

GENİŞLETİLMİŞ ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİNİN TÜRKİYE İÇİN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ*

Ahmet GÜNEY**

Alınış Tarihi: 06 Mayıs 2018

Kabul Tarihi: 13 Haziran 2018

Öz: Bu çalışma, gelir ve CO₂ emisyon miktarı arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkinin varlığını, ekonomik gelişme ile çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu iddia eden genişletilmiş Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi kapsamında ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. İlave olarak enerji tüketiminin, finansal gelişmenin ve sanayi sektörün payının CO₂ emisyonuna etkisi de ayrıca incelenmiştir. Türkiye ekonomisinin 1960-2016 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada, regresyon modeli gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (ARDL) ve hata düzeltme modeli (ECM) yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Sonuçlar Türkiye’de hem kısa hem de uzun dönemde; enerji tüketiminin, finansal gelişmenin ve sanayi sektörünün CO₂ emisyonunu artırdığını göstermiştir. Ayrıca, EKC hipotezinin her iki dönemde de geçerli olduğu, diğer bir ifadeyle kişi başına düşen CO₂ emisyon miktarı gelir düzeyi bir noktaya kadar yükselirken yükseldiği, bir eşik değerden sonra ise gelir artışına rağmen azalışa geçtiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, CO₂ Emisyon, Enerji Tüketimi, Finansal Gelişmişlik, Sanayi Payı

A REASSESSMENT OF THE EXTENDED ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE FOR TURKEY

Abstract: The study aims to detect long-run and short-run relationship between CO₂ emissions and income in the context of the expanded version of Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis which shows the existence of an Inverted U-shape relationship between environmental degradation and economic development. Moreover, effects of the energy consumption, financial development and industrial share on CO₂ emissions were examined as well. The study covers the period of 1960-2016, used annually data of Turkey, and Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds test and Error Correction Model were applied to estimate regression model. The results show that energy consumption, financial development and industrial share increase environmental degradation in the case of Turkey both short-run and long-run. In addition, The EKC hypothesis is valid in two run, it implies that per capita CO₂ increase with an increase in per capita income to threshold value (turn point), although income continue to upward, per capita CO₂ goes down.

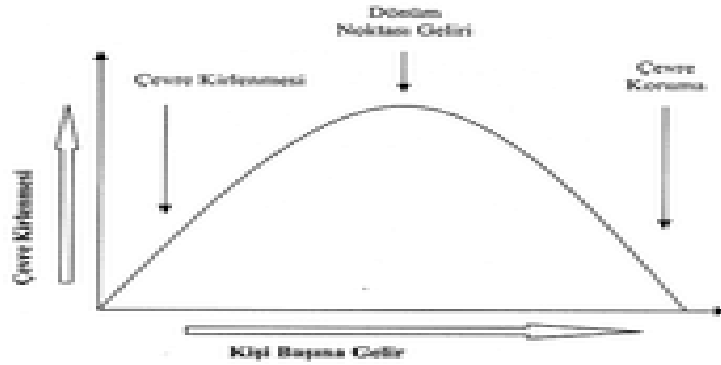
Keywords: Environmental Kuznets Curve, CO₂ Emissions, Energy, Financial Development, Industrial Share

* Bu çalışma 26-28 Nisan 2018 Tarihlerinde Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından düzenlenen 1. Uluslararası Politik, Ekonomik ve Finans Kongresinde sunulan tebliğden türetilmiştir.

** Dr. Öğretim Üyesi, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü

I.Giriş

Kuznets eğrisi (1955) aslında ülkelerin gelir düzeyleri ile gelir adaletsizliği arasında çan eğrisine benzer şekilde bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Kuznets ülkelerin zenginleşme aşamalarının ilk dönemlerinde gelir artışlarının gelir adaletsizliğini artırdığı ve bir eşik değerden sonra gelirdeki artış sürmesine rağmen gelir adaletsizliğinin azalacağını ifade etmiştir. Ancak gelir düzeyi ile çevresel bozulma arasında da çan eğrisine veya daha sık kullanılan ters U şekline benzer bir ilişkinin ortaya çıkması neticesinde, bu kavram çevre ve enerji ekonomisi literatüründe ödünç olarak kullanılmaktadır. İlk izlerine Grosman ve Krueger (1991) NAFTA birliğinin çevre üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirdiği çalışmasında rastladığımız Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi özetle şunu ifade etmektedir. Ülkelerin gelir düzeyleri artıkça çevresel bozulma bir noktaya kadar yükselmekte ancak bir dönüm noktası olarak anılan bir noktadan sonra gelir artışları devam etmesine rağmen çevresel bozulma giderek azalmaktadır. Gelir ve çevresel bozulma arasında, ülkenin ekonomik gelişmesinin başlangıç dönemlerinde arasında pozitif belirli bir gelir seviyesinden sonra ise negatif bir ilişkinin varlığını ifade etmektedir. Ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını iddia eden bu hipotez literatürde EKC olarak anılmaktadır.



Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC)

Sanayi devrimden sonra dünya üzerinde çevresel bozulma oranlarının giderek arttığı, hatta küresel anlamda iklim değişikliklerine yol açacak noktaya geldiği artık kaçınılmaz bir gerçektir. Bu gerçekliğin neden olduğu yüksek farkındalık ülkelerin çevre kirliliğini azaltıcı tedbirler almasını zaman zaman zorunlu kılmıştır. Günümüzde Kyoto protokolü gibi bir çok uluslararası anlaşmalar bu farkındalığın önemli dışavurumlarıdır. Pratik hayatta yaşanan bu gelişmelerin sebepleri arasında sayabileceğimiz bir çalışmada akademik alanda yapılan teorik ve ampirik çalışmalardır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında

ekonomik gelişme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiler daha çok EKC kapsamında incelendiği anlaşılmaktadır.

Enerji kullanımı ekonomik ilerlemenin olmazsa olmazları arasında yer almaktadır. Ülkelerin üretim ve tüketim faaliyetlerinin çeşitlerini ve büyüklüklerini doğrudan etkileme gücüne sahip bir etkidir. Ülke ekonomilerinin dışa açıklık derecesindeki yükselişlerinde çevresel kirliliği artırma potansiyeline sahip olduğu da bilinmektedir. Finansal gelişmelerinde çevresel kirlilik üzerinde pozitif ve negatif etkisi farklı kanallar üzerinden olabilmektedir. Finansal gelişmelerin çevresel kirliliği artırdığını iddia eden yaklaşımlar bu beklentilerini temelde 3 kanalla açıklamaktadır. İlk olarak; güçlü ve etkin bir finansal yapıya sahip ülkelerde riskler daha düşük olması nedeniyle finansal maliyetler azalmaktadır. Finansal maliyetlerin düşüklüğü yeni projelere yatırımları tetiklemekte ve nihayetinde yatırımlar ile birlikte artan enerji tüketimi çevresel kirliliği artıracaktır. İkinci olarak iyi işleyen bir finans piyasası doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ülkeye akışını hızlandırmakta ve ekonomik büyümenin artmasına, enerji kullanımının ve nihayetinde CO_2 emisyon miktarının yükselmesine yol açabilmektedir. Son olarak ise ülkelerde finans kurumlarının sayısının ve etkinliğinin artması, tüketicilerin daha düşük maliyetlerle bankacılık sisteminden borçlanabilmesine olanak sağlamaktadır. Daha cazip hale gelen borç alma sistemi tüketicilerin daha fazla mal tüketebilmelerini sağlayarak, CO_2 emisyon miktarına katkı yapabilmektedir (Zhang,2011:2197).

Bu çalışma Türkiye de, EKC hipotezi testinin yanı sıra; finansal gelişmişliğin, enerji kullanımının ve sanayi sektörünün büyüklüğünün çevre kirliliği üzerindeki uzun ve kısa dönem etkisi araştırılmaktadır. Altı kısımdan oluşan çalışma, ikinci kısımda EKC üzerine yapılan ampirik çalışmalara, üçüncü kısımda modelin tanıtımına, dördüncü kısımda kullanılan ekonometrik yöntem ve veri setinin açıklanmasına, beşinci kısımda tahmin sonuçlarına ve son kısımda ise sonuçların değerlendirilmesine yer verilecek şekilde tasarlanmıştır.

II.Literatür Taraması

Ekonomik gelişmelerin çevresel etkilerini araştıran çalışmaların temeli Grosman ve Kruger (1991)'in çalışmalarına dayandırılmaktadır. EKC hipotezinin doğuşu olarak nitelendirilen bu çalışmada, Kuzey Amerikan Serbest Ticaret Anlaşmasının (NAFTA) çevreye etkilerini bir rapor olarak hazırlamış. Çalışmada, NAFTA ülkelerinde iki değişken arasında ters U şeklinde bir ilişkiye rastlanılmıştır. Başar ve Temurlenk (2007), Türkiye'nin 1950-2000 dönemini inceledikleri çalışmalarında EKC'nin geçerli olmadığı ve gelir düzeyi ile CO_2 miktarı arasında ters N şeklinde bir ilişki belirlenmiştir.

Tamazian vd. (2009) finansal ve ekonomik gelişmişliğin BRIC ülkelerinde çevresel kalitenin belirleyicisi olduğunu, finansal serbestleşmenin ve dışa açıklığında CO_2 emisyonunu azalttığını ve EKC hipotezinin geçerli olduğunu göstermişlerdir. Yang vd. (2015) Çin'in 29 vilayeti üzerinde yedi farklı çevre kirliliği göstergesi üzerinde EKC hipotezinin test edildiği çalışmalarında, hipotezin geçersiz ve CO_2 ile gelir arasında pozitif lineer bir ilişkiye rastlanılmıştır. Hao (2016) ise Çin'in 29 vilayeti üzerine 1995-2012 dönemi için yaptığı araştırmasında kişi başına düşen kömür tüketimi ile gelir arasında EKC ilişkisinin geçerli olduğu görülmüştür. Zhang (2011), finansal gelişmişliğin CO_2 emisyon üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada birden fazla finansal gelişmişlik göstergesi, GDP ve doğrudan yabancı yatırım (FDI) değişkenlerini ayrıca modellerinde açıklayıcı değişken olarak kullanmıştır. Bulgular Çin'de finansal gelişmişliğin çevresel kirliliği artırdığını göstermiştir. Saboori ve Sulaiman (2013) çalışmalarında ASEAN ülkelerinde enerji tüketiminin CO_2 emisyon miktarını kısa ve uzun dönemde artırdığını ve EKC hipotezinin Tayland ve Singapur ülkelerinde geçerli olduğunu göstermişlerdir. Ozturk ve Acaravci (2013) çalışmalarında, Türkiye ekonomisinde EKC hipotezinin geçerliliği ve finansal gelişme, ticari açıklık, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin çevre kirliliğine etkisi 1960-2007 dönemi için araştırılmıştır. ARDL ve ECM yöntemleri kısa ve uzun dönemli esnekliklerin tahmin edildiği çalışmanın sonuçları uzun dönemde dışa açıklığın CO_2 emisyon miktarını artırdığını, finansal gelişmişliğin herhangi bir etkide bulunmadığını ve EKC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Shahbaz vd. (2013a), Malezya da ekonomik gelişme ve enerji kullanımının çevre kirliliğini artırdığını ancak finansal gelişmişliğin ise azalttığını göstermiştir. Shahbaz vd. (2013a) diğer çalışmalardan farklı olarak finansal gelişmişlik düzeyinin karesini bağımsız değişken olarak modelde yer vermiştir. Zhang ve Zhao (2014) çalışmalarında Çin'in 28 vilayeti üzerinde EKC hipotezini ve özellikle gelir dağılımının çevre kirliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın bulguları, sanayi sektörünün payı, enerji yoğunluğu, şehirleşme oranı, gelir ve gelir eşitsizliğinin kirliliğe yol açtığını ortaya koymuştur. Javid ve Sharif (2016) çalışmalarında, Pakistan ekonomisinin 1972-2013 dönemi için EKC hipotezinin geçerliliği ve enerji tüketiminin, finansal gelişmişliğin ve ticari açıklığın CO_2 emisyon miktarı üzerindeki etkisi ARDL yöntemi ile araştırılmıştır. Bulgular, Pakistan'da hem kısa hem de uzun dönemde EKC hipotezinin geçerli olduğunu, finansal gelişmişliğin ve enerji kullanımının CO_2 üzerinde pozitif etkide ancak dışa açıklığın çevre kirliliğine herhangi bir etkide bulunmadığını ortaya koymuştur. Charfeddine ve Khediri (2016) EKC ilişkisini doğrulamış ve finansal gelişme ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığı doğrulanmıştır. Ayrıca elektrik tüketiminin, şehirleşmenin ve ticari açıklığın çevrenin kalitesine katkı yaptığı gösterilmiştir. Zaman vd. (2016) çalışmalarında dünyanın farklı bölgelerinden oluşturulan 34 ülke üzerine test ettikleri EKC hipotezini doğrulamışlardır. Diğer taraftan,

incelenen bölge ülkelerinde turizm sektörünün gelişimi, sabit sermaye yatırımlarının artışı ve enerji kullanımının yaygınlaşmasının çevresel kirliliğe yol açtığını göstermiş ve söz konusu ülkelerde çevre dostu projelerin hayata geçirilmesi gerektiği önerilmiştir. Özokçu ve Özdemir (2017) çalışmalarında, EKC hipotezinin geçerliliği iki model üzerinden test edilmiştir. İlk modelinde yüksek gelir grubunda yer alan 26 OECD ülkesi için ikinci modelinde ise 52 gelişmekte olan ülke ekonomileri için EKC test edilmektedir. Her iki modelde ülkelerin 1980-2010 dönemi verileri kullanılarak panel veri seti tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Kişi başı CO_2 emisyon miktarı ile kişi başı GDP'nin temel, kişi başı enerji kullanımının ilave açıklayıcı değişkenler olarak yer alan kübik modellerin her ikisi de EKC hipotezini doğrulamamaktadır. Temel değişkenli modeller ters N, ilave değişkenli modeller 26 ülke için ters N ve 52 ülke için ise N şeklinde bir eğri doğrulanmıştır. Çalışmada enerji kullanımının tüm durumlarda anlamlı bir etkiye sahip olduğunun altı çizilmiştir. Katircioğlu ve Taşpınar (2017) çalışmalarında, EKC hipotezinin geçerliliğini Türkiye'nin 1960-2010 dönemi için DOLS ve ECM yöntemleri ile test edilmiştir. Yazarlar geleneksel EKC hipotezinin testi yanında özellikle 1980'li yıllardan sonra finans piyasalarının yükselen gelişiminin acaba Türkiye'de çevresel kirliliği etkileyip etkilenmediğini araştırmıştır. Çalışmada literatürde yer alan 5 farklı finansal gelişme göstergesinden hareketle oluşturdukları finansal gelişme endeksini oluşturdukları karesel regresyon modellerinde doğrudan ve diğer değişkenlerle etkileşimli haliyle yer verilmiştir. Etkileşim değişkenlerin açıklayıcı birer değişken olarak modellerde yer alması ve yeni bir finansal gelişmişlik endeksinin oluşturulması çalışmanın diğerlerinden farkını göstermiştir. Bulgular Türkiye'de ilgili dönemde EKC hipotezinin geçerli ve aynı zamanda finansal gelişmenin de çevresel bozulma üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Moghadam ve Dehbashi (2018), İran da; EKC'nin geçersiz olduğunu, finansal gelişmişliğin çevresel kirliliği artırdığını ancak ticari açıklığın ise çevre kirliliğini azalttığını göstermiştir.

Literatüre yer alan çalışmalar; uygulanan ülke, dönem, yer verilen açıklayıcı değişken ve tercih edilen ekonometrik yöntemlere göre sonuçların EKC hipotezini doğruladığı gibi EKC'yi desteklemeyen çalışmalarında olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar bizlere EKC'nin geçerliliği üzerinde bir görüş birliğinin olmadığını ve yapılan tartışmaların devam edeceğini işaret etmektedir. Çalışmaların önemli kısmı geleneksel veya genişletilmiş çevresel Kuznets eğrisi çerçevesinde ekonomik gelişme ile CO_2 emisyon miktarı arasındaki ilişkinin varlığı araştırılmaktadır. Bu çalışma finansal gelişmişlik, sanayi sektörünün payı ve enerji kullanımı ile CO_2 emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemesi açısından var olan literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

III. Model

Literatürde EKC hipotezinin testi için oluşturulan denklemler karesel ve kübik formda karşımıza çıkmaktadır. Gelir ve çevresel bozulma arasında kübik formda bir ilişkinin varlığı, gelirin sürekli artması durumunda azalışa geçen çevresel bozulmanın yine bir noktadan sonra tersine döneceğini diğer bir ifadeyle çevresel bozulmanın yeniden canlanacağını ifade etmektedir. Karesel form ise, geleneksel EKC hipotezini ifade etmektedir.

Geleneksel EKC hipotezinin testi sırasında kullanılan model denklem 1 de gösterilmektedir. Fonksiyona göre, çevresel bozulma (Env_t) gelirin (Y_t) ve gelirin karesinin (Y_t^2) bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

$$Env_t = f(Y_t, Y_t^2) \quad (1)$$

Literatürde, çevresel bozulmanın göstergesi olarak en sık kişi başına düşen (CO_2/Pop) emisyon miktarı, gelirin göstergesi olarak ise kişi başı reel gelir miktarı (GDP/Pop) kullanılmaktadır.

Günlük hayatta çevre kirliliğinin bir çok göstergesi ve çevre kirliliğine etki eden; çevreye duyarlılık, kanunlar, hukuki sorumluluklar, çevreye zarar derecesi yüksek enerji kullanımı, gelir adaletsizliği, nüfus yoğunluğu, nüfus artış hızı, doğrudan yabancı sermaye girişi, ticari açıklık, sanayi sektörünün büyüklüğü, şehirleşme, yönetim şekli, siyasi kurumlar, eğitim, sosyoekonomik koşullar, üretim teknolojisi, tüketim davranışları, turizm sektörünün payı, finansal gelişmişlik düzeyi, sağlık harcamalarının payı, gayri safi sabit sermaye oluşumunu payı, gibi bir çok faktör olabileceği yapılan ampirik çalışmalardan anlaşılmaktadır.¹ Ancak belirtilen değişkenlerin tamamına gerek ölçme zorluğu ve veri setine ulaşamama gerekse yöntem açısından yaşanabilecek sıkıntılar açısından tamamına hiçbir çalışmada olmadığı gibi bu çalışmada da yer verilememiştir.

Bu doğrultuda çalışmamızda, EKC hipotezi ile birlikte enerji kullanımının, finansal gelişmişliğin ve sanayi sektörün durumunun Türkiye’de çevresel kirliliğe etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın modeli, Ozturk ve Acavi (2013) ve Zhang ve Zhao (2014) çalışmaları temelinde oluşturulmuştur.

$$\frac{CO_2}{Pop} = f\left(\left(\frac{GDP}{Pop}\right), \left(\frac{GDP}{Pop}\right)^2, \left(\frac{ENERGY}{Pop}\right), (FD), \left(\frac{INDUST}{GDP}\right)\right) \quad (2)$$

$$co_2 = f(gdp, gdp^2, energy, fd, indust) \quad (3)$$

Denklem 2’yi doğrusal regresyon denklemi şekline dönüştürebiliriz. Denklem 4’de görüldüğü üzere ifade edilen denklemde:

¹ Bu konuda EK-1’de sunulan literatür özeti tablosuna bakılabilir.

$$co_{2t} = \beta_0 + \beta_1 gdp_t + \beta_2 gdp_t^2 + \beta_3 energy_t + \beta_4 fd_t + \beta_5 indust_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

β_0 sabit terimi, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ regresyon katsayılarını, ε_t hata terimini ve t zamanı temsil etmektedir. Lineer formdaki bu denklemde katsayılar bağımlı değişken üzerindeki mutlak etkilerini göstermektedir. Ancak regresyon modellerinde esneklik değerleri üzerinden çıkarım yapmanın daha sağlıklı olduğu düşünülmektedir. Katsayıların doğrudan esneklik değerlerini vermesi açısından EKC fonksiyonumuzu çift logaritmik forma (log-log) dönüştürdük (Özokçu ve Özdemir,2017:64; Katircioğlu ve Taşpınar,2017:574)

$$\ln co_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln gdp_t + \beta_2 (\ln gdp_t)^2 + \beta_3 \ln energy_t + \beta_4 \ln fd_t + \beta_5 \ln indust_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

EKC hipotezinin, gelir artışları ile ifade ettiğimiz ekonomik gelişmelerin kısa dönemde ağır ve geri dönülemez şekilde çevresel tahribata neden olduğu ancak uzun dönemde ise çevresel faydalarının olacağını ifade etmektedir (Özokçu ve Özdemir,2017:640). Modelde istatistiksel olarak anlamı olacak şekilde $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 < 0$ olması EKC hipotezinin incelenilen dönem itibarıyla geçerli olduğu anlamı taşımaktadır. Diğer taraftan ülkelerdeki enerji kullanımının ve sanayi sektörünün büyüklüğü karbon salınımını tetiklediği teorik olarak beklenilmektedir. Finansal gelişmişliğin etkisi ise karbon salınımı artırıcı ve azaltıcı yönde olabileceği, ancak ülkemizde çevresel kirliliğe katkı yaptığı düşünülmektedir. Özetle modelde katsayı işaretlerinin; $\beta_3, \beta_4, \beta_5 > 0$ olması beklenilmektedir.

IV. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada, Türkiye ekonomisinin 1960-2016 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Çevresel kirliliğin göstergesi olarak kişi başı co_2 emisyon miktarı², açıklayıcı değişkenler olarak ise kişi başına düşen reel GDP, kişi başına düşen enerji kullanımı (energy), finansal gelişmişlik düzeyi ve sanayi sektörünün ekonomi içindeki büyüklüğü kullanılmıştır. Değişkenlerin tamamı doğal logaritmik formda (\ln) modelde kullanılmıştır. Veri seti dünya kalkınma bankası online göstergelerden (World Development Online Indicator) temin edilmiştir. Tablo 1’de değişkenler hakkında tanımlayıcı bilgi ve istatistiklere, Ek-2’de ise değişkenlerin grafiğine yer verilmiştir.

² Ek-1’den anlaşılacağı üzere, enerji ekonomi literatüründe çevresel bozulmanın göstergesi olarak en yaygın değişken kişi başı CO_2 emisyon miktarı kullanılmaktadır.

Tablo 1: Değişkenler ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Açıklama (Birimi)	Beklenen İşaret	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
$\ln co_{2t}$	Kişi başı karbon emisyon miktarı (metrik ton)		0.7549	0.8864	1.5021	-0.4905	0.5484
$\ln gdp_t$	Kişi başına düşen Reel GDP (US \$, 2010=100)	+	8.7647	8.7601	9.5551	8.0502	0.4105
$(\ln gdp_t)^2$	Kişi başı RGDP'nin karesi	-	76.9859	76.7407	91.3005	64.8070	7.2231
$\ln(\text{energy})_t$	Kişi başı petrol eşdeğeri tüketimi (kg)	+	6.7458	6.8175	7.4126	5.9544	0.4181
$\ln(\text{fd})_t$	Özel sektöre sağlanan ulusal kredilerin GDP içindeki payı (% of GDP)	+	3.0424	6.8175	4.2463	2.5394	0.4329
$\ln(\text{indust})_t$	Sanayi sektörünün katma değerinin GDP içindeki payı (% of GDP)	+	3.2885	3.3391	3.5263	2.8499	0.1926

Not: Değişkenler oluşturulurken Zhang ve Zhao (2014), Javid ve Sharif (2016) çalışmaları referans alınmıştır.

Literatürde yapılan ampirik çalışmalarda; Engle-Granger (1987), Johansen-Juselius (1990), DOLS (1993), FMOLS (1992), CCR (1992) gibi farklı eş bütünleşme testlerinin tercih edildiği gözlenmektedir. Ancak yakın zamanda yapılan çalışmalarda ise bazı önemli avantajları açısından Autoregressive Distributed Lag (ARDL) (2001) yaklaşımının ağırlıklı tercih edildiği görülmüştür. Bu yöntemin, özellikle serilerin aynı dereceden durağan olma önkoşulu bulunmaması (I (0) ve/veya I (1)), daha güncel olması, kısa dönemli dinamiklerin tespitini mümkün kılması gibi avantajlara sahip olması açısından çalışmamızda ARDL'nin tercih edilmesini sağlamıştır. Eş bütünleşme ilişkisinin varlığını takiben kısa dönemli dinamikler ise ARDL'ye dayalı ECM ile gerçekleştirilmiştir.

Eş bütünleşme ilişkisinin varlığı için öncelikli olarak serilerin durağanlık düzeyleri araştırılması gerekmektedir. Literatürde artık geleneksel birim kök testleri olarak anılmaya başlanan ADF (1979) ve Phillips-Perron (1988) testleri ile değişkenlere ait birim köklerin varlıkları araştırılmıştır.

Belirtilen avantajları açısından tercih edilen ARDL yöntemi aslında sınırsız hata düzeltme modeline dayanmaktadır ve 3 temel aşamadan oluşmaktadır (Modeste,2011:56).

İlk olarak, 5 numaralı çevre kirliliği denklemi, Akaike bilgi kriterinin öngördüğü en optimal gecikme uzunlukları ile tahmini F (Wald) testine dayalı ARDL yöntemi ile yapılmakta;

$$\Delta \ln co_{2t} = \mu_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j \Delta \ln co_{2t-j} + \sum_{v=1}^n \phi_v \Delta \ln gdp_{t-v} + \sum_{k=0}^n \delta_k \Delta \ln gdp_{t-k}^2 + \sum_{m=0}^n \theta_m \Delta \ln energy_{t-m} + \sum_{s=0}^n \psi_s \Delta \ln fd_{t-s} + \sum_{z=0}^n \phi_z \Delta \ln indust_{t-z} + \mu_1 \ln co_{2t-1} + \mu_2 \ln gdp_{t-1} + \mu_3 \ln gdp_{t-1}^2 + \mu_4 \ln energy_{t-1} + \mu_5 \ln fd_{t-1} + \mu_6 \ln indust_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Ve hesaplanan F test istatistiğinin değeri üst kritik değerden büyükse,

$H_n = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = 0$; eş bütünleşme ilişkisi yoktur.

$$H_A = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq 0$$

boş hipotezin reddedilmesiyle değişkenlerin eş bütünleşik, ve dolayısıyla co_2 , gdp , $energy$, fd ve $indust$ 'ın uzun dönemde birlikte hareket ettikleri sonucuna varılmaktadır. İkinci aşamada ise, modelin uzun dönemli esneklik değerleri;

(6) nolu eşitlikten hareketle

$$\vartheta_0 = -\frac{\mu_0}{\mu_1}, \quad \Omega_1 = -\mu_2/\mu_1, \quad \Omega_2 = -\mu_3/\mu_1, \quad \Omega_3 = -\mu_4/\mu_1, \quad \Omega_4 = -\mu_5/\mu_1, \quad \Omega_5 = -\mu_6/\mu_1$$

şeklinde hesaplanır ve aşağıdaki (7) nolu uzun dönem eşitliği yazılır;

$$\ln co_{2t} = \vartheta_0 + \Omega_1 \ln gdp_t + \Omega_2 \ln gdp_t^2 + \Omega_3 \ln energy_t + \Omega_4 \ln fd_t + \Omega_5 \ln indust_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

ve son aşamada ise kısa dönemli dinamikler ise;

$$\Delta \ln co_{2t} = \varphi_0 + \sum_{j=1}^p \Omega_1 \Delta \ln co_{2t-j} + \sum_{j=0}^p \Omega_2 \Delta \ln gdp_{t-j} + \sum_{j=0}^p \Omega_3 \Delta \ln gdp_{t-j}^2 + \sum_{j=0}^p \Omega_4 \Delta \ln energy_{t-j} + \sum_{j=0}^p \Omega_5 \Delta \ln fd_{t-j} + \sum_{j=0}^p \Omega_6 \Delta \ln indust_{t-j} + \eta ECT_{t-1} + e_t \quad (8)$$

ECM yöntemi ile tahmin edilmektedir. Burada; e , r , t , y , u , c modelin Akaike (AIC) bilgi kriterine göre belirlenmiş modelin optimal gecikme uzunluklarını ve η hata düzeltme terimini ifade etmektedir. Bu katsayının işaretinin negatif, istatistiksel olarak anlamlı, sıfır ile bir arasında ve bire yakın bir değer alması teorik açıdan eş bütünleşik ilişkinin varlığını destekler niteliktedir. Ayrıca, negatif ve anlamlı bir η katsayısı; gdp , $energy$, fd ve $indust$ 'dan co_2 'e doğru nedenselliğe işaret etmektedir. η katsayısının değeri ise kısa dönemde gerçekleşen bir şok durumunda değişkenin uzun dönem denge değerine ne kadar sürede geleceğini göstermesi açısından "uyum hızı" olarak adlandırılmaktadır. η değerinin yüksekliği, kısa dönemli sapmaların ortadan kaldırılıp uzun dönem denge değerine hızlıca yakınlaştığını göstermesi açısından önemli görülmektedir. Uyum hızı katsayı değerinin sıfır olması, modelde değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkisinin olmadığını diğer bir ifadeyle eş bütünleşmenin yokluğuna işaret eder (Enders,2015:354).

Çalışmada, regresyon modellerinin sağlıklı öngörülerde bulunabilmesi açısından önemli görülen; hata terimlerinin değişen varyans (Breusch-Pagan-Godfrey), ve otokorelasyon (Breusch-Godfrey LM) barındırmadığına, normal dağılım (Jarque-Bera) özelliği, spesifikasyon hata testi (RESET), düzeltilmiş determinasyon katsayısı (\bar{R}^2), parametrelerin istikrarlılıklarına (CUSUMS ve CUSUMSQ) ilişkin diagnostic testlerde uzun dönem modeller için yapılmaktadır.

V.Bulgular

Değişkenlere ait ADF ve PP birim kök test sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur. Bulgular gerek sabitli gerekse de sabit terimli ve trendli modellerin seviyesinde durağan olmadıklarını, birinci farkında durağan oldukları anlaşılmıştır. Bu sonuç değişkenlerin aynı seviyeden durağan olduklarını ve değişkenlerin eş bütünleşik I (1) olduğunu göstermektedir. Kısaca ARDL sınır testi yönteminin kullanılması için gerekli önkoşullar sağlanmıştır.

Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

	ADF $H_0 = \text{Birim Kök Vardır}$		Phillips-Perron $H_0 = \text{Birim Kök Vardır}$		
	Sabit terimli	Sabit terimli ve Trendli	Sabit terimli	Sabit terimli ve Trendli	
Düzye					
$\ln(\text{CO}_2)_t$	-2.8998**	-2.5933	-4.0000***	-2.7469	
$\ln(\text{gdp})_t$	-0.2313	-2.1943	0.2400	-2.400	
$\ln(\ln \text{gdp}_t)^2_t$	0.5122	-1.8848	0.5481	-2.0051	
$\ln(\text{energy})_t$	-1.0646	-2.5212	-1.1155	-2.5745	
$\ln(\text{fd})_t$	0.6626	-0.7647	0.5816	-0.9293	
$\ln(\text{indust})_t$	-2.0308	-1.8550	-2.0641	-1.8153	
Birinci Farkı					
$\Delta \ln(\text{CO}_2)_t$	-7.2474***	-8.1169***	-7.2485***	-8.0868***	
$\Delta \ln(\text{gdp})_t$	-7.3507***	-7.2879***	-7.3507***	-7.2880***	
$\Delta \ln(\ln \text{gdp}_t)^2_t$	-7.2851***	-7.2570***	-7.2853***	-7.2570***	
$\Delta \ln(\text{energy})_t$	-7.2116***	-7.2598***	-7.2200***	-7.2939***	
$\Delta \ln(\text{fd})_t$	-6.5725***	-6.6227***	-6.5700***	-6.6249***	
$\Delta \ln(\text{indust})_t$	-7.8664***	-8.0276***	-7.8664***	-8.1428***	
Kritik Değerler	%1	-3.5550	-4.1338	-3.5550	-4.1338
	%5	-2.9155	-3.4936	-2.9155	-3.4936
	%10	-2.5955	-3.1756	-2.5955	-3.1756
Not: *** %1, ** %5, * %10 anlamlılık düzeylerini ve Δ ise değişkenlerin birinci farkını göstermektedir.					

ARDL sınır testi yaklaşımının kullanımı için değişkenlere ait uygun gecikme derecelerinin tespiti önem arz etmektedir. Bu doğrultuda Akaike bilgi kriterinden yararlanılarak maksimum 5 gecikme uzunluğu altında optimal modelin her iki ($e=1, r=t=y=4, u=2, c=3$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3: ARDL Sınır Testi Sonuçları

Model	k	Kritik Değer Sınırları			Karar
		Hesaplanan F-İstatistiği (Wald Test)	Asimptotik Alt Kritik Sınır Değeri (%99) I(0)	Asimptotik Üst Kritik Sınır Değeri (%99) I(1)	
(1,4,4,4,2,3)	5	5.244	3.41	4.68	Eşbütünlük
Not: ARDL için optimal model seçimi (max. 5 gecikme sayısı) için Akaïke bilgi kriterinden yararlanılmıştır.					

Optimal gecikme (1,4,4,4,2,3) uzunluklarına dayalı hesaplanan F (Wald) istatistik değeri ve Asimptotik üst ve alt kritik değerler Tablo 3’de verilmiştir. Hesaplanan F istatistik değerinin 5.244 olduğu ve bu değer üst kritik sınır değeri 4.68’den büyük olduğu anlaşılmıştır. Bu değerler %1 anlamlılık düzeyinde boş hipotezin reddedildiği göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini, eş bütünlük olduğuna işaret etmektedir.

ARDL’ye dayalı olarak tahmin edilen uzun ve kısa dönem esneklik değerleri verilmiştir Tablo 4’de sunulmuştur. İlk olarak tahmin edilen bütün katsayılar istatistiksel olarak anlamlı ve teorik beklentilerle uyumlu çıkmıştır. İkinci olarak gelir katsayısının pozitif ve gelirin karesi katsayısının negatif olması, Türkiye’de ilgili dönemde EKC hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Türkiye’de iktisadi gelişmenin çevresel kirliliğe ilk dönemlerde pozitif katkı yaptığı ancak bir eşik değerden sonra çevresel kirliliğe azaltıcı yönde etkide bulunduğu anlamı taşımaktadır. Bu bulgu literatürdeki; Öztürk ve Acaravci (2013), Shahbaz vd. (2013b), Bölük ve Mert (2015) ve Katırcıoğlu ve Taşpınar (2017) çalışma sonuçlarıyla uyumlu çıkmıştır. Ancak kullanılan ekonometrik yöntem, incelenilen dönem, yer verilen bağımsız değişkenlere göre EKC literatürdeki sonuçların farklılaştığı bilinmektedir. Üçüncü olarak hem kısa hem de uzun dönemde çevre kirliliğine yol açan en önemli faktörün enerji kullanım miktarı olduğu görülmüştür. Özellikle kısa dönemdeki etkisini daha şiddetli hissettiren enerji tüketimi konusunda önemli yapısal reformların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gerek üretim süreçlerinde gerekse tüketim sırasında kısaca yaşamın tüm alanlarında kömür gibi fosil yakıtlardan ziyade rüzgar, hidrolik, jeotermal ve özellikle güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekmektedir. Diğer taraftan çevreye duyarlı enerji kaynaklarının kullanımına dayalı üretim tekniği kullanılan firmaların desteklenmesi gelecek açısından önem arz etmektedir.

Bununla birlikte firmaların üzerindeki vergi yüklerinde hafifletilmesi şartıyla Karbon vergisinde tartışılması gerektiği düşünülmektedir. Sanayi sektörünün katma değerindeki artışında kısa döneme nispeten uzun dönemde daha baskın bir şekilde çevreye zarar verdiği görülmektedir. Son olarak ise Türk finans piyasasının gelişmesi beklenildiği gibi karbon salınımını artırdığı anlaşılmıştır. Finans piyasalarının gelişmesi özellikle dışarıdan ülkemize gelen

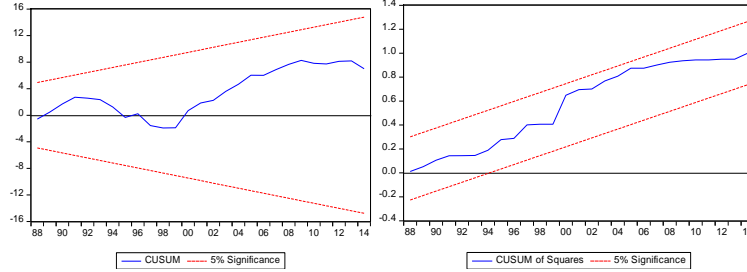
yabancı yatırım miktarının artmasına ve ülkedeki kredi maliyetlerini düşürücü etkide bulunması, daha fazla yatırım ve tüketim temelli bir karbon salınımının varlığına işaret ettiği düşünülmektedir. Burada finansal piyasalar özellikle çevresel duyarlılığı yüksek projeleri destekleyici şekilde yapılandırılmasının gerekliliği anlaşılmıştır.

Tablo 4: Kısa ve Uzun Dönem Esneklikler

Kısa dönem esneklikler		Uzun dönem esneklikler	
C	-25.56***	C	-36.241***
$\Delta \ln(\text{gdp})_t$	5.65***	$\ln(\text{gdp})_t$	6.729***
$\Delta \ln(\ln \text{gdp}_t)^2$	-0.315***	$\ln(\ln \text{gdp}_t)^2$	-0.362***
$\Delta \ln(\text{energy})_t$	1.152***	$\ln(\text{energy})_t$	0.759***
$\Delta \ln(\text{fd})_t$	0.046**	$\ln(\text{fd})_t$	0.044**
$\Delta \ln(\text{indust})_t$	0.121***	$\ln(\text{indust})_t$	0.201***
η	-0.705***		
<i>Diagnostik Testler</i>			
Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM [2] Testi	1.1187 (0.57)	Jarque-Bera Normallik Testi	0.4316 (0.80)
Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi	28.9754 (0.18)	RamseyReset Testi	0.5860 (0.45)
\bar{R}^2	0.9988		
Not: *** %1, ** %5, * %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.			

Tablo 4'ün alt panelinde ise uzun dönem modellerin tanısal (diagnostik) test sonuçları verilmiştir. Modellere ait düzeltilmiş determinasyon katsayı değerlerini yüksek (0.99) görünmektedir. Breusch-Godfrey LM testi modellerde otokorelasyon sorununun olmadığını, Breusch-Pagan-Godfrey testi değişen modellerde değişen varyansın olmadığını, Jarque-Bera testi hata terimlerinin normal dağılıma sahip olduğunu, Ramsey Reset testi modellerin fonksiyonel olarak doğru kurulduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, modellerin sağlıklı öngörülerde bulunduğu desteklemektedir. Ayrıca her bir modelin parametrelerinin istikrarlı oldukları Tablo:5'de sunulan CUSUM ve CUSUMSQ grafiklerinde tahmin edilen modelin parametrelerinin % 5 anlamlılık düzeyinde çizilen sınırlar içinde yer aldığını göstermektedir. Sınırların dışına taşmaması model parametrelerinin istikrarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 5: CUSUM ve CUSUMSQ Test Sonuçları



VI.Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye'nin son 56 yıllık dönemindeki çevre kirliliğine yol açan ekonomik faktörlerin tespiti amaçlanmıştır. Türkiye ekonomisi ilgili dönemde istenilen düzeyde olmasa da ekonomik anlamda önemli gelişmeler sağladığı bilinmektedir. Ülkelerin iktisadi büyüme ve kalkınma sürecinde çevreye verdiği tahribat özellikle gelecek nesillerin şiddetle sorgulayacağı bir konu olacaktır. Elbette, gelişmiş ülkeler gibi Türkiye'de gelir düzeyini artırmak için gerekli adımları atması gerekmektedir. Ancak bu büyüme ve kalkınma hedefleri için geliştirilen iktisat politikalarının çevreyle uyumlu diğer bir ifadeyle çevre maliyetlerine duyarlı olacak şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir. Çevreye rağmen yapılacak iktisadi gelişmeler uzun dönemde ülke ve dünya insanlığı adına telafisi güç problemlere yol açması muhtemeldir.

Çalışmada Türkiye'nin 1960-2016 döneminde, karbon salınımı ile gelir, enerji kullanımı, finansal gelişmişlik ve sanayinin ekonomik büyüklüğü arasında kısa ve uzun dönemli ilişkilerin varlığı sorgulanmıştır. Bulgular, Türkiye'de gelir düzeyi ile çevresel kirlilik arasında EKC hipotezinin hem kısa hem de uzun dönemde geçerli olduğunu göstermiştir. İktisadi gelişme devam ettikçe çevresel kirliliğin arttığı ancak bir noktadan sonra ise büyümeye rağmen çevre kirliliğinin azaldığı anlaşılmaktadır. Enerji kullanımının ise kısa dönemde daha baskın olmak üzere her iki dönemde de çevre kirliliğine katkı yaptığı, finansal gelişmişliğin ise hemen hemen aynı derecede çevreye zarar verdiği ve sanayi sektörünün büyüklüğü ise uzun dönemde daha fazla çevreyi tahribat ettiği görülmüştür. Burada özellikle her iki dönemde etkisini önemli ölçüde hissettiren enerji kullanımı açısından gerekli yapısal adımların atılması ve finans piyasalarının çevreye duyarlı projeleri destekleyici karakterde yapılandırılması gerektiği düşünülmektedir. Çalışmanın, literatürde belirtilen ticari açıklık, doğrudan yabancı sermaye, şehirleşme oranı gibi çevre kirliliğine katkıda bulunan diğer faktörleri barındıracak şekilde genişletilmesinin yararlı olacağı beklenilmektedir.

Kaynaklar

- Başar, Selim, Temurlenk, M. Sinan, (2007), “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), ss.1-12.
- Bölük, Gülden ve Mert, Mehmet, (2015), “The Renewable Energy, Growth and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, ss.587-595.
- Charfeddine, Lanouar ve Khediri, Karim Ben, (2016), “Financial Development and Environmental Quality in UAE:Cointegrationwith Structural Breaks”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, ss.1322-1335.
- Enders, Walter, (2015), *Applied Econometric Time Series*, Fourth Edition, Wiley, USA.
- Grossman, Gene M. ve Krueger, Alan B., (1991), “Environmental Impacts of a North American free Trade Agreement”, *NBER Working Paper*, No. w3914.
- Hao, yu, Liu, Yiming, Weng, Jia-Hsi,Gao,Yixuan, (2016), “Does The Environmental Kuznets Curve for Coal Consumption in China Exist? New Evidence from Spatial Econometric Analysis”, *Energy*, 114, ss.1214-1223.
- Javid, Muhammad ve Sharif, Fatima, (2016), “Environmental Kuznets Curve and Financial Development in Pakistan”,*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, ss.406-414.
- Katircioğlu, Salih Turan ve Taşpinar, Nigar, (2017), “Testing The Moderating Role of Financial Development in an Environmental Kuznets Curve: Emprical Evidence from Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, ss.572-586.
- Kuznets, Simon, (1955), “Economic Growth and Income Inequality”, *The American Economic Review*, 45(1),ss.1-28.
- Moghadam, Hadi Esmailpour ve Dehbashi, Vahid, (2018), “The Impact of Financial Development and Trade on Environmental Quality in Iran”, *Emprical Economics*, 54(4), ss.1777-1799.
- Ozturk, Ilhan ve Acaravci, Ali, (2013), “The Long –Run and Casual Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey”, *Energy Economics*, 36, ss.262-267.
- Özokçu, Selin ve Özdemir, Özlem, (2017), “Economic Growth, Energy and Environmental Kuznets Curve”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, ss.639-647.
- Pesaran, M. Hashem, Shin, Yongcheol, Smith Richard J., (2001), “Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, 16(3),ss.289-326.
- Phillips Peter C. B. and Perron Pierre (1988), "Testing for A Unit Root in Time Series Regression", *Biometrika*, 75(2), ss.335-346.

- Saboori, Behnaz ve Sulaiman, Jamalludin (2013), “CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Countries: A cointegration Approach”, *Energy*, 55, ss.813-822.
- Shahbaz, Muhammad, Ozturk, İlhan, Afza, Talat, Ali, Amjad, (2013b), “Revisiting The Environmental Kuznets Curve in Global Economy”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, ss.494-502.
- Shahbaz, Muhammad, Solarin, Sakiru Adebola, Mahmood, Haider ve Arouri, (2013a), “Does Financial Development Reduce CO₂ Emissions in Malaysian economy? A Time Series Analysis”, *Economic Modelling*, 35, ss.145-152.
- Tamazian, Artur, Chousa, Juan Pineiro, Vadlamannati, krishna Chaitanya, (2009), “Does Higher Economic and financial Development Lead to Environmental Degradation: evidence from BRIC Countries”, *Energy Policy*, 37, ss.246-253.
- Yang, Haisheng, He, Jie, Che, Shaoling, (2015), “The Fragility of The Environmental Kuznets Curve: Revisiting The Hypothesis with Chinese Data via an “Extreme Bound Analysis”, *Ecological Economics*, 109, ss.41-58.
- Zaman, Khalid, Shahbaz, Muhammad, Loganathan, Nanthakumar ve Raza, Syed Ali, (2016), “Tourism Development, Energy Consumption and Environmental Kuznets Curve: Trivariate Analysis in The Panel of Developed and Developing Countries”, *Tourism Management*, 54, ss.275-283.
- Zhang, Chuanguo ve Zhao, Wei, (2014), “Panel estimation for Income Inequality and CO₂ Emissions: A Regional Analysis in China”, *Applied Energy*, 136, ss.382-392.
- Zhang, Yue-Jun, (2011), “The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: An empirical Analysis in China”, *Energy Policy*, 39, ss.2197-2203.

Ek-1: Literatür Özeti

Çalışma	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler	İncelenen Ülke(ler) ve Dönem	Yöntem	Bulgular
Tamazian vd. (2009)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP artışı, sanayi sektörünün payı, Gayrisafi harcamaların GDP'ye oranı, finansal serbestleşme, hisse senedi piyasa değeri	BRIC ülkeleri, 1992-2004	Panel	EKC geçerli ve finansal gelişme kişi başı CO_2 azaltmaktadır.
Zhang (2011)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, farklı finansal gelişmişlik göstergeler, FDI	Çin, 1980-2009	Granger, Varyans Ayırıştırması	Finansal gelişmişlik kişi başı CO_2 artırmaktadır.
Saboori, Behnaz ve Sulaiman, Jamalludin (2013)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, kişi başı enerji kullanımı(petrol)	Malezya, Filipinler, Endonezya, Singapur, Tayland, 1971-2009	ARDL, Granger nedensellik VECM	EKC sadece kısa dönemde Tayland için geçerli.
Ozturk ve Acaravci (2013)	Kişi başı CO_2	Kişi başı enerji tüketimi, kişi başı RGDP, ticari açıklık, finansal gelişmişlik	Türkiye, 1960-2007	ARDL	EKC geçerli ve finansal gelişme etkisiz.
Shahbaz vd. (2013a)	Kişi başı CO_2	Kişi başı RGDP, finansal gelişmişlik, finansal gelişmişliğin karesi, enerji tüketimi, FDI, dışa açıklık,	Malezya, 1971-2011	ARDL, VECM,	Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi çevre kirliliğini artırırken, finansal gelişme azaltmaktadır.
Shahbaz vd. (2013b)	Kişi başı CO_2	Enerji yoğunluğu, ekonomik büyüme, küreselleşme	Türkiye, 1970-2010	VECM Granger Nedensellik	EKC geçerli, Enerji yoğunluğu ve ekonomik büyüme çevre kirliliğine yol açmakta.
Zhang ve Zhao (2014)	Toplam CO_2	Kişi başı GDP, gelir eşitsizliği (GINI), enerji yoğunluğu, şehirleşme oranı, sanayi sektörünün GDP'deki payı	29 Çin vilayeti, 1995-2010	Panel, Kübik form.	EKC geçerli olmayıp, Gelir ve gelir eşitsizliği çevre kirliliğini artırmakta.
Bölük ve Mert (2015)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, Kişi başı enerji kullanımı	Türkiye, 1961-2010	ARDL	EKC geçerli.
Javid ve Sharif (2016)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, Kişi başı enerji kullanımı (petrol), finansal gelişme, dışa açıklık	Pakistan, 1972-2013	ARDL ve ECM	EKC geçerli.
Zaman vd. (2016)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, Kişi başı enerji kullanımı, turizm indeksi, kişi başı sağlık harcamaları, gayrisafi sabit sermaye oluşumunun GDP'ye oranı	34 ülke, 2005-2013	Panel 2 aşamalı en küçük kareler (2SLS)	EKC geçerli, Turizm sektörün gelişimi-enerji kullanımı-yatırımlar çevresel kirliliğe yol açmakta.
Özokçu ve Özdemir (2017)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, kişi başı Enerji Kullanımı	26 yüksek gelirli OECD, 52 gelişmekte	Panel, log-log karesel ve kübik,	EKC geçersiz, N ve ters N eğrisi
Katircioğlu ve Taşpınar (2017)	Kişi başı CO_2	Kişi başı GDP, Kişi başı enerji kullanımı (petrol), finansal gelişme endeksi	Türkiye, 1960-2010	DOLS, log-log karesel	EKC geçerli

Ek-2: Değişkenlerin Grafiği

