üretimi hakkında birbirleriyle çok yakından ilişkili olan şu noktaların üzerinde daha fazla durulduğu dikkat çekmektedir: <ul style="list-style-type: none">• Bilgi, kısmen veya bazen tamamen gizli bir kamusal mal niteliğindedir. Yani bilginin kullanımında tüketiciler birbirine rakip değildir ve kimsenin dışlanamaması söz konusudur.• Teknolojik gelişme sonucu ortaya çıkan bilgiden diğer ekonomik birimlerin ne ölçüde yararlanabildikleri hayati bir öneme sahiptir.• Ortada bir dışsallık varsa, bilginin üretimine özel kesimin yanaşmak istemeyeceği ve böylece piyasanın aksayacağı bir gerçektir.• Teknolojik gelişme (veya bilgi üretimi) ile fizikî ve beşeri sermaye yatırımları arasında bir bağlantı/etkileşim bulunmaktadır (KİBRİTÇİOĞLU, 1998:10).
	Lucas Modeli	Lucas (1988) tarafından geliştirilen model $Y=K^\alpha(hL)^{1-\alpha}$ şeklinde bir üretim fonksiyonu varsaymaktadır. Burada h, kişi başına beşeri sermayedir. Beşeri sermayenin şu şekilde gelişim gösterdiği varsayılmaktadır; $h=(1-u)h$. Burada u, çalışmaya ayrılan zamanı ve 1-u, beceri birikimi sağlamaya ayrılan zamanı göstermektedir. Bu denklem beşeri sermaye birikimine harcanan zamandaki artışın, beşeri sermaye büyüme oranında artışa yol açacağı şeklinde şöyle yazılabilir; $h/h=(1-u)$. Buna göre Lucas modelinde, bireylerin beceri kazanmaya ayırdıkları zamanı sürekli olarak artırıcı türden bir politika, işçi başına çıktı büyüme oranının da sürekli olarak artmasına yol açar (JONES, 2001:154-155).

110

Ülke ekonomilerinin temel amacı haline gelmiş olan ekonomik büyüme olgusu; sadece üretim artışı ve büyüme hedeflerine yönelmiş ve tüm sorunların büyüme ile giderebileceği, ileri refah seviyesine ulaşmanın ancak büyüme ile sağlanabileceği görüşünü beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte sadece büyümeyi ön planda tutan zihniyet zamanla büyümenin getirdiği sorunlar ile de karşı karşıya kalmaya başlamıştır. Bu sorunların belki de en büyüğü çevre kirliliğidir.

Büyümenin ön koşulu kabul edilen üretim olgusunun gerçekleştiği süreçte doğrudan doğaya, dolaylı olarak ise insanoğluna çok ciddi olumsuz etkileri olan zararlı katı, sıvı ve gaz atıklar ortaya çıkmaktadır. Global Burden Diseases (GBD)'in 2013 yılı araştırmasına göre küresel çapta sağlığa yönelik ilk on risk arasında hava kirliliği bulunmakta olup, dünya genelinde yaklaşık 7 milyon kişi hava kirliliğine bağlı olarak erken yaşlarda ölmektedir. European Environment Agency (EEA)'e göre ise AB ülkelerinde bu sayı 400 bin civarındadır. OECD, "OECD Environmental Outlook to 2050-The Consequence of Inaction" isimli yayınında 2050 yılında dış ortam hava kirliliğinin, dünya genelinde çevresel koşullara

bağlı ölümlerin birinci nedeni olacağını öngörmüştür (HEAL, 2015:1).

Çevre kirliliği basit olarak çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etki olarak tanımlanmaktadır¹.

Daha detaylı bir tanıma göre ise çevre kirliliği, bütün canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen, canlı ve cansız çevre öğeleri üzerinde yapısal zararlar meydana getiren ve niteliklerini bozan yabancı maddelerin; hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde karışması olayıdır (KAVAS, 2011:3).

İnsanların bütün zamanlarını, yaşayabilmek için yiyecek ve barınak teminine harcadığı ilk zamanlardan sonra, çiftçilik ve avcılığın gelişmesiyle insanoğlu zamanının bir kısmını ihtisaslaşmaya ayırabilmiştir. Böylece ilk defa çeşitli meslekler ortaya çıkmış ve iş bölümü ve uzmanlaşmanın artmasıyla insanlar daha iyi bir hayat sürmeye başlamışlardır. Bunun çevre kirlenmesine etkisi, hem dünya nüfusunun artması hem de kişi başına tüketilen maddelerin artması şeklinde olmuştur. Sonuç olarak insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan

¹ 09.08.1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanun'da belirtilen çevre kirliliği tanımı.

kirleticiler çevrenin doğal yapısını ve ekolojik dengeyi bozarak değiştirmiştir. Bununla birlikte ekonomik bakımdan gelişmiş ülkelerde son 20-30 senelik zaman zarfında gerek mâmul maddelerin gerekse de doğal kaynakların kullanımı son derece artmıştır. Dünya kaynaklarının büyük kısmının dünya nüfusunun çok küçük bir kısmı tarafından

kullanılmakta olduğu düşünülürse, çevre kirlenmesinin nüfus artışından ziyade tüketimin artmasından kaynaklandığı söylenebilir (KARPUZCU, 2007:33-34).

Kirlilik türleri başta çevrenin 3 temel unsuru olan hava, su ve toprakta meydana gelen kirlilikler olmak üzere Tablo 2’de açıklanmıştır.

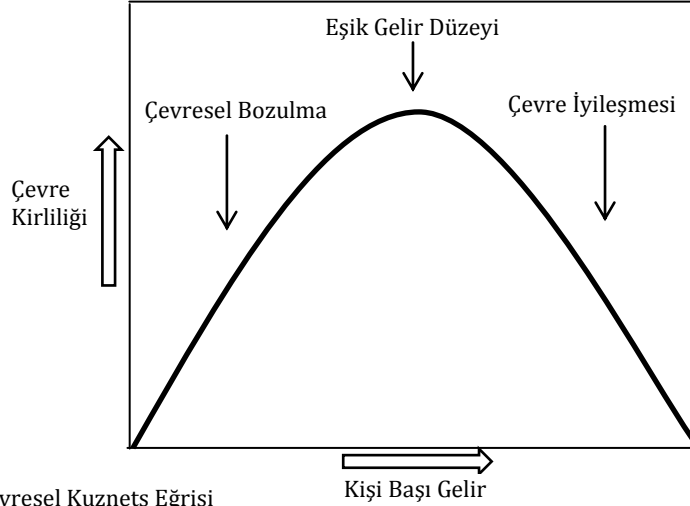
Tablo 2: Çevre Kirliliği Türleri

Hava Kirliliği	Yerküreyi çevreleyen atmosfer çeşitli gazların karışımından oluşmaktadır. Bu gazların oranı da dünyamızı çevreleyen atmosferin değişik kuşaklarında birbirinden farklıdır. Atmosferi genel olarak troposfer, stratosfer, mezosfer ve iyonosfer olmak üzere dört kuşakta incelemek mümkündür. Bunların içerisinde konumuzla alakalı olarak en önemli kuşak, hava kirlenmesinin en çok meydana geldiği kuşak olan troposferdir. Hava kirlenmesine sebep olan en önemli kaynaklar; <ul style="list-style-type: none">• Sanayi kuruluşlarında enerji ve güç üretimi için kullanılan yakıtlar,• Evlerde ısınma için kullanılan sıvı ve katı yakıtlar,• Petrol ürünleri kullanan ulaşım araçlarının çıkardığı gazlar,• Çimento sanayinin çıkardığı tozlar,• Kimyasal maddeler üreten sanayi kuruluşları ile diğer sanayi kuruluşlarının çıkardığı gazlar ve tozlardır (ENGİN, 1985:131-132).
Su Kirliliği	Su kirliliği çevre terimleri sözlüğüne göre, “suyun yararlı kullanımını etkileyecek miktarlarda kimyasal, fiziksel ya da biyolojik maddelerin katılmasıyla kalitesinin bozulması” şeklinde nitelendirilir (KELEŞ vd., 2009:176-177). İnsan atıklarının ve sanayi kuruluşlarının atıklarının uzaklaştırılmasında da sudan yararlanılır. Bunların insanların toplu yaşadığı bölgelerden uzaklaştırılarak zararsız duruma getirilmesi gerekir. Ancak bazı bölgelerde bu atıkların doğrudan yer altı sularına karışabilmesi mümkündür. Bu durumda hayat için vazgeçilmez bir madde olan su, sağlık için tehlikeli bir taşıyıcı ya da aracı durumuna gelebilir (GÜLER ve ÇOBANOĞLU, 1994:11).
Toprak Kirliliği	Bitkisel ve hayvansal üretimin ana maddesi olan toprak aynı zamanda yapı malzemelerinin birçoğunun da ana maddesidir. Toprak kirliliği kısaca toprağın bölgede normal yapısına aykırı katı veya sıvı maddelerle karışması, toprak yapısının fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerinin değiştirilmesi ve toprakların esas kullanım amaçları dışında kullanılması şeklinde tanımlanabilir (ÖZDİLEK, 2004:91). Toprağın kirlenmesine yol açan en önemli kirletici unsurlar katı ve sıvı atıklardır. Özellikle kirletici maddelerin sıvı halinde olması, çok tehlikeli toprak kirlenmesine yol açabilmektedir. Pis sıvı atıklarla toprağın kirlenmesinin en önemli tehlikesi, bu kirleticilerin en sonunda su akıntılarına karışmasından ileri gelmektedir (ERTÜRK, 1996:74).
Diğer Kirlilikler	<ul style="list-style-type: none">• Bitkilerin Kirlenmesi• Katı Atık Kirlenmesi• Görüntü Kirliliği• Gürültü Kirliliği• Radyoaktif Kirlenme• Işık Kirliliği• Koku Kirliliği

2. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ (ÇKE)

Simon Kuznets (1955) “Economic Growth and Income Inequality” adlı çalışmada, ekonomik büyüme ile gelir dağılımı eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olduğunu öne sürmüştür. Bu hipoteze göre ekonomik büyüme ile birlikte gelir dağılımı öncelikle bozulacak ancak gelirin artmasıyla beraber gelir dağılımındaki adaletsizlik azalmaya başlayacaktır. Kuznets’e göre bunun sebebi; ekonomik büyümenin ilk yıllarında sermayeyi elinde bulundurup yatırım yapan kesimin daha çok zenginleşmesi, daha sonra ise çalışanların uzmanlığının artması ve işgücü kalitesinin yükselmesi ile birlikte ücretlerin artarak gelir dağılımının dengelenmesidir. 1990’larda ise gelir ve çevre kirliliği arasında, ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiye benzer bir ilişkinin olduğu savunulmuştur. Kirlilik ve gelir arasında bu tür bir ilişki olduğu ise ilk olarak Grossman ve Krueger (1991, 1994) tarafından ortaya

konulmuştur (ARI ve ZEREN, 2011:38). Araştırmanın bulgularına göre ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Kişi başına gelirin düşük olduğu ülkelerde kirlilik, ekonomik büyümenin en üst noktasında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Buna literatürde Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) denmektedir (GÜNEY ve BAKIRTAŞ, 2011: 231). ÇKE’de kişi başına düşen gelir arttığında başlangıçta çevre kirliliği artmakta, belirli bir eşik değerinden sonra ise trend tersine dönmektedir. Ekonomik gelişme düzeyinin artmasıyla insanların bilinçlenmesi ve çevresel kuruluşların faaliyetleri, temiz bir çevreye olan talebin artmasını sağlamakta ve böylece çevre kirliliği azalmaktadır. ÇKE ifadesini açıklamak için kişi başına düşen milli gelirden yararlanılmaktadır (ERTAŞ ve UYSAL, 2014:6; ARI ve ZEREN, 2011:39). Bu durum Şekil 1’de detaylandırılmıştır.



Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi
Kaynak: YANDLE vd., 2014: 3.

Gelir artışıyla birlikte çevresel bozulmanın önce artış gösterip daha sonra azalmasının nedeni teorik olarak üç faktöre odaklanarak açıklanmıştır (SHI, 2003:7). Bu faktörler; ölçek, kompozisyon ve teknoloji etkileridir. Bunlardan ölçek etkisi, ÇKE'nin artan kısmının, kompozisyon etkisi ile teknoloji etkisi ise ÇKE'nin azalan kısmının açıklanmasında kullanılmaktadır (BAŞAR ve TEMURLENK, 2007:2).

Üretimi artırmak daha çok girdi ile mümkündür ve bu da üretim sürecinde doğal kaynakların daha fazla harcanmasına neden olur. Daha fazla üretimle birlikte çevre kalitesinin düşmesine neden olan daha fazla atık ve kirlenici emisyon ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla ekonomik büyüme çevre üzerinde olumsuz bir tesir olan *ölçek etkisine* neden olacaktır (DINDA, 2004: 435).

Gelir artışının doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki pozitif etkileri ile ilintili olan *kompozisyon etkisi* ise artan gelire birlikte ekonominin yapısının giderek daha az kirlilik üreten, daha temiz faaliyetlere yönelik değişme eğiliminde olduğunu açıklayan yapısal değişim ve kaymaları ifade etmektedir. Ekonomik büyüme sürdükçe ve yaşam beklentileri arttıkça insanlar için gelirlerini harcama konusunda seçim yaparken; temiz su, gelişmiş hava kalitesi ve genel olarak daha temiz yaşam gibi faktörler daha değerli hale gelmiştir. Sanayileşme sonrası dönemde ise temiz teknolojilerle beraber bilgi ve hizmet tabanlı sektörlere doğru yaşanan yapısal kayma çevre kalitesini artırarak büyüyebilme isteğiyle birleşmiştir (BAŞAR ve TEMURLENK, 2007:2 ;

DINDA, 2004:435 ; YANDLE vd., 2014:3-4; MUNASINGHE, 1999: 93).

Ekonomik büyüme bir yandan da teknolojik ilerlemeyi sağlar, böylece gelir düzeyi yüksek ülkeler Ar-Ge harcamalarına yönelik daha fazla kaynak aktarırlar. Bu da genellikle çevre kalitesini artıran çevre dostu teknolojilerin, çevreyi kirleten eski teknolojilerin yerini almasına yol açar. ÇKE'nin azalan kısmını tanımlayan bu durum ise *teknoloji etkisidir* (BORGHESI, 1999: 6-7).

Çevresel Kuznets eğrisine yönelik literatürde yapılan çalışmalar sonucu ters U ilişkisi dışında ortaya çıkan sonuçlardan bir tanesi de kübik biçimde N şeklinde ilişki türüdür. Bu ilişki türüne göre; kişi başına gelirin belirli bir eşik değerine gelmesine kadar olan süreçte çevre kirliliği artmakta bu eşik değerden sonra ise azalmaya başlamaktadır. Ancak ters-U ilişkisinin aksine N tipi kübik ilişki türünde; ikinci bir eşik değeri bulunmaktadır ve bu eşik gelir seviyesi ile birlikte çevre kirliliği tekrardan artmaya başlamaktadır.

ÇKE hipotezinin testine yönelik matematiksel ve teorik kapsamındaki bir kısım detaya "Model ve Veri Seti" başlıklı dördüncü bölümde değinilmiştir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde ÇKE ile ilgili öncü çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılmış olup bu çalışma ve ÇKE'ye yönelik yapılmış diğer uygulamalı çalışmalara ait literatür özeti Tablo 3'de listelenmiştir.

Tablo 3: Literatür Özeti

Künye	Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler	Dönem	Ülkeler	Sonuç
Grossman ve Krueger, 1991	SO ₂ (kükürtdioksit) ve duman değerleri (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1977, 1982 ve 1985	42 NAFTA ülkesi	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur.
Shafik ve Bandyopadhyay, 1992	Hava kirliliği, su kirliliği, orman tahribatı ve atık ürün	Kişibaşına gelir	1960-1989	138 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası: 3.000-4.000\$
Panayotou, 1993	Orman tahribatı ve emisyonlar	Kişibaşına gelir	1982-1994	30 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası: Orman Tahribatı için 800-1.200\$, Emisyonlar için 3.800-5.500\$
Selden ve Song, 1994	SO ₂ , NO _x (nitrik oksit), SPM (asılı partikül madde) ve CO ₂ (karbondioksit) (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1979-1987	30 ülke (22'si OECD, 8'i gelişmekte olan)	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası: 8.000-10.000\$
Holtz-Eakin ve Selden, 1995	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1951-1986	130 ülke	Kirliliğin, gelirin artmasıyla beraber düşmeye başladığı bir noktaya ulaşamamışlardır.
Panayotou, 1997	SO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir, büyüme oranı ve nüfus yoğunluğu	1982-1994	30 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur.
Cole, Rayner ve Bates, 1997	Yerel kirlenmeler: SO ₂ , CO (karbonmonoksit), asılı partiküller ve NO _x Global kirlenmeler: CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1970 ile 1990 arasındaki çeşitli dönemler	OECD ülkeleri	Yerel kirlenmeler için Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Global kirlenmeler için dönüm noktaları büyük standart hatalar ile tahmin edilmiştir.
Moomaw ve Unruh, 1997	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir (1985 fiyatlarıyla)	1950-1992	16 OECD ülkesi	N şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktaları: 1- 12.800\$ 2- 18.300\$
Grimes ve Roberts, 1997	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1962-1991	47 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası: 8.000\$
De Bruyn, 1997	SO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1980-1990	4 OECD ülkesi için ayrı ayrı	SO ₂ emisyonundaki değişimin sadece %13'ünün gelirdeki değişimle açıklandığı ve sadece gelire odaklanmanın yanlış olabileceği ifade edilmiştir. Hollanda ve Batı Almanya örneklerinde SO ₂ emisyonunun azaltılmasında sert çevre politikalarının yanında teknolojik değişimin önemli katkısının olduğu belirtilmiştir.
Kaufmann, Davidsdottir, Garnham ve Pauly, 1998	SO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir ve ekonomik faaliyetlerin yoğunluğu	1974-1989	23 ülke	Kirlilik ile gelir arasında U şeklinde ilişki mevcuttur. Kirlilik ile ekonomik faaliyetlerin yoğunluğu arasında ters-U şeklinde ilişki mevcuttur.
Koop ve Tole, 1999	Ormansızlaşma	Kişibaşına gelir	1961-1992	76 gelişmiş ülke	Ters-U şeklinde ilişkiye rastlanılmamıştır.
Bhattarai ve Hammig, 2001	Orman tahribatı	Kişibaşına gelir	1972-1991	Latin Amerika, Afrika ve Asya'da bulunan 66 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur.
Stern ve Common, 2001	SO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1960-1990	Gelişmiş ve gelişmekte olan 73 ülke	Ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası kişi başına düşen gelirin gözlenen aralığının çok dışında, 100.000\$ olarak bulunarak, emisyondaki azalmaların gelirden ziyade

					zamanla ilişkilerinin olduğu öne sürülmüştür.
Focacci, 2003	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir ve enerji yoğunluğu	1960-1997	6 gelişmiş ülke	Tek tek ülkeler için bulgular benzerlik gösterse de, ÇKE tipi ilişki için genel olarak güçlü bir kanıt bulunamamıştır.
Friedl ve Getzner, 2003	CO ₂ (Hava Kalitesi)	GSYH	1960-1999	Avusturya	N şeklinde ilişki mevcuttur.
Halkos, 2003	Sülfür emisyonu (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1960-1990	73 ülke	A-B GMM yöntemi ile ters-U şeklinde ilişki mevcuttur. Dönüm noktası: 2,800-6,230\$ Rassal katsayılar modeli ile ters-U şeklinde ilişkiye rastlanılmamıştır.
Rupasingha, Goetz, Debertin ve Pagoulatos, 2004	Zehirli atık göstergeleri (Hava, Toprak ve Su Kalitesi)	Kişibaşına gelir, etnik çeşitlilik ve mekansal etkiler		ABD eyaletleri	Gelir ve kirlilik arasında N şeklinde ilişki mevcuttur. Ayrıca ABD'de etnik çeşitliliğin ve mekansal etkilerin toksik kirliliği açıklamada önemli olduğu öne sürülmüştür.
Dijkgraaf ve Vollebergh, 2005	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1960-1997	OECD ülkeleri	Ülkeler arasında homojenlik sorunu olduğu sonucuna ulaşılmış ve ters-U şeklinde ilişkiye rastlanılmamıştır.
McPherson ve Nieswiadomy, 2005	Nesli tükenme tehdidinde olan kuş ve memeli türleri	Kişibaşına gelir	2000	113 ülke	Her iki tür için de ters-U şeklinde ilişki mevcuttur.
Arı ve Zeren, 2011	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketimi	2000 -2005	17 Akdeniz ülkesi	N şeklinde ilişki mevcuttur. Ayrıca çalışmada, nüfus yoğunluğu ve enerji tüketimi değişkenlerinin çevre kirliliği üzerinde pozitif yönlü etkisi olduğu ifade edilmiştir.
Çınar, 2011	CO ₂ (Hava Kalitesi)	Kişibaşına gelir	1971-2007	31 OECD ülkesi	ÇKE hipotezinin aksine belirli gelir düzeylerinden sonra da gelir artışının kirlilik düzeyini artırmaya devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Not: Tablo tarafımızdan hazırlanmıştır.

4. MODEL VE VERİ SETİ

Çalışmada farklı ülke grupları için ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilecektir. Dünya Bankası'nın "World Development Indicators" veri tabanı dikkate alınarak ülkeler gelir seviyelerine göre; düşük, orta ve yüksek gelir şeklinde 3 farklı gruba ayrılmıştır. Buna göre 1980 ile 2012 yılları arasında verilerine ulaşılabilen düşük gelir grubu² için 31, orta gelir grubu³ için 79, yüksek gelir grubu⁴ içinse 47 ülkenin ekonomik büyüme ve çevre kirliliği göstergeleri panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Analize dâhil edilen tüm ülkelerin listesi Ek1'de verilmiştir. Çalışmaya ait ekonomik büyüme verileri Birleşmiş Milletler'in "National Accounts Main Aggregates" veri tabanından, CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi verileri Energy Information Administration'ın (EIA) "International Energy

² Dünya bankası tarafından yapılan sınıflandırmaya göre düşük gelirli ülkelerin 2013 itibariyle yıllık kişi başına GNI (gayri safi milli gelir) rakamları 1.045 \$'ın altındadır.

³ Orta gelirli ülkelerin 2013 itibariyle yıllık kişi başına GNI rakamları 1.045-12.746 \$ aralığındadır.

⁴ Yüksek gelirli ülkelerin 2013 itibariyle yıllık kişi başına GNI rakamları 12.746 \$'ın üstündedir.

Statistics" veri tabanından, N₂O ve CH₄ emisyon verileri Avrupa Komisyonu'nun "Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)" veri tabanından, nüfus yoğunluğu verileri ise Dünya Bankası'nın "World Development Indicators" veri tabanından elde edilmiştir.

Ekonometrik verilerin ele alınışında genellikle etkili bir analitik yöntem olarak kabul edilen panel veri analizi, hem *N yatay kesit*, hem de *T zaman serisi* verilerini içermesi nedeniyle sosyal bilimciler arasında popüler hale gelmiştir. Bu yöntem, veri kümesindeki her yatay kesit üyesi için bir zaman serisi oluşturup tahmin yöntemleri sunarken, mevcut gözlem sayısı da zaman geçtikçe artmaktadır (ASTERIOU ve HALL, 2007:344).

Çalışmada ÇKE hipotezinin testi için kübik bir model kurgulanmış olup model şu şekilde tanımlanmıştır (DINDA, 2004:440; AKBOSTANCI vd., 2009:863; ERATAŞ ve UYSAL, 2014:8):

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it}^2 + \beta_3 X_{it}^3 + \beta_4 Z_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada Y, bağımlı değişken olan çevre kirliliklerini, X bağımsız değişken olan kişi başına geliri, Z ise çevreyi etkileyen diğer değişkenleri temsil ederken, i indisi modele dâhil edilen ülkeleri, t ise zamanı göstermektedir. Çevre kirliliği için; logaritmik olarak metrik ton cinsinden kişi başına CO₂ emisyonu (lnCO₂), logaritmik olarak kilo cinsinden N₂O emisyonu (lnN₂O) ve yine logaritmik olarak kilo cinsinden CH₄ emisyonu (lnCH₄); kişi başına gelir için ise 2005 yılı fiyatlarıyla \$ cinsinden kişi başına gelir (GDPPC) verileri kullanılırken, km² başına düşen insan sayısı ile tanımlanan ülkelerdeki nüfus yoğunluğu (PD) ve kişi başına düşen petrol

kullanımı ile belirlenen enerji kullanımı (EN) ise çevreyi etkileyen diğer faktörler olarak dikkate alınmıştır.

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 GDPPC_{it} + \beta_2 GDPPC_{it}^2 + \beta_3 GDPPC_{it}^3 + \beta_4 PD_{it} + \beta_5 EN_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$$\ln N_{2Oit} = \beta_0 + \beta_1 GDPPC_{it} + \beta_2 GDPPC_{it}^2 + \beta_3 GDPPC_{it}^3 + \beta_4 PD_{it} + \beta_5 EN_{it} + u_{it} \quad (3)$$

$$\ln CH_{4it} = \beta_0 + \beta_1 GDPPC_{it} + \beta_2 GDPPC_{it}^2 + \beta_3 GDPPC_{it}^3 + \beta_4 PD_{it} + \beta_5 EN_{it} + u_{it} \quad (4)$$

Yukarıda belirtilen yarı logaritmik modellerle, çevre kirliliği ve kişi başına gelir arasındaki ilişkinin aşağıdaki tabloda belirtilen çeşitli biçimlerinin test edilmesi sağlanmaktadır.

Tablo 4: (1) Numaralı Modelin Alternatif Sonuçları

i	$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında herhangi bir ilişki yoktur.
ii	$\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında monotonik artan veya doğrusal bir ilişki vardır.
iii	$\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında monotonik azalan bir ilişki vardır.
iv	$\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında ÇKE tipi, ters-U şeklinde bir ilişki vardır.
v	$\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında U şeklinde bir ilişki vardır.
vi	$\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki vardır.
vii	$\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ ise	GDPPC ile Kirlilik arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır.

Tabloda belirtilen (1) numaralı modelin olası sonuçlarından sadece birisinin (iv) sonucunun ÇKE hipotezi tipinde olduğu gözlemlenmektedir. Söz konusu sonuca göre ÇKE'nin eşik gelir düzeyi noktası $GDPPC^* = -\frac{\beta_1}{2\beta_2}$ formülüyle hesaplanır (DINDA, 2004: 441; STERN, 2004:519). Eğer analiz sonucunda çevre kirliliği ve gelir arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki mevcutsa eşik gelir düzeyleri sırasıyla;

$$GDPPC1^* = \frac{-\beta_2 - \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3}$$

$$GDPPC2^* = \frac{-\beta_2 + \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}}{3\beta_3} \quad \text{formülleriyle hesaplanır (ARI ve ZEREN, 2011: 44).}$$

Modeldeki bir başka bağımsız değişken olan PD değişkeninin katsayısının; Selden ve Song'un (1994) da belirttiği gibi, nüfus yoğunluğundaki artışın hem ısınma hem de gıda ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kömür ve ticari olmayan yakıt kullanımını artırarak enerji tüketimini ve kirlilik oranlarını yükselteceği beklentisi nedeniyle pozitif olması beklenmektedir. Yine enerji kullanım oranının da çevreye salınacak zararlı gaz oranını artırması beklendiği için çevre kirliliğini artırıcı bir unsur olması beklenmektedir.

4. UYGULAMA

Her 3 ülke grubu için de belirlenen değişkenler ışığında ÇKE hipotezinin ayrı ayrı test edileceği

bu bölümde ilk olarak çeşitli birim kök testleri (Levin, Lin ve Chu (LLC), Im, Pesaran and Shin W-stat (IPS) ve ADF) kullanılarak değişkenlerin durağan olup olmadığına bakılacaktır. Ardından eğer seriler içinde durağan olmayanlar varsa durağan hale getirilecektir.

İkinci aşamada; Panel veri analizinde tahmin edilecek modelin hangi yöntemle test edileceği belirlenecektir. Bunun için F ve Wald testleri ve Breusch-Pagan LM testi ile Hausman testlerinin sonuçları dikkate alınmaktadır. Buna göre sabit ve rassal etkiler modellerinin ikisi birden reddedilemezse havuzlanmış (birleştirilmiş) EKK modeli seçilmelidir. F ya da Wald testlerinden birisi reddedilip LM testi reddedilemezse sabit etkiler modeli, tam tersi durumda ise rassal etkiler modeli daha tutarlı sonuçlar üretmektedir. F ya da Wald testleri ile LM testlerine göre Ho hipotezleri reddedilirse hangi modelin tercih edileceği Hausman testinin sonuçlarına bağlıdır (ÖZER ve KILINÇ, 2014: 85).

Seçilen model belirlendikten sonraki aşamada ise tercih edilen model ile ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilecek ve ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin tipi belirlenecektir.

Tablo 5'de gösterilen Eviews 7 paket programı ile hesaplanan birim kök testleri sonucuna göre, lnCO₂ ve lnCH₄ değişkeni; düşük, orta gelir grubu ve tüm ülkeler için durağanken,

yüksek gelir grubu ülkeler için genel olarak durağan değildir. $\ln N_2O$ değişkeni ise bütün ülke gruplarında durağanken, GDPPC değişkeni bütün ülke gruplarında durağan değildir. Bununla birlikte PD sadece yüksek gelir grubunda durağan, EN ise sadece yüksek gelir grubunda durağan değildir. Söz konusu

sonuçlar dikkate alındığında Tablo 5’de gri olarak gösterilen serilerin genel olarak düzeyde durağan olmadığı değerlendirilmiştir. Dolayısıyla söz konusu serileri durağan hale getirmek için serilerin birinci farklarının alınması gerekmektedir.

Tablo 5: Düzeyde Birim Kök Testleri

Düşük Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
	$\ln CO_2$	-2.49	0.006	-3.06	0.001	-2.56	0.005	-3.70	0.000	123.71	0.000	127.46	0.000	
	$\ln N_2O$	-2.97	0.001	-6.43	0.000	-2.75	0.002	-7.07	0.000	114.61	0.000	163.47	0.000	
	$\ln CH_4$	-5.86	0.000	-5.40	0.000	-3.58	0.000	-5.90	0.000	112.51		163.52	0.000	
	GDPPC	17.33*	1.000	3.60*	0.999	9.24*	1.000	4.33*	1.000	61.71*	0.486	49.69*	0.870	
	PD	8.68*	1.000	6.74*	1.000	14.74*	1.000	6.80*	1.000	17.72*	1.000	113.92	0.000	
	EN	2.18*	0.985	-2.23	0.012	0.41*	0.662	-2.14	0.016	-2.23	0.010	112.94	0.000	
Orta Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
		$\ln CO_2$	-3.66	0.000	-4.28	0.000	-0.08*	0.466	-5.18	0.000	190.15	0.041	292.89	0.000
		$\ln N_2O$	-2.71	0.003	-5.79	0.000	-2.50	0.006	-8.48	0.000	246.47	0.000	374.40	0.000
		$\ln CH_4$	-3.32	0.000	-4.39	0.000	-3.46	0.000	-5.80	0.000	296.42	0.000	338.06	0.000
		GDPPC	15.16*	1.000	2.09*	0.981	15.16*	1.000	6.12*	1.000	135.67*	0.900	151.07*	0.639
		PD	-2.00*	0.022	8.69*	1.000	6.10*	1.000	4.53*	1.000	227.96	0.000	345.57	0.000
	EN	4.03*	1.000	-1.69	0.044	4.49*	1.000	-4.47	0.000	164.54*	0.344	294.71	0.000	
Yüksek Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
		$\ln CO_2$	-3.57	0.000	1.00*	0.842	-0.74*	0.229	1.86*	0.968	116.68	0.056	95.10*	0.448
		$\ln N_2O$	3.43	0.999*	-3.19	0.000	5.44	1.000*	-2.066	0.019	60.64*	0.997	133.74	0.004
		$\ln CH_4$	0.56*	0.713	-1.18*	0.118	3.40*	0.999	-0.83*	0.202	109.93*	0.125	153.42	0.000
		GDPPC	-2.26	0.011	0.15*	0.562	3.02*	0.998	0.42*	0.664	110.85*	0.113	129.43	0.009
		PD	-4.77	0.000	4.43*	1.000	7.24*	1.000	-0.93*	0.175	130.89	0.007	206.95	0.000
	EN	-0.88*	0.187	3.80*	0.999	1.13*	0.871	3.36*	0.999	97.37*	0.385	83.96*	0.761	
Bütün Ülkeler	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
		$\ln CO_2$	-5.60	0.000	-3.70	0.000	-1.60	0.053	-4.34	0.000	430.55	0.000	515.47	0.000
		$\ln N_2O$	-0.57*	0.283	-8.36	0.000	-0.03*	0.486	-10.30	0.000	421.73	0.000	671.62	0.000
		$\ln CH_4$	-3.24	0.000	-5.43	0.000	-2.13	0.016	-7.15	0.000	518.86	0.000	655.01	0.000
		GDPPC	17.29*	1.000	3.65*	0.999	16.73*	1.000	6.48*	1.000	308.25*	0.580	330.21*	0.253
		PD	0.22*	0.223	12.27*	1.000	14.98*	1.000	5.89*	1.000	376.57	0.002	666.46	0.000
	EN	3.36	0.999	-0.22	0.411	3.99*	1.000	-2.28	0.011	352.41	0.066	491.63	0.000	

* Katsayı anlamsızdır.

Tablo 6’dan da gözlenebileceği gibi düzeyde durağan olmayan seriler birinci farkları alındıktan sonra hem sabitli hem de sabitli ve trendli durumlarda durağan hale gelmiştir.

Bundan hareketle aşağıda belirtilen seriler dâhil oldukları modelde birinci farklarıyla yer alacaktır.

Tablo 6: Birinci Fark Birim Kök Testleri

Düşük Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
	GDPPC	-13.30	0.000	-16.85	0.000	-17.29	0.000	-18.52	0.000	415.55	0.000	400.79	0.000	
	PD	3.25*	0.999	5.71*	1.000	2.13*	0.983	-4.20	0.000	106.74	0.000	144.15	0.000	
Orta Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
	GDPPC	-16.37	0.000	-23.52	0.000	-20.16	0.000	-26.07	0.000	777.77	0.000	976.62	0.000	
	PD	3.12*	0.999	7.81*	1.000	-3.74	0.000	-8.89	0.000	389.53	0.000	423.47	0.000	
Yüksek Gelir Grubu	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
		lnCO ₂	-28.87	0.000	-27.04	0.000	-28.97	0.000	-29.05	0.000	832.18	0.000	818.02	0.000
		lnCH ₄	-17.29	0.000	-16.94	0.000	-21.91	0.000	-21.11	0.000	650.42	0.000	592.56	0.000
	GDPPC	-17.06	0.000	-18.57	0.000	-17.29	0.000	-16.84	0.000	470.46	0.000	491.79	0.000	
	EN	-29.21	0.000	-28.98	0.000	-29.94	0.000	-29.90	0.000	867.36	0.000	841.22	0.000	
Bütün Ülkeler	Birim Kök Testi	LLC				IPS				ADF				
	Değişken	Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		Sabitli		Sabitli ve Trendli		
		İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	İst.	Olas.	
	GDPPC	-26.69	0.000	-34.26	0.000	-31.43	0.000	-35.94	0.000	1663.79	0.000	1869.21	0.000	
	PD	4.50*	1.000	8.83*	1.000	-4.56	0.000	-12.08	0.000	754.21	0.000	1003.67	0.000	

* Katsayı anlamsızdır.

117

Analizde kullanılacak yöntemin belirlenmesine yönelik yapılan testler sonucunda 11. model hariç tüm modellerde kullanılacak yöntem Hausman Testi ile belirlenmiştir. Yapılan Hausman Testlerinde 3, 5 ve 6. modeller için H₀ hipotezi reddedilememiş ve söz konusu modellerde rassal etkiler yönteminin kullanılmasına karar verilmiş olup; 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10 ve 12. model içinse H₀ hipotezi

reddedilerek yöntem olarak sabit etkiler yöntemi tercih edilmiştir. 11. modelde ise F testi için H₀ hipotezi reddedilemezken, LM testinde H₀ hipotezi reddedilmiş dolayısıyla yöntem olarak rassal etkiler modeli tercih edilmiştir. Tablo 7'de rassal etkiler yönteminin seçilmesine sebep olan test sonuçları griye boyanarak belirtilmiştir.

Tablo 7: Modelin Belirlenmesi

Gelir Grubu	Model	Bağımlı Değişken	F Testi		LM Testi		Hausman Testi	
Düşük Gelir Grubu	1	lnCO ₂	İst. : 48.81	Olas. : 0.000	İst. : 6030.74	Olas. : 0.000	İst. : 20.19	Olas. : 0.000
	2	lnN ₂ O	İst. : 25.09	Olas. : 0.000	İst. : 10808.90	Olas. : 0.000	İst. : 11.51	Olas. : 0.009
	3	lnCH ₄	İst. : 9.49	Olas. : 0.000	İst. : 13235.19	Olas. : 0.000	İst. : 0.29*	Olas. : 0.864
Orta Gelir Grubu	4	lnCO ₂	İst. : 422.81	Olas. : 0.000	İst. : 24994.28	Olas. : 0.000	İst. : 7.91	Olas. : 0.048
	5	lnN ₂ O	İst. : 13.59	Olas. : 0.000	İst. : 32625.38	Olas. : 0.000	İst. : 2.25*	Olas. : 0.324
	6	lnCH ₄	İst. : 7.31	Olas. : 0.000	İst. : 37834.80	Olas. : 0.000	İst. : 0.44*	Olas. : 0.804
Yüksek Gelir Grubu	7	lnCO ₂	İst. : 113.23	Olas. : 0.000	Test İstatistiği Hesaplanamamıştır.		İst. : 24.47	Olas. : 0.000
	8	lnN ₂ O	İst. : 7.14	Olas. : 0.000	İst. : 17666.73	Olas. : 0.000	İst. : 41.39	Olas. : 0.000
	9	lnCH ₄	İst. : 21.00	Olas. : 0.000	Test İstatistiği Hesaplanamamıştır.		İst. : 15.26	Olas. : 0.000
Bütün Ülkeler	10	lnCO ₂	İst. : 214.50	Olas. : 0.000	İst. : 61676.51	Olas. : 0.000	İst. : 86.23	Olas. : 0.000
	11	lnN ₂ O	İst. : 1.68*	Olas. : 0.134	İst. : 63395.84	Olas. : 0.000	F Testi: H₀ red edilemedi LM Testi: H₀ red - Rassal Etkiler	
	12	lnCH ₄	İst. : 49.60	Olas. : 0.000	İst. : 72865.87	Olas. : 0.000	İst. : 9.32	Olas. : 0.025

* Katsayı anlamsızdır.

Uygun modeller belirlendikten sonra tüm gelir grupları için ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilmiş ve sonuçlar Tablo 8'de gösterilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi, bazı modellerde PD değişkeni modele dâhil edilmemiştir. Bunun sebebi, söz konusu değişkenin ilgili modellerde yer aldığı durumlarda katsayısının anlamsız çıkması ve PD değişkeni dışlanarak yapılan tahminlerde daha etkin sonuçlara ulaşılmasıdır.

Yapılan tahminler sonucunda kişi başına gelir ve kirlilik arasında sadece 8. ve 9. modellerde ÇKE tipi ilişkiye ulaşılabilmektedir. Bunun dışında 10. modelde ise ekonomik büyüme ile kirlilik arasında literatürde sıklıkla rastlanan N tipi bir ilişkinin varlığı bulunmuştur. Buna göre bağımlı değişkenin $\ln N_2O$ ve $\ln CH_4$ olduğu durumlarda yüksek gelir grubu ülkeler için

ÇKE hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir. Ayrıca bütün ülkeler için yapılan analizde kirlilik değişkeni olarak $\ln CO_2$ değişkeninin alındığı modelde ise Moomaw ve Unruh (1997), Friedl ve Getzner (2003), Rupasingha vd. (2004) ile Arı ve Zeren (2011) çalışmalarına benzer şekilde kişi başına gelir ve kirlilik arasında N şeklinde ilişkiye rastlanılmıştır. Söz konusu modele göre kişi başına gelirin düşük olduğu evrede artışa geçen çevre kirliliği, kişi başına gelirin belirli bir safhasında azalmaya başlasa da belli bir noktadan sonra kişi başına gelir ile birlikte tekrardan artış göstermektedir.

Yukarıda belirtilen durumlar kişi başına gelir ile kirlilik arasında; 1 numaralı modelde ters-N 5 numaralı modelde U, 7 numaralı modelde ise monotonik artan biçimde doğrusal bir ilişkiye rastlanılmıştır.

Tablo 8: Tahmin Sonuçları

Gelir Grubu	Model	Bağımlı Değişken	GDP	GDP2	GDP3	PD	EN	Sabit	Sonuç (Tablo 4'e göre)
Düşük Gelir Grubu	1	$\ln CO_2$ (Sabit Etkiler)	-0.0086 (-2.52)	0.0000 (2.21)	-1.15e-08 (-1.88)		0.0429 (15.39)	-2.2075 (-24.34)	vii. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CO_2$ arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır.
	2	$\ln N_2O$ (Sabit Etkiler)	0.0010 (0.39)*	-4.59e-06 (-0.74)*	2.66e-09 (0.58)*	-0.0071 (-1.73)	0.0230 (10.52)	0.1047 (6.24)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln N_2O$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.
	3	$\ln CH_4$ (Rassal Etkiler)	0.0002 (0.17)*	-3.12e-06 (-0.75)*	2.33e-09 (0.76)*		0.0073 (5.02)	3.6300 (27.29)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CH_4$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.
Orta Gelir Grubu	4	$\ln CO_2$ (Sabit Etkiler)	-0.0003 (-0.32)*	2.00e-8 (1.19)*	-1.53e-12 (-2.00)	-0.0218 (-3.68)	0.0219 (45.53)	-0.4393 (-22.91)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CO_2$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.
	5	$\ln N_2O$ (Rassal Etkiler)	-0.0003 (-2.61)	2.94e-8 (1.70)	-9.72e-13 (-1.23)*		0.0032 (6.61)	-0.1328 (1.30)*	v. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln N_2O$ arasında U şeklinde bir ilişki vardır.
	6	$\ln CH_4$ (Rassal Etkiler)	-0.0001 (-1.30)*	8.80e-9 (0.70)*	-3.16e-13 (-0.55)*		0.0019 (5.51)	3.6774 (20.60)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CH_4$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.
Yüksek Gelir Grubu	7	$\ln CO_2$ (Sabit Etkiler)	0.0000 (3.66)	-4.07e-10 (-2.93)*	2.84e-15 (2.40)*		0.0022 (20.68)	0.0039 (1.50)	ii. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CO_2$ arasında monotonik artan veya doğrusal bir ilişki vardır.
	8	$\ln N_2O$ (Sabit Etkiler)	0.0000 (2.62)	-1.89e-09 (-2.30)	9.95e-15 (1.63)*	0.0000 (4.18)	0.0007 (2.32)	0.3383 (19.14)	iv. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln N_2O$ arasında ÇKE tipi, ters-U şeklinde ilişki vardır.
	9	$\ln CH_4$ (Sabit Etkiler)	0.0000 (3.62)	-2.88e-10 (-1.68)	1.47e-15 (1.15)*		0.0001 (1.88)	-0.0086 (-5.14)	iv. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CH_4$ arasında ÇKE tipi, ters-U şeklinde ilişki vardır.
Bütün Ülkeler	10	$\ln CO_2$ (Sabit Etkiler)	0.0001 (4.35)	-2.56e-09 (-3.67)	1.49e-14 (2.65)		0.0041 (28.79)	0.0629 (5.23)	vi. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CO_2$ arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki vardır.
	11	$\ln N_2O$ (Rassal Etkiler)	-0.0000 (-0.65)*	5.41e-10 (0.90)*	-6.58e-15 (-1.36)*	-0.0000 (-0.37)*	0.0001 (0.18)*	0.2785 (3.96)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln N_2O$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.
	12	$\ln CH_4$ (Sabit Etkiler)	0.0000 (1.05)*	5.45e-10 (1.24)*	-8.99e-15 (-2.54)*	-0.0000 (-0.66)*	0.0013 (14.45)	3.7426 (493.73)	i. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CH_4$ arasında herhangi bir ilişki yoktur.

Sabit etkiler modelleri ile etkin sonuçların üretildiği 8, 9 ve 10 numaralı modellerin sonuçlarının güvenilirliği için temel

varsayımlardan değişen varyans ve otokorelasyon sapmalarının olup olmadığı test edilmelidir.

Tablo 9: Temel Varsayımlardan Sapmaların Testi

	Testler	8. Model	9. Model	10. Model
Değişen Varyans Testi	Değiştirilmiş Wald Testi	χ^2 (30): 34368.41 olasılık: 0.000	χ^2 (30): 33095.81 olasılık: 0.000	χ^2 (30): 1.4e+6 olasılık: 0.000
Otokorelasyon Testleri	Bahargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson Testi	0.217	1.756	0.162
	Baltagi-Wu'nun Yerel En İyi Değişmezlik Testi (BW-LBİ)	0.321	1.832	0.291

Değişen varyans ve otokorelasyon testlerinin sonuçlarının verildiği Tablo 9'daki bulgulara göre her üç model için de hem Wald Testlerine göre H_0 hipotezi reddedilmiş, hem de Bhargava vd. ile Baltagi-Wu'nun Durbin-Watson test istatistik değerleri 2'den küçük çıkmıştır. Dolayısıyla üç modelde de değişen varyans ve

otokorelasyon sorunu bulunmaktadır. Değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının üstesinden gelebilmek için, söz konusu durumlarda dirençli tahminciler veren Driscoll-Kraay (1998) tahmincisi kullanılmıştır (ARIK, BEYHAN ve ZANBAK, 2014:105).

Tablo 10: Driscoll ve Kraay Standart Hataları Kullanılarak Yapılan Sabit Etkiler Tahmin Sonuçları

	Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Drisc/Kraay Std. Hata	t	Olasılık	%95 Güven Aralığı		Sonuç	
8. Model	GDPPC	3.79e-5	7.90e-06	4.80	0.000	0.0000	0.0000	vi. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln N_2O$ arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki vardır.	
	Bağımlı Değişken ($\ln N_2O$)	GDPPC2	-1.62e-09	1.54e-10	-10.53	0.000	-1.94e-09		-1.31e-09
		GDPPC3	1.32e-14	1.14e-15	11.64	0.000	1.09e-14		1.56e-14
	Yüksek Gelir Grubu	PD	0.00001	0.0000	10.13	0.000	0.0000		0.0001
		Sabit	0.3056	0.0967	3.16	0.003	0.1086		0.5026
9. Model	GDPPC	7.77e-5	6.24e-06	12.45	0.000	0.0000	0.0000	vi. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CH_4$ arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki vardır.	
	Bağımlı Değişken ($\ln CH_4$)	GDPPC2	-2.11e-09	2.04e-10	-10.34	0.000	-2.53e-09		-1.70e-09
		GDPPC3	1.70e-14	1.99e-15	8.55	0.000	1.30e-14		2.11e-14
	Yüksek Gelir Grubu	EN	0.0008	0.0002	3.49	0.001	0.0003		0.0012
		Sabit	3.2389	0.0839	38.58	0.000	3.0679		3.4099
10. Model	GDPPC	2.01e-4	0.0000	15.82	0.000	0.0001	0.0002	vi. durum geçerlidir. GDPPC ile $\ln CO_2$ arasında kübik polinom yapıda N şeklinde bir ilişki vardır.	
	Bağımlı Değişken ($\ln CO_2$)	GDPPC2	-4.97e-09	4.15e-10	-11.98	0.000	-5.81e-09		-4.12e-09
		GDPPC3	3.69e-14	3.82e-15	9.64	0.000	2.91e-14		4.46e-14
	Bütün Ülkeler	EN	0.0025	0.0003	7.68	0.000	0.0018		0.0032
		Sabit	-0.7157	0.0777	-9.21	0.000	-0.8739		-0.5574

Tablo 10'da Driscoll ve Kraay standart hataları kullanılarak yapılan sabit etkiler tahmininin sonuçları yer almaktadır. Tablo 8'deki tahminlerde büyüme ile kirlilik arasında ters-U şeklinde ilişkinin bulunduğu 8 ve 9. modeller, Driscoll ve Kraay standart hataları kullanılarak yapılan tahmin sonrasında büyüme ile kirlilik arasında N şeklinde bir ilişki olduğu sonucunu

vermiştir. Tablo 8'de N şeklinde ilişkinin bulunduğu 10. modelde ise yine N şeklinde ilişkiye rastlanılmıştır. Ayrıca 9 ve 10. modelde PD değişkeni anlamsız olduğu için modelden dışlanarak model PD değişkeni olmadan tahmin edilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre; yüksek gelir grubu ülkeler için $\ln N_2O$ ve $\ln CH_4$ 'ün kirlilici

göstergesi olarak belirlendiği modellerde ve tüm ülkeler için $\ln\text{CO}_2$ değişkeninin kirletici göstergesi olarak tanımlandığı modelde ekonomik büyüme ve kirlilik arasında N şeklinde bir ilişkinin mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre çevre kirliliği, kişi başına gelirin belirli bir seviyeye geldiği birinci eşik düzeyine kadar artmakta, bu gelir seviyesinden sonra ise azalmaya başlamaktadır. Ancak gelir seviyesi ikinci bir eşik düzeyine ulaştığında çevre kirliliği -bu gelir seviyesiyle birlikte- tekrardan artış göstermektedir. Eşik gelir düzeyleri ise; yüksek gelir grubunun $\ln\text{N}_2\text{O}$ değişkeni ile incelendiği

8 numaralı modelde sırasıyla 14.100\$ ve 67.700\$, yüksek gelir grubunun $\ln\text{CH}_4$ değişkeni ile incelendiği 9 numaralı modelde sırasıyla 27.500\$ ve 55.200\$; tüm ülkelerin $\ln\text{CO}_2$ değişkeni ile incelendiği 10 numaralı modelde ise sırasıyla 30.800\$ ve 59.000\$'dir. Ayrıca 8 numaralı modelde PD, 9 ve 10 numaralı modellerde ise EN değişkenlerinin katsayıları pozitif ve anlamlı çıkmış olup, nüfus yoğunluğu ve kişi başına enerji kullanımındaki artışın beklentiler doğrultusunda çevre kirliliğini artıran etkenler olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülke ekonomilerinin en büyük hedefi olan büyüme sürecinde, bilinçlenmenin artmasıyla birlikte artık çevreyi gözeten uygulamaların ortaya çıkması mümkün olabilmektedir. Son 30 yıl içerisinde çeşitli kuruluşlar çevre kirliliğinin önüne geçilebilmesi için birçok faaliyette bulunmuş ve pek çok ülkenin katılımıyla bu amaca yönelik çeşitli anlaşmalar ve protokoller yapılmıştır. Bu bilinçlenme ve çabalar geçen zaman ve gelişen ekonomilerle birlikte çevrenin sadece kaçınılmaz şekilde kirlenmeye mahkûm kalmayabileceği ve büyüme ile birlikte çevre kalitesinin de artabileceğine dair umut olmuştur. ÇKE hipotezi söz konusu durumun geçerli olup olmadığını, bir bakıma büyüme ile birlikte kirliliğin azalıp, azalamayacağını test etmektedir.

Çalışmada ÇKE hipotezi 3 farklı ülke grubu ve tüm ülkeler için test edilmiş ve çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki ilişki incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada ülkeler gelir seviyelerine göre farklı gruplara ayrılmıştır. Böylece çevre-kişi başına gelir ilişkisi farklı gelir durumundaki ülkeler için gözlemlenebilmiş, hangi gelir seviyesinin kirliliğe daha duyarlı olduğu ya da büyüme ile kirlilik arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı gelir seviyesinin olup olmadığı tespit edilebilmiştir. Çalışmanın analiz bölümünde değişkenler seçilirken; gelir düzeyini belirlemek için neredeyse literatürün tamamında kullanılan sabit fiyatlarla kişi başına GSYH değişkeni kullanılmıştır. Kirlilik değişkenleri belirlenirken ise yine literatürde hâkim olan CO₂ değişkeni (SELDEN ve SONG, 1994; HOLTZ-EAKIN ve SELDEN, 1995; COLE, v.d., 1997; MOOMAW ve UNRUH, 1997; GRIMES ve ROBERTS, 1997; FOCACCI, 2003; FRIEDL ve GETZNER, 2003; DIJKGRAAF ve VOLLEBERGH, 2005) yanı sıra kullanımına rastlanılmayan N₂O ve CH₄ değişkenleri de kullanılmıştır.

Çalışmanın bulgularına göre, çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasında yüksek gelir seviyesinde N₂O ve CH₄ kirleticileri için, tüm ülkelerde ise CO₂ değişkeni için N tipi bir ilişkinin mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca nüfus yoğunluğu ve kişi başına enerji tüketiminin de çevre kirliliğini artırdığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Analiz sonuçları, düşük ve orta gelir grubu ülkelerde kişi başına gelir ile çevre kirliliği arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir. Düşük gelir grubu ülkeler için CO₂, orta gelir grubu için ise N₂O değişkeninin kullanıldığı durumlarda sırasıyla ters-N ve U şeklinde ilişkilere rastlanılmış olsa da söz konusu ilişkiler ekonomik büyüme ile birlikte zamanla çevre kirliliğinin azalacağı görüşünü destekleyen herhangi bir sonucu göstermemektedir. Yüksek gelir grubu ülkeler için rastlanan N şeklindeki ilişki sonucunda hesaplanan dönüm noktaları ise ilk dönüm noktası için 14.100\$ olarak bulunmuş olup bu değer Moomaw ve Unruh (1997)'un çalışmalarında ulaştığı ilk dönüm noktası değerine (12.800\$) benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmada 67.700\$ olarak bulunan ikinci dönüm noktası değeri, söz konusu çalışmada bulunan 18.300\$ değerinin oldukça üzerindedir.

Çalışmanın bulguları, özellikle gelir seviyesinin yüksek olduğu ülkelerde; ekonomik büyüme ile birlikte artan kişi başına gelir seviyesinin ülkede çevre kirliliğini önleyici teknolojiye olan talebi artırdığı ve insanları çevre duyarlılığı konusunda bilinçlendirdiği görüşünü destekler niteliktedir. Gerek gelişen teknolojilerle birlikte çevre kirliliğini önleyici teknolojik gelişmelerin yaşanması gerekse de yoğun kaynak kullanımı gerektiren sanayi sektöründen, bilgi ve hizmet tabanlı sektörler doğru yaşanan yapısal kayma yine çevre kirliliğini azaltma konusunda bilinçlenme dışında önemli faktörler olmuşlardır. Ayrıca enerji kullanımında yenilenebilir kaynakların kullanım oranının artması da çevre kirlenmesini azaltıcı önemli bir adım olacaktır.

Tüm bunlarla birlikte; gelişmiş ülkelerin üretim süreçlerinde çevreye zararsız yeni üretim teknolojilerinin kullanımına geçilirken, çevreyi kirletmekte olan sanayi ürünlerinin üretiminin -çok uluslu şirketler aracılığıyla- geri kalmış ülkelere kaydırılmış olması küresel ekonomik yapı için bir eleştiri konusu olarak gündeme getirilmelidir. Yine bu durum çalışma sonucunda ortaya çıkan ÇKE hipotezinin, düşük ve orta gelir ülke grupları için geçerli olmaması bulgusunu açıklamaya yönelik önemli bir not olarak da göze çarpmaktadır.

KAYNAKÇA

- ACAR, Yalçın (1990) **Büyüme Teorileri**, Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- ACAR, Yalçın (2002) **İktisadi Büyüme ve Büyüme Modelleri**, (4. b.), Bursa: Vipaş.
- AGHION, Philippe, HOWITT, P. (1999) **Endogenous Growth Theory**, (3 b.), The MIT Press.
- AKBOSTANCI, Elif, TÜRÜT-AŞIK, S., TUNÇ, G. İ. (2009) "The Relationship Between Income and Environment in Turkey: Is There an Environmental Kuznets Curve?", **Energy Policy**, 37(3), 861-867.
- ATILGAN, Emre, KÖKSAL, M. Z. (2010) "Adam Smith ve David Ricardo'nun İktisadi Büyüme Analizleri", KAPUCU Hakan vd. (ed), **Politik İktisat ve Adam Smith**, Yön Yayınları.
- ARI, Ayşe, ZEREN, F. (2011) "CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi". **Yönetim ve Ekonomi**, 18(2), 37-47.
- ARIK, Şebnem, BEYHAN, A. A., ZANBAK, M. (2014) "Doğrudan Yabancı Yatırımları Belirleyen Faktörler: Yükselen Piyasalar Örneği", **Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 14(2), 97-110.
- ASTERIOU, Dimitrios, HALL, S. G. (2007) **Applied Econometrics: A Modern Approach**, Palgrave Macmillan.
- BAŞAR, Selim, TEMURLenk, M. S. (2007) "Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama", **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi / Journal of Economics and Administrative Sciences**, 21(1), 1-12
- BERBER, Metin (2006) **İktisadi Büyüme ve Kalkınma**, (3. b.), Trabzon: Derya Kitabevi.
- BHATTARAI, Madhusudan, HAMMIG, M. (2001) "Institutions and the Environmental Kuznets Curve for deforestation: A Cross-Country Analysis for Latin America, Africa, and Asia". **World Development**, (29.6), 995-1010.
- BORGHESI, Simone (1999) "The Environmental Kuznets Curve: A Survey of the Literature", **Fondazione Eni Enrico Mattei**, (No. 1999.85).
- ÇETİN, Murat (2006) "Teori ve Uygulamada Bölgesel Sürdürülebilir Kalkınma", **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 7(1).
- ÇINAR, Serkan (2011) "Gelir ve CO2 Emisyonu İlişkisi: Panel Birim Kök ve Eşbütünlük Testi", **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, (2), 71-83.
- COLE, Matthew A., RAYNER, A. J., BATES, J. M. (1997) "The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis", **Environment and Development Economics**, (2.4), 401-416.
- DE BRUYN, Sander M. (1997) "Explaining the Environmental Kuznets Curve: Structural Change and International Agreements in Reducing Sulphur Emissions", **Environment and Development Economics**, (2.04), 485-503.
- DIJKGRAAF, Elbeert, VOLLEBERGH, H R (2005) "A Test for Parameter Homogeneity in CO2 Panel EKC Estimations", **Environmental and Resource Economics**, (32.2), 229-239.
- DINDA, S. (2004) "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", **Ecological Economics**, (49), 431-455.
- DRISCOLL, J., and A. C. KRAAY. (1998) "Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Data", **Review of Economics and Statistics**, Vol. 80, Issue 4, 549-560.
- Dünya Bankası, World Development Indicators, Country and Lending Groups, <http://data.worldbank.org/about/country-and-lending-groups>, (Erişim: 30.06.2015).
- ENGİN, Naci (1985) "Çevre Kirlenmesi I", **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi**, (1), 127-142.
- ERATAŞ, Filiz, UYSAL, D. (2014) "Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının "BRIC" Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi", **İktisat Fakültesi Mecmuası**, 64(2014/1), 1-25.
- ERTÜRK, Hasan (1996) **Çevre Bilimlerine Giriş**. Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları.

FOCACCI, Antonio (2003) "Empirical Evidence in the Analysis of the Environmental and Energy Policies of a Series of Industrialised Nations, during the Period 1960-1997, using widely Employed Macroeconomic Indicators", **Energy Policy**, (31.4), 333-352.

FRIEDL, Birgit, GETZNER, M. (2003) "Determinants of CO2 Emissions in a Small Open Economy", **Ecological Economics**, (45.1), 133-148.

GRIMES, Peter E., ROBERTS, J. T. (1997) "Carbon Intensity and Economic Development 1962-1991: A Brief Exploration of the Environmental Kuznets Curve", **World Development**, (25.2), 191-198.

GROSSMAN, Gene M., KRUEGER, A. B. (1991) "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", **National Bureau of Economic Research**, (w3914).

GROSSMAN, Gene M., KRUEGER, A. B. (1994) "Economic Growth and the Environment", **National Bureau of Economic Research**, (w4634).

GÜLER, Çağatay, ÇOBANOĞLU, Z. (1994) **Su Kirliliği**, (1. b.), Ankara: Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü.

GÜNEY, Taner, BAKIRTAŞ, İ. (2011) "Çevresel Sürdürülebilirlik ve Yozlaşma İlişkisi: Bir Kesit Veri Analizi", **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, (30), 231-240.

HEAL, Health and Environment Alliance (2015), "Türkiye'de Hava Kirliliği ve Sağlık"

http://env-health.org/IMG/pdf/150220_factsheet_air_and_health_turkey_tr_final.pdf (Erişim: 16.11.2015).

HALKOS, George E. (2003) "Environmental Kuznets Curve For Sulfur: Evidence Using GMM Estimation and Random Coefficient Panel Data Models", **Environment and Development Economics**, (8.04), 581-601.

HOLTZ-EAKIN, Douglas, SELDEN, T. M. (1995) "Stoking The Fires? CO2 Emissions and Economic Growth", **Journal of Public Economics**, (57.1), 85-101.

JONES, Charles I (2001) **İktisadi Büyüme Giriş**, (ATEŞ Sanlı, TUNCER İsmail, Çev.) İstanbul: Literatür Yayınları.

KARPUZCU, Mehmet (2007) **Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü**, (7 b.), İstanbul: Kubbealti.

KAUFMANN, Robert K., DAVIDSDOTTIR, B., GARNHAM, S., PAULY, P. (1998) "The Determinants of Atmospheric SO2 Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve", **Ecological Economics**, (25.2), 209-220.

KAVAS, Gökhan (2011) "Gıda ve Çevre İnteraksiyonlar", **7. Gıda Mühendisleri Kongresi**. Ankara.

KAYNAK, Muhteşem (2009) **Büyüme Teorileri Giriş**, Ankara: Gazi Kitabevi.

KELEŞ, Ruşen, HAMAMCI, C., ÇOBAN, A. (2009) **Çevre Politikası**, (6 b.), Ankara: İmge Kitabevi.

KİBRİTÇİOĞLU, Aykut (1998) "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri", **AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi**, 53(1-4), 207-230.

KOOP, Gary, TOLE, L. (1999) "Is there an Environmental Kuznets Curve for Deforestation", **Journal of Development Economics**, (58.1), 231-244.

KUZNETS, Simon (1955) "Economic growth and income inequality", **The American economic review**, 1-28.

MCPHERSON, Michael A., NIESWIADOMY, M. L. (2005) "Environmental Kuznets Curve: Threatened Species and Spatial Effects", **Ecological Economics**, (55.3), 395-407.

MOOMAW, William R, UNRUH, G. C. (1997) "Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The Case of CO2 Emissions", **Environment and Development Economics**, (2.04), 451-463.

MUNASINGHE, Mohan (1999) "Is Environmental Degradation an Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling Through the Environmental Kuznets Curve", **Ecological Economics**, (29.1), 89-109.

ÖZER, Mustafa, KILINÇ, E. C. (2014) "Teknolojik Gelişme ve Ekonomik Büyüme: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", **TISK Academy/TISK Akademi**, 9(17).

ÖZDİLEK, Hüseyin (2004) “Hava, Su ve Toprak Kirliliği”, Marın, Mehmet C ve Yıldırım U (ed), **Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar**, (1 b., s. 75-90), İstanbul: Beta.

ÖZSAĞIR, Arif (2008) “Dünden Bugüne Büyemenin Dinamiği”. **KMU İİBF Dergisi**, (14).

PANAYOTOU, Theodore (1993) “Theodore. Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”, **International Labour Organization**(292778).

PANAYOTOU, Theodore (1997) “Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool”, **Environment and Development Economics**, (2.04), 465-484.

RUPASINGHA, Anil, GOETZ, S. J., DEBERTIN, D. L., PAGOULATOS, A. (2004), “The Environmental Kuznets Curve for US Counties: A Spatial Econometric Analysis with Extensions”, **Papers in Regional Science**, (83.2), 407-424.

SELDEN, Thomas M, SONG, D. (1994) “Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?”, **Journal of Environmental Economics and Management**, (27.2), 147-162.

SHAFIK, Nemat, BANDYOPADHYAY, S. (1992) “Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence”, **World Bank Publications**.

SHI, Jianping (2003) “Tests of the EKC Hypothesis using CO2 Panel Data”, **Department of Economics University of Victoria, Resource Economics and Policy Analysis (REPA) Research Group Working Paper**, (3), 1-42.

STERN, David I, COMMON, M. S. (2001) “Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur”, **Journal of Environmental Economics and Management**, (41.2), 162-178.

TABAN, Sami (2010) **İktisadi Büyüme**, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

ÜNSAL, Erdal (2007) **İktisadi Büyüme**, (1. b.), Ankara: İmaj Yayıncılık.

YANDLE, Bruce, BHATTARAI, M., VIJAYARAGHAVAN, M. (2014) “Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods, and Policy Implications”, **Research Study 2**, 1-16.

YILMAZ Ömer, AKINCI, M. (2012) **İktisadi Büyüme ve Makroekonomik Belirleyicileri**. Ankara: Nobel Akademi Yayınları.

Ek.1: Çalışmaya Dâhil Edilen Ülkeleri Gelir Gruplarına Göre Listesi

Düşük Gelir Grubu	Orta Gelir Grubu			Yüksek Gelir Grubu	
Afganistan	Angora	İran İslam Cum.	Senegal	Antigua ve Barbuda	Macao
Bangladeş	Arjantin	Jamaika	Seyşeller	Avustralya	Malta
Benin	Arnavutluk	Kamerun	Solomon Adaları	Avusturya	Norveç
Burkina Faso	Belize	Kiribati	Sri Lanka	Bahamalar	Polonya
Burundi	Bhutan	Kolombiya	St. Vincent ve Gren.	Bahreyn	Portekiz
Çad	Bolivya	Kongo Cum.	Surinam	Barbados	Portoriko
Dem. Kongo Cum.	Botsvana	Kostarika	Suriye Arap Cum.	Bermuda	St Kitts ve Nevis
Etiyopya	Brezilya	Küba	Svaziland	Birleşik Arap Em.	Singapur
Gambiya	Bulgaristan	Laos	Tayland	Birleşik Devletler	Suudi Arabistan
Gine	Yeşil Burun Adal.	Lesotho	Tonga	Brunei	Şili
Gine-Bissau	Cezayir	Libya	Tunus	Büyük Britanya	Trinidad ve Tobago
Gitmek	Cibuti	Lübnan	Türkiye	Cayman Adaları	Umman
Haiti	Çin	Macaristan	Ürdün	Danimarka	Uruguay
Kamboçya	Dominik Cum.	Maldivler	Vanuatu	Ekvator Ginesi	Yeni Kaledonya
Kenya	Dominika	Malezya	Venezuela	Finlandiya	Yeni Zelanda
Komorlar	Ekvador	Mauritius	Vietnam	Fransa	Yunanistan
Kuzey Kore	El Salvador	Meksika	Zambiya	Fransız Polinezyası	
Liberya	Endonezya	Mısır Arap Cum.		Güney Kore	
Madagaskar	Fas	Moğolistan		Hollanda	
Malawi	Fiji	Moritanya		Hong Kong	
Mali	Fildişi Sahili	Nijerya		İrlanda	
Mozambik	Filipinler	Nikaragua		İspanya	
Nepal	Gabon	Pakistan		İsrail	
Nijer	Gana	Panama		İsveç	
Orta Afrika Cum.	Grenada	Papua Yeni Gine		İsviçre	
Ruanda	Guatemala	Paraguay		İtalya	
Sierra Leone	Guyana	Peru		İzlanda	
Somali	Güney Afrika	Romanya		Japonya	
Tanzanya	Hindistan	Samoa		Kanada	
Uganda	Honduras	Santa Lucia		Katar	
Zimbabve	Irak	São Tomé ve Prínc.		Kıbrıs	

Kaynak: Dünya Bankası, World Development Indicators, Country and Lending Groups, <http://data.worldbank.org/about/country-and-lending-groups>, Erişim Tarihi: 30.06.2015.