

# GENİŞLETİLMİŞ ÇEVRESEL KUZNETS EĐRİŐİ MODELİNDE İÇSELLİK PROBLEMİ: PANEL KANTİL ARAÇ DEĞİŞKEN YAKLAŞIMI\*

**Endogeneity Problem in Augmented Environmental Kuznets Curve Model:  
Approach of Panel Quantile with Instrumental Variables**

**Sinem Güler KANGALLI UYAR\*\* & Zekiye Betül KARAHAN\*\*\***

## Özet

Bu çalışmada evresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği 1995-2010 arası dönemde İklım Değişikliği SözleŐmesi'nde tanımlanan farklı ülke grupları (Annex II, Non-Annex I, Tm lkeler) için toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil araç değişken yaklaşımı ile incelenmiştir. Çevresel kirlilik göstergesi olarak kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu kullanılmıştır. Açıklayıcı değişken olarak da ekonomik gelişmişlik değişkeninin yanı sıra ticaret hacmi, hizmet sektörünün payı, fosil yakıt tknetimi ve kentleşme değişkenleri belirlenmiŐ ve genişletilmiş evresel Kuznets eğrisi modeli tahmin edilmiştir. Çalışmada kullanılan yaklaşım ile modelde CO<sub>2</sub> emisyonu-gelir ve CO<sub>2</sub> emisyonu-ticaret arasındaki muhtemel çift yönlü ilişkiler nedeniyle ortaya çıkabilecek içsellik problemi ve panel verinin yapısı nedeniyle ortaya çıkabilecek değişen varyans problemi de dikkate alınmıştır. Dahası, bu çalışmada kullanılan yaklaşım ile açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki heterojen etkileri ülke grupları arasında olduğu gibi aynı zamanda ülke grupları içinde de gözlemlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular teorik beklentilerle uyumlu olmakla birlikte, evresel Kuznets eğrisi hipotezi hiçbir ülke grubu için geçerli değildir.

## Anahtar Kelimeler:

evresel Kuznets EĞrisi Hipotezi, İçsellik Problemi, Panel Kantil Ara Değişken Yaklaşımı, Toplamsal Olmayan Sabit Etkiler

## JEL Kodları:

C22, C26, Q56

## Keywords:

Environmental Kuznets Curve, Endogeneity Problem, Panel Quantile Regression with Instrumental Variables, Non-additive Fixed Effects

## JEL Codes:

C22, C26, Q56

## Abstract

In this study, the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis is investigated with the approach of panel quantile regression with non-additive fixed effects using instrumental variables for different country groups (Annex II, Non-Annex I, Total) defined in the United Nations Framework Convention on Climate Change for the period of 1995-2010. An augmented environmental Kuznets curve model was estimated and, in this model, CO<sub>2</sub> emission per capita was determined as an indicator of environmental pollution and besides economic development as well as the trade volume, the share of the service sector, fossil fuel consumption and urbanization variables were taken as explanatory variables. The endogeneity problem that may arise due to possible bilateral relationships between CO<sub>2</sub> emission-economic development and CO<sub>2</sub> emission-trade and the heteroscedasticity problem because of the structure of the panel data are also taken into consideration with this approach. Moreover, the heterogeneous effects of explanatory variables on CO<sub>2</sub> emissions were observed in the country groups as well as within-country groups. Although the findings obtained from the study are consistent with theoretical expectations, the environmental Kuznets curve hypothesis is not valid for any country group.

\* Bu alışma Do. Dr. Sinem Güler Kangallı Uyar'ın danıŐmanlıĐında Zekiye Betl Karahan'ın "evresel kirlilik ve ekonomik gelişmişlik iliŐkisinde içsellik probleminin incelenmesi: panel kantil ara değişken yaklaşımı" baŐlıklı yüksek lisans tezinden tretilmiŐtir.

\*\* Do. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, skangalli@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3694-150X (Sorumlu Yazar)

\*\*\* Yüksek Lisans Mezunu, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri ABD, betulmandi91@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9418-7472

## 1. Giriş

Çevre kirliliği, ekolojik sistemi bozan her türlü oluşum ya da etki olarak ortaya çıkabilir. Gün geçtikçe artan çevre kirliliği, ekosistem dengesini bozarak iklim değişikliklerine, enerji ve yiyecek kıtlığına, besin ve su kaynaklarının tükenmesine ve canlıların nesillerinin tükenmesi sonucu biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabilir. Çevre kirliliği üzerine yapılan çalışmalar bu tür güçlü etkilerin meydana gelmesiyle dikkat çekmeye ve önem kazanmaya başlamıştır.

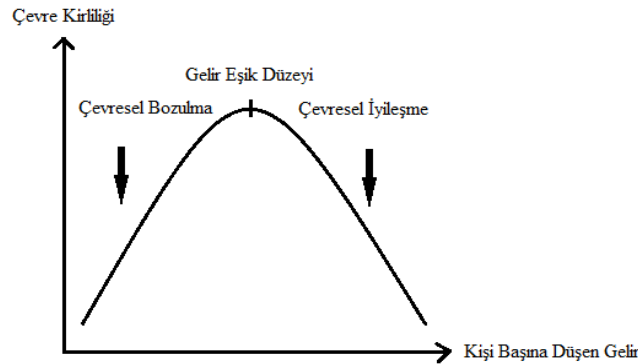
Çevre kirliliği, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesi ile yakından ilişkilidir. Çevre ekonomisi alanındaki ilk temel çalışma 1990’lı yıllarda Grossman ve Krueger (1991, 1995) tarafından yapılmış ve bu çalışmada çevre kirliliği ve gelir seviyesi arasındaki ilişki incelenerek, çevre kirliliği ile gelir arasında önce artan daha sonra azalan bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. İkinci temel çalışma olan Shafik ve Bandyopadhyay (1992), kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) ile hava kirliliği, temiz suya ulaşılma oranı, katı atık üretimi ve ormansızlaşma oranı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve benzer bir bulgu elde etmişlerdir. Panayotou (1993), gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grupları için kirlilik göstergeleri ve ormanlık alanlarında görülen azalmalar ile kişi başına düşen gelir düzeyi arasındaki ilişkiler üzerine inceleme yapmıştır. Elde edilen sonuçlar, kirlilik göstergeleri ve azalan ormanlık alan ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkilerin ters-U biçiminde olduğunu göstermiştir. Panayotou (1993), ters-U biçimli ilişkiyi Simon Kuznets’in (1955) kişi başına düşen gelir ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasından esinlenerek Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) olarak adlandırmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987 yılında yayımladığı “Ortak Geleceğimiz” adlı raporda ÇKE’nin bir kavram olarak kullanılacağına ilk sinyallerini vermiş olmakla birlikte Selden ve Song’un (1994) çalışması, ÇKE’yi bir terim olarak kullanan ilk çalışma olmuştur.

Bu çalışmada, İklim Değişikliği Konferansı’nda belirlenen ülke grupları (Annex II, Non-Annex I, Tüm Ülkeler (100 ülke) = Annex I (Annex II + Geçiş Ekonomisi + Diğer) + Non-Annex I) için 1995-2010 döneminde çevresel kirlilik göstergesi olan CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik gelişmişlik seviyesinin bir göstergesi olan kişi başına düşen reel gayrisafi yurtiçi hasıla, çevresel kirlilik üzerinde etkili olabilecek diğer değişkenler (ticaret hacmi, fosil yakıt tüketimi, hizmet sektörü, kentleşme) arasındaki ilişkiler toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil araç değişken (IV-QRPD) yaklaşımı ile incelenmektedir. CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımı için farklı dilimlerine göre değişkenler arasındaki ilişkileri incelemeye izin veren ve bazı değişkenlerin neden olduğu içsellik problemini dikkate alan bu yaklaşımın uygulanması çalışmayı, ÇKE ile ilgili yapılan diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır. Çalışmada kantil regresyon yönteminin tercih edilmesinin nedeni, örnekleme dahil edilen ülkelerdeki CO<sub>2</sub> emisyonunun farklı seviyelerde olması ve değişkenler arasındaki ilişkiler için tek bir parametre tahmini elde etmek yerine farklı kantiller kullanarak birden fazla parametre tahmininin elde edilmek istenmesidir. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımı için en düşük %10’luk ve %25’lik ile en yüksek %10’luk ve %25’lik dilimler (0.10., 0.25., 0.50., 0.75. ve 0.90. kantiller) belirlenerek farklı ülke grupları için düşük-yüksek karbondioksit emisyonu ayrımının yapılabildiği durumda çevresel Kuznets eğrisinin geçerli olup olmadığı tespit edilerek, mevcut ilişkinin fonksiyonel formu ve karbon salınımında etkili olan değişkenler belirlenmeye çalışılacaktır. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde ÇKE’nin kavramsal çerçevesi incelenerek, çevresel kirlilik ve ekonomik gelişmişlik ilişkisinin ters-U şeklinde olmasının nedenleri teorik düzeyde ele alınmıştır. Daha sonra, bu bölümde ÇKE’nin ters-U dışındaki biçimleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde, literatür araştırması yapılarak ortaya çıkan farklı ÇKE biçimlerine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde, ÇKE ile ilgili yapılan ampirik çalışmalarda

karşılaşılan problemlere yer verilmiştir. Beşinci bölümde, içsellik problemini dikkate alan ve bağımlı değişkenin dağılımının farklı dilimleri için ilişkiyi incelemeye izin veren IV-QRPD yaklaşımı tanıtılmıştır. Altıncı bölümde, çalışmada kullanılacak model tanımı yapılarak modeldeki değişkenlerin tanımlamalarına ve değişkenlere ait veri seti tanımına detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Daha sonra model tahmini ile ilgili tahmin sonuçları incelenerek elde edilen bulguların iktisadi yorumlamalarına yer verilmiştir. Son bölümde farklı ülke gruplarına ilişkin ÇKE hipotezinin geçerliliği değerlendirilerek, farklı gelişmişlik seviyesindeki ülkeler için çevresel kirliliğin kontrol edilmesinde önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Grossman ve Krueger (1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ve Panayotou (1993) çevresel kirlilik ve ekonomik gelişmişlik seviyesi arasındaki ilişkinin ters-U biçiminde olduğuna dair bulgular elde etmişlerdir. Bu bulgulara göre, ekonomik gelişmişlik seviyesinin başlangıç seviyelerinde ekonomik gelişmişlik seviyesi arttıkça çevresel kirlilik artmakta ve dönüm noktası olarak da adlandırılan gelir eşik düzeyine ulaştıktan sonra ekonomik gelişmişlik seviyesindeki artışla birlikte çevresel kirlilik azalmaktadır. ÇKE'nin ters-U biçimli görünümüne Şekil 1'de yer verilmiştir.



Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Günsoy, 2007 (Yazar tarafından uyarlanmıştır).

ÇKE'nin ters-U şeklinde olmasının teorik nedenini Grossman ve Krueger (1991) teknoloji etkisi ile açıklarken, Panayotou (2003), teorik nedenleri ölçek etkisi, birleşim etkisi ve çevre kalitesi talebinin gelir esnekliği olarak ele almıştır. *Ölçek etkisi*, ÇKE'nin artan kısmını, diğer etkiler azalan kısmını açıklamaktadır. Ekonomik gelişmişliğin başlangıç seviyelerinde görülen ölçek etkisi, çevre kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun nedeni, sanayileşme öncesi dönemde ekonomik faaliyetlerin tarımla sınırlı kalmasıyla birlikte sanayiye bağlı kirliliğin olmamasıdır. Ancak endüstri toplumuna geçişin yapıldığı dönemde, sanayi sektörü etkinliğini arttıracaktır. Artan ölçek ekonomisi ile üretim artışı ve bunun karşılanabilmesi için kullanılan doğal kaynaklarla birlikte tüketimde de yükselme olacaktır. Sonuç olarak, ekonomik gelişmişliğe bağlı artan çıktı seviyesi de çevreyi olumsuz etkiler hale gelecektir.

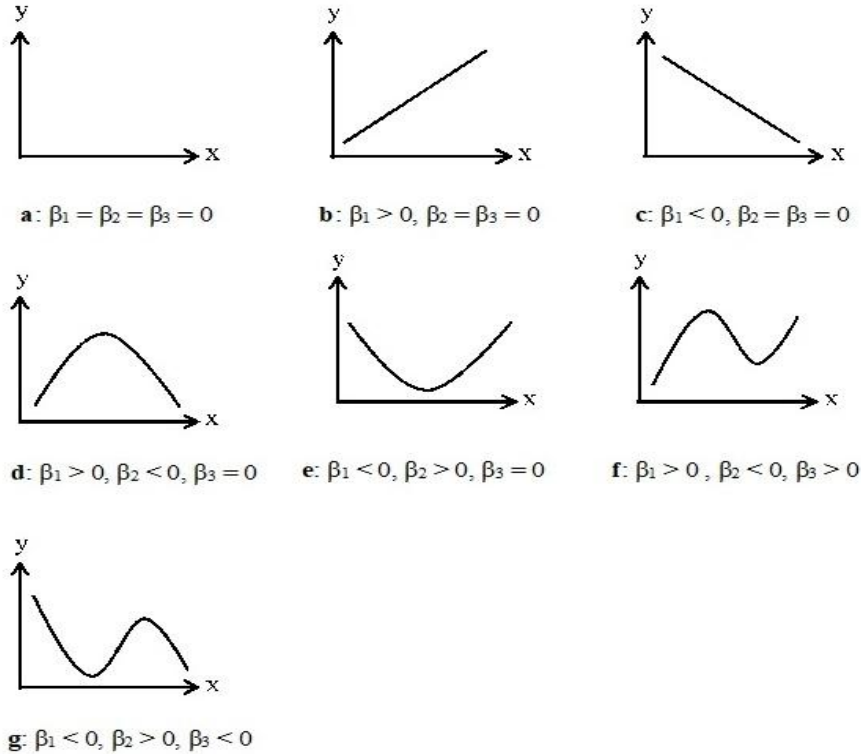
*Birleşim etkisi*, gelir artışının doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki olumlu etkilerini açıklamaktadır. İktisadi gelişmenin devam etmesi, endüstri toplumundan hizmet ve bilgi toplumuna geçişi hızlandırmaktadır. Sanayi sektörüne kıyasla daha az doğal kaynağın

kullanıldığı hizmet ve bilgi sektörlerinde ise, görece çevresel kirlilik azalmaktadır. *Çevre kalitesi talebinin gelir esnekliği* yaklaşımına göre, gelir artışı bireylerin yaşam standartlarını arttırarak daha yüksek refah seviyesinde yaşama isteği sağlamaktadır. Bu da çevre koruma duyarlılığını ve dolayısıyla, çevresel düzenlemelere olan talebi arttırmakta, böylece çevresel kirliliği azaltmaktadır. *Teknoloji etkisi* yaklaşımına göre, ülke refahındaki artış çevreye yönelik araştırma ve geliştirme fonlarına duyarlılığı arttırmaktadır. Bunun sonucunda tercih edilen çevre dostu teknoloji, kirlilik yayan eski teknolojinin kaldırılmasını sağlayarak, çevre kalitesinin artmasını sağlamaktadır.

Çevre kirliliği ve ekonomik gelişmişlik arasındaki ilişki en genel formda eşitlik (1)'deki gibi modellenebilir. Bu model, standart ÇKE regresyon modeli olarak da bilinmektedir:

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

Burada Y, çevre kirliliğini; X, ekonomik gelişmişlik seviyesini ve Z, çevresel kirlilik üzerinde etkili olan diğer değişkenleri ifade etmektedir. Alt indislerden i ülke, t zaman boyutunu göstermektedir.  $\alpha_i$ , ülkelere özgü etkileri başka bir deyişle, sabit etkileri;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  eğim parametrelerini ifade etmektedir.  $\varepsilon_{it}$ , sıfır ortalama ve sabit varyans ile normal dağılıma sahip hata terimidir. Model parametrelerine konulan bazı kısıtlar, ÇKE eğrisinin biçimini belirlemektedir (Dinda, 2004, s. 440-441). Bu kısıtlar ve kısıtlar sonucunda ortaya çıkan farklı formlardaki çevresel Kuznets eğrilerine Şekil 2’de yer verilmiştir:



**Şekil 2. Farklı Formlarda Çevresel Kuznets Eğrileri**

**Kaynak:** Albayrak ve Gökçe, 2015.

Çevre kirliliği ve ekonomik gelişme arasında ters-U şeklinde bir ilişki olması durumunda çevresel bozulmanın hangi seviyeden sonra azalmaya başlayacağı sorusu önem kazanmaktadır. Dönüm noktası olarak adlandırılan bu seviye,  $Y^* = -\beta_1/2\beta_2$  formülü ile hesaplanmaktadır.

### 3. Literatür

ÇKE hipotezinin ters-U şeklinin dışında, farklı ilişki biçimlerinin de elde edildiği çalışmalardan bazıları bu bölümde incelenecektir. Bu çalışmanın bulguları ile karşılaştırılabilir olması nedeniyle öncelikle panel kantil regresyon yaklaşımı ile ÇKE hipotezini inceleyen çalışmalara detaylı olarak yer verilecektir.

ÇKE hipotezinin incelenmesinde panel kantil regresyon yaklaşımını kullanan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte Zhu, Duan, Guo ve Yu (2016), Allard, Takman, Uddin ve Ahmed (2018), Sarkodie ve Strezov (2019) ve Güriş ve Sak (2019) şeklinde sıralanabilir. Zhu vd. (2016), 1981-2011 döneminde 5 Asya ülkesi için doğrudan yabancı yatırım, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bağımsız değişkenlerin karbon emisyonları üzerindeki etkileri farklı kantiller karşısında heterojendir. Dahası, ÇKE hipotezini destekleyecek kanıtın yeterli olmadığı ifade edilmiştir. Allard vd. (2018), 1994-2012 döneminde 74 ülke için karbon emisyonları ile kişi başına GSYH arasındaki ilişkiyi inceleyerek çevresel Kuznets eğrisinin biçimine ilişkin çıkarımlarda bulunmuşlardır. Modele kişi başına GSYH değişkeninin yanı sıra yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik gelişme, ticaret ve kurumsal kalite gibi açıklayıcı değişkenler de dahil edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, üst-orta gelirli ülke grupları dışındaki tüm gelir gruplarında çevresel Kuznets eğrisinin biçiminin N biçiminde olduğuna dair kanıtlar elde edilmiştir. Sarkodie ve Strezov (2019), 1982-2016 dönemi için en fazla sera gazı yayan beş ülkeyi (Çin, Hindistan, İran, Endonezya ve Güney Afrika) ele almış ve ekonomik gelişme, doğrudan yabancı yatırım ve enerji tüketiminin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Bağımlı değişken olarak CO<sub>2</sub> emisyonu, açıklayıcı değişken olarak doğrudan yabancı yatırım net girişleri, kişi başına GSYH, toplam sera gazı emisyonları ve enerji kullanımı seçilmiştir. Tahmin sonuçları, çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin, Çin ve Endonezya için geçerli olduğunu; Hindistan ve Güney Afrika için U şeklinde bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Son olarak, Güriş ve Sak (2019), 1993-2014 döneminde 32 OECD ülkesi için karbondioksit emisyonunu etkileyen faktörleri ÇKE hipotezi çerçevesinde incelemiştir. Bu faktörler ekonomik büyümenin yanı sıra enerji kullanımı, kentleşme oranı, yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık ve finansal gelişme olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda OECD ülkelerinde farklı kantillerde ÇKE hipotezinin geçerliliği incelenmiş ve karbondioksit emisyonu miktarı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklinin N biçiminde olduğu belirlenmiştir. Sarkodie ve Strezov (2019) ile Güriş ve Sak'ın (2019) çalışmaları, panel kantil regresyon yaklaşımını kullanan diğer çalışmalardan toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil regresyon yaklaşımını kullanmaları nedeniyle yöntem açısından da farklılaşmaktadır. Bu çalışmada da aynı yaklaşımın kullanılması nedeniyle analizlerden elde edilen bulgular, Sarkodie ve Strezov (2019) ile Güriş ve Sak'ın (2019) çalışmalarındaki bulgular ile karşılaştırılacaktır.

Panel kantil regresyon yaklaşımı dışında ÇKE hipotezinin geçerliliğini incelemek için kullanılan diğer yöntemler klasik panel veri yaklaşımlarını, çeşitli zaman serisi tekniklerini, nonparametrik ve semiparametrik yaklaşımları, mekânsal ekonometrik yaklaşımları ve zaman ile mekân etkilerinin birlikte dikkate alındığı uzaysal-zamansal (spatio-temporal) yaklaşımları

kapsamaktadır. Literatürde ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen çalışmalar sadece yöntem açısından değil, örneklem dizaynı ve kullanılan değişkenler açısından da birbirinden oldukça farklıdır. Nitekim, çalışmalarda bağımlı değişken olarak karbondioksit emisyonunun ( $CO_2$ ) yanı sıra, sülfür dioksit ( $SO_2$ ), duman, çözünmüş oksijen, atmosferdeki asılı partikül madde (SPM), ağır partiküller ve kolibasili miktarı gibi farklı kirlilik göstergeleri kullanılmıştır. Farklılaşmaya neden olan bu faktörler de çevresel Kuznets eğrisinin ters-U biçimi dışında farklı formlarının da elde edilmesinde etkilidir. Çalışmalardan bazıları aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

Shafik ve Bandyopadhyay (1992), çevre kirliliği ve gelir arasındaki ilişkiyi 149 ülke için incelemiştir. Çalışmada, kişi başına  $CO_2$  emisyonu, sülfür dioksit ( $SO_2$ ) miktarı ve ortamda asılı partikül madde (SPM) seviyelerinin yanı sıra yedi kirlilik göstergesi daha kullanılmıştır. Panel veri analizinden elde edilen bulgular,  $CO_2$  emisyonu ile gelir arasında monoton artan, SPM ve  $SO_2$  ile gelir arasında ise ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Moomaw ve Unruh (1997), 16 ülke için kişi başına  $CO_2$  emisyonu ve GSYH arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile incelemiş ve yapılan araştırmada veri toplulaştırmasına bağlı olarak ÇKE'nin biçiminin N şeklinde olduğunu gözlemlemiştir.

Torras ve Boyce (1998), 1977-1991 döneminde 19-42 ülkede 18-52 şehirden elde edilen çeşitli hava kirliliği göstergeleri ve 58 ülkede 287 istasyondan elde edilen su kirliliği göstergeleri için ÇKE hipotezini EKK yöntemi ile incelemiştir. Çalışmada, kirlilik göstergeleri ve kişi başına gelir arasında ÇKE hipotezini destekleyecek bulgular elde edilememiştir. Dahası, özellikle düşük gelir grubundaki ülkelerde, gelir, gelir dağılımı, okuryazarlık oranı, politik hak ve medeni özgürlüklerin çevre kalitesi üzerinde güçlü etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Dinda, Coondoo ve Pal (2000), 6 düşük, 11 orta ve 16 yüksek gelirli olmak üzere 33 ülke için 1979-82, 1983-86, 1987-90 dönemlerinde çevresel bozulma (SPM,  $SO_2$ ) ve kişi başına reel gelir arasındaki ilişkiyi en küçük kareler (EKK) yöntemi ve mutlak en küçük hatalar (LAE) yaklaşımı ile incelemiştir. SPM ve kişi başına reel gelir arasındaki ilişki için U biçiminde ÇKE elde edilmiştir.

Egli (2004), Almanya için 1966-1999 dönemini ele alarak zaman serisi yöntemiyle ÇKE hipotezini incelemiş ve çevresel kirlilik göstergeleri olarak  $CO_2$  emisyonu, sülfür dioksit, azot oksitler, karbon monoksit, partikül maddeler, amonyak, metan ve metan olmayan uçucu organik maddeler alınmıştır. Çalışmanın bulguları, azot oksitler ile amonyak ve gelir düzeyi arasında ÇKE hipotezini destekleyecek şekilde ters-U şeklinde ilişki biçimlerinin mevcut olduğunu göstermiştir. Buna karşılık, diğer çevresel kirlilik göstergeleri için ÇKE hipotezini destekleyen bulgular elde edilememiştir.

Bertinelli ve Strobl (2005), 122 ülke için 1950-1990 döneminde çevresel kirlilik göstergelerinden sülfür ve  $CO_2$  emisyonu ile kişi başına GSYH arasındaki ilişkiler için ÇKE hipotezinin geçerliliğini yarı parametrik model yaklaşımı ile incelemiş ve ÇKE hipotezini destekleyecek bulgulara ulaşamamıştır.

Ang (2007), 1960-2000 döneminde Fransa için ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır.  $CO_2$  emisyonu ile ticari enerji kullanımı, kişi başına düşen reel GSYH ve GSYH'nin karesi arasındaki ilişki eş bütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli ile incelenmiştir. Değişkenler arasında güçlü ve uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucu elde edilmekle birlikte,  $CO_2$  emisyonu ile kişi başına düşen GSYH arasında ÇKE hipotezini destekleyecek şekilde ters-U ilişkisine rastlanmıştır.

Başar ve Temurlenk (2007), Türkiye için 1950-2000 döneminde, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu, fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu, katı yakıtların tüketiminden ortaya çıkan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu ve akaryakıt tüketiminden dolayı ortaya çıkan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu ile kişi başına GSYH arasındaki ilişkiyi EKK yöntemi ile incelemiştir. Tahmin sonuçları, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu ile fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu ve kişi başına GSYH arasında ters-N biçimli bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Kişi başına GSYH ve diğer emisyon değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Akbostancı, Türüt-Aşık ve Tunç (2009), Türkiye için çevre kalitesi ve gelir arasındaki ilişkiyi iki farklı aşamada tahmin etmiştir. Öncelikle, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kişi başına gelir arasındaki ilişki eş bütünleşme tekniği kullanılarak incelenmiştir. İkinci aşamada, gelir ve hava kirliliği (PM10, SO<sub>2</sub>) arasındaki ilişki panel veri yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Zaman serisi analizi 1992-2001 dönemini kapsarken, panel veri analizi için örneklem 1992-2001 döneminde Türkiye'nin 58 ilini kapsamaktadır. Zaman serisi analizi sonuçlarına göre, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kişi başına gelir arasında uzun dönemde monoton artan ilişki vardır; panel veri analizi sonuçlarına göre, PM10, SO<sub>2</sub> ve gelir arasında N biçimli ÇKE olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, bu çalışmanın bulguları ne zaman serisi modelinin ne de panel veri modelinin ÇKE hipotezini desteklediğini göstermektedir.

Jalil ve Mahmud (2009), 1975-2005 döneminde Çin için CO<sub>2</sub> emisyonu ile enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemiştir. Analizde gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (ARDL) yaklaşımı kullanılmıştır. CO<sub>2</sub> emisyonu ile gelir arasında ÇKE hipotezini destekleyecek ters-U şeklinde ilişki elde edilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonuçları CO<sub>2</sub> emisyonunu uzun vadede gelir ve enerji tüketiminin belirlediğini göstermiştir. Ticaretin ise, CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

Uchiyama (2016), 1960-2010 döneminde 118 ülke için ÇKE hipotezinin geçerliliğini panel eşbütünleşme ve dinamik panel veri modelinin tahmini ile incelemiştir. Dinamik panel veri modelinde bağımlı değişken olarak kişi başına karbondioksit emisyonu ve açıklayıcı değişkenler olarak kişi başına GSYH değişkenlerinin yanı sıra ticari açıklık, hizmet sektörünün ve ticaret hacminin GSYH içindeki payı, toplam enerji tüketimi içinde fosil yakıt tüketiminin payı yer almaktadır. Çalışmada çevresel Kuznets eğrisinin N biçiminde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Javid ve Sharif (2016), 1972-2013 döneminde Pakistan için finansal gelişim, GSYH, kişi başına enerji tüketimi, reel gelir ve reel gelirin karesi ile dış ticarete açıklığın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisini eş bütünleşme analizi için F testi sınır yaklaşımı ile analiz etmiştir ve bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Analizden elde edilen bulgular hem uzun hem de kısa dönemde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Jebli, Youssef ve Ozturk (2016), 1980-2010 döneminde 25 OECD ülkesi için kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu ile GSYH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, uluslararası ticaret arasındaki ilişkileri incelemiştir. Tam modifiye edilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik en küçük kareler (DOLS) modellerine ait tahmin sonuçları, OECD ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonu ile GSYH arasında ters-U şeklindeki ilişkinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yenilenemeyen enerjiyi arttırmanın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı, ticaretin ve yenilenebilir enerjinin arttırılmasının ise CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kang, Zhao ve Yang (2016), 1997-2012 döneminde Çin için mekânsal panel veri yaklaşımı ile KE hipotezini incelemiştir. Modelde bağımlı değişken olarak kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu ve açıklayıcı değişkenler olarak kişi başına GSYH, ticari açıklık, enerji yapısı, nüfus yoğunluğu ve kentleşme değişkenleri kullanılmıştır. Meknsal etkilerin dikkate alınması ile KE’nin biçiminde de değişmeler olduğu ve CO<sub>2</sub> emisyonu ile kişi başına GSYH arasındaki ilişkinin ters-N biçiminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sarıdoğan, Güriş ve Uçak (2016), 1960-2010 döneminde Japon ekonomisi için ÇKE hipotezinin geçerliliğini incelemiştir. CO<sub>2</sub> emisyonu ile kişi başına reel gelir ve enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi, Maki (2012) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı eş bütünleşme testi ile araştırmış ve N biçimli Kuznets eğrisinin incelenen dönem boyunca geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Wang ve Liu (2017), 1992-2013 döneminde Çin’in gece ışık yoğunluğunu kullanarak Őehir düzeyindeki CO<sub>2</sub> emisyonu seviyelerini değerlendirmek için mekânsal ve zamansal (spatiotemporal) modelleme yaklaşımını kullanmışlardır. CO<sub>2</sub> emisyonunu etkileyen değişkenler olarak ekonomik gelişmenin yanı sıra nüfus büyümesi, endüstriyel yapı, sermaye yatırımları ve doğrudan yabancı yatırım değişkenlerini de belirlemişlerdir. Meknsal-zamansal tahmin sonuçlarına göre, kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik gelişme arasında ters-U Şeklinde bir ilişkinin varlığını destekleyici bulgular elde edilmiştir.

Pata (2018), Türkiye için 1974-2014 döneminde CO<sub>2</sub> emisyonu ile GSYH, finansal gelişme, toplam yenilenebilir enerji tüketimi, hidroelektrik tüketimi, alternatif enerji tüketimi ve kentleşme arasındaki kısa ve uzun dönemli dinamik ilişkileri ARDL sınır testi yaklaşımı, Gregory-Hansen ve Hatemi-J eş bütünleşme testleri ile incelenmiştir. Eş bütünleşme testleri değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermekle birlikte, ARDL ve yapısal kırılmaların da dâhil edildiği FMOLS ve kanonik eşbütünleşme regresyon modelinin tahmin sonuçları CO<sub>2</sub> emisyonu ile GSYH arasındaki ilişkinin ters-U biçiminde olduğunu göstermektedir. Ancak genel olarak sonuçlar, Türkiye’nin çevresel kirliliği azaltabileceği kişi başına GSYH seviyesine ulaşamadığını ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltmada bir çözüm olmadığını göstermiştir.

ağlayan Akay ve Kangallı Uyar (2019), 1995-2010 döneminde İklım Değişikliği Konferansında belirlenen Annex II ve Non-Annex I lke grupları için nonparametrik bir yöntem olan kontrol fonksiyonu yaklaşımı ile evresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliğini incelenmiştir. Çalışmada kişi başına düşen karbondioksit emisyonu çevresel kirlilik göstergesi olarak kullanılmış ve açıklayıcı değişkenler kişi başına GSYH, fosil yakıt tüketimi, hizmet sektörünün ve ticaret hacminin GSYH içindeki payı ve kentleşme olarak belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları her iki ülke grubu için de evresel Kuznets eğrisinin N biçiminde olduğunu göstermiştir.

Jin ve Kim (2020), 1990-2016 döneminde 34 Annex I lkesi için KE hipotezini heterojen panel veri analizi ile incelemiştir. CO<sub>2</sub> emisyonu, ticari açıklık, fosil yakıt kullanımı ve GSYH arasında uzun dönemli denge ilişkisinin olduğu panel eş bütünleşme testleri ile belirlenmiştir. Genel olarak ortalama grup ve uzun dönem tahminlerinden elde edilen bulgular, Annex I lkeleri için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığını göstermiştir. lkelere özgü yapılan tahminlerde ise, 34 ülkeden sadece beşinin KE hipotezini desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.



Mania (2020), 1995-2003 döneminde gelişmiş ve gelişmekte olan 98 ülke için KE hipotezini kısa dönem (genelleştirilmiş momentler yöntemi) ve uzun dönem (havuzlanmış ortalama grup) tahmin yaklaşımları ile incelemiştir. Tahmin sonuçları, ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

#### 4. Çevresel Kuznets Eğrisi Analizlerinde Karşılaşılan Problemler

ÇKE hipotezinin incelenmesine dayalı ampirik analizlerde ekonometrik açıdan bazı problemlerle karşılaşılabilir. Dışlanmış değişken problemi bunlardan biridir ve bu problem tahmin sonuçları açısından sapma ve tutarsızlık sorununu ortaya çıkarmaktadır. Uchiyama (2016), gelirin yanı sıra çevresel kirliliği etkileyebilecek ticaret ve enerji fiyatı gibi önemli değişkenlerin sıklıkla göz ardı edildiğinden bahsetmiştir. Dahası, KE hipotezine ilişkin modelleme yapılırken kimi zaman çevresel kirlilik değişkeni ile gelir arasındaki ilişkinin fonksiyonel formu da eksik belirlenebilmektedir. Buna göre, gelir değişkeninin kübik formunun modele dâhil edilmesi gerekirken, kuadratik formunun oluşturulması, başka bir deyişle gelir değişkeninin ncu dereceden halinin modele dâhil edilmemesi de önemli bir değişkenin dışlanması problemine neden olacaktır. Modelin fonksiyonel formunun yanlış belirlenmesi ya da modele dâhil edilmeyen önemli değişken(ler) nedeniyle, tahminler sapmalı ve tutarsız olacaktır. Buna bağlı olarak, hipotez testleri ve güven aralıkları da geçerliliğini kaybedecektir. Ayrıca önemli bir değişkeni dışlamaktan kaynaklanan model tanımlama hatası, düzeltilemeyen değişen varyans problemine neden olacaktır (Dougherty, 2011, s. 283; Gujarati ve Porter, 2009, s. 367).

Değişen varyans problemi, modelden önemli bir değişkenin ihmal edilmesi nedeniyle ortaya çıkabileceği gibi, KE ile ilgili yatay kesit ya da panel veri analizlerinde de karşılaşılabilecek problemlerden biridir. Yatay kesit ya da panel veri kullanılarak tahmin edilen modellerde birime özgü farklılıklardan ve verideki uç değerlerden kaynaklanan değişen varyans problemi ortaya çıkabilmektedir (Uchiyama, 2016, s. 27). Değişen varyans probleminin ortaya çıkması durumunda, parametre tahmincileri doğrusal, sapmasız ve tutarlıdır; ancak etkinlik özelliğini kaybetmektedir. Etkinlik özelliğini kaybeden parametre tahmincilerinin kullanılması ise, aralık tahminlerinin güvenirliğini yitirmesine, geçersiz t ve F testlerine ve  $R^2$  istatistiklerine neden olacaktır. Bu nedenle, KE ile ilgili ampirik çalışmaların yatay kesit ya da panel veriye dayalı olması durumunda birime özgü farklılıkların neden olduğu heterojenlik ve uç değerler dikkate alınmalıdır.

KE hipotezi ile ilgili çalışmalarda ekonomik gelişmişlikten çevresel kirliliğe doğru nedenselliğin olduğu varsayılır (Ang, 2007; Dinda vd., 2000; Kang vd., 2016; Sarıdoğan vd., 2016; Sarkodie ve Strezov, 2019; Shafik ve Bandyopadhyay, 1992; Wang ve Liu, 2017). Ancak, nedensellik ilişkisi çevresel kirlilikten ekonomik gelişmişliğe doğru olabilir (Antweiler, Copeland ve Taylor, 2001; Frankel ve Rose, 2005). Ters yönlü nedensellik nedeniyle ortaya çıkabilecek içsellik problemi tahmincilerin güvenilirliğini kaybetmesine neden olacaktır. Bağımlı değişken ve açıklayıcı değişken(ler) arasındaki çift yönlü/eşanlı ilişkiler ya da ters yönlü nedensellik modeldeki açıklayıcı değişken(lerin) hata terimi ile ilişkili olmasına neden olarak içsellik problemine neden olur. Isellik problemi ise, tahminlerin sapmalı ve tutarsız olmasına neden olmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmanın bir yolu, içsel değişkenlerle ilişkili ancak modelin hata terimi ile ilişkisiz araç değişkenler kullanmaktır. KE hipoteziyle ilgili analizlerde içsellik problemi genellikle, Frankel ve Rose (2005), Antweiler vd.'nin de

(2001) ifade ettiği gibi ticaret ve gelir değişkenlerinin çevresel kirlilik değişkenleri ile eşanlı ilişkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. ÇKE modeli tahmininde içsellik probleminin dikkate alınması sapmasız ve tutarlı katsayı tahminleri elde etmek açısından oldukça önemlidir (Hayashi, 2000, s. 187-188).

ÇKE hipoteziyle ilgili panel veri analizlerinde serilerin durağan olmaması da ampirik analizlerde karşılaşılan sorunlardan biridir. Bazı araştırmacılar (Cole, 2003; Dinda ve Coondoo, 2006; Perman ve Stern, 2003; Richmond ve Kaufmann, 2006) çalışmalarında bu problemi dikkate alarak birim kök ve eşbütünleşme testlerini uygulamıştır (Uchiyama, 2016, s. 27).

ÇKE hipoteziyle ilgili ampirik çalışmalarda karşılaşılabilecek sorunlar dikkate alındığında, değişkenler arasındaki eşanlı ilişkiden kaynaklanan içsellik problemini dikkate alan ve özellikle yatay kesit ve panel veriye dayalı tahminlerde verilerin yapısından kaynaklanan heterojenlik ve uç değerlerin neden olduğu değişen varyans problemini göz ardı etmeyen bir tahmin yöntemine ihtiyaç duyulduğu açıkça görülmektedir.

## 5. Metodoloji

Bu bölümde, bağımlı değişkenin koşullu dağılımının farklı dilimleri için ilişkiyi incelemeye olanak sağlayan ve içsellik problemini dikkate alan IV-QRPD yaklaşımı ele alınacaktır. Bu yaklaşım aynı zamanda dördüncü bölümde ÇKE'nin ampirik uygulamalarında karşılaşılan içsellik ve uç değerlerden ya da verinin yapısından kaynaklanabilecek değişen varyans problemini dikkate alan bir yaklaşımdır. Metodolojide sadece sabit etkili panel kantil regresyon modelleri üzerinden çalışmada kullanılacak yaklaşım açıklanacaktır. Bunun nedeni, analize dâhil edilen ülke grupları Annex II (gelişmiş ülkeler) ve Non-Annex I (gelişmekte olan ülkeler) için incelenen dönemde ulaşılabilir tüm verilerin elde edilmesidir (Baltagi, 2005, s. 12).

### 5.1. Toplamsal Olmayan Sabit Etkili Panel Kantil Araç Değişken (IV-QRPD) Yaklaşımı

Kantil regresyon yaklaşımı, bağımlı değişkenin koşullu dağılımı boyunca ilişkilerin nasıl değiştiğini gözlemlemede kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, heterojen etkileri dikkate alarak klasik regresyon yaklaşımının sunmadığı türde bir bilgi sunmaktadır (Koenker ve Bassett, 1978). Verilerin uç değerler içermesi durumunda en küçük kareler tahmincisi etkinlik özelliğini kaybedeceğinden, model tahmininde verilerdeki uç değerleri dikkate alan kantil regresyon yaklaşımı önerilmektedir. Kantil regresyon tahmincisi,  $\hat{\beta}_\tau$ , regresyon modelinin eşitlik (2)'deki gibi tanımlanması durumunda, eşitlik (3)'teki amaç fonksiyonunun minimizasyonu ile elde edilir:

$$y_t = x_t' \beta + e_t \quad (2)$$

$$\hat{\beta}_\tau = \min_{\beta \in \mathbb{R}} \left[ \sum_{t \in \{t: y_t \geq x_t' \beta\}} \tau |y_t - x_t' \beta| + \sum_{t \in \{t: y_t < x_t' \beta\}} (1 - \tau) |y_t - x_t' \beta| \right] \quad (3)$$

Burada,  $\tau$ , 0 ve 1 arasında yer alan farklı kantil seviyelerini göstermektedir.

Bu yaklaşım, panel veri kapsamında ilk kez Koenker (2004) tarafından ele alınmıştır ve çalışmada ele alınan toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil araç değişken yöntemi, Powell (2014) tarafından geliştirilmiştir. Panel veri modelleri grup içi değişimi dikkate almak için sabit etkileri modele dâhil etmektedir. Geliştirilen birçok panel kantil regresyon tahmincisi aynı amaç ile modele sabit etkileri toplamsal formda dâhil etmektedir (Canay, 2011; Galvao, 2011; Harding ve Lamarche, 2009; Koenker, 2004; Lamarche, 2010; Ponomareva, 2011; Rosen, 2012). Sabit etkili panel kantil regresyon tahminleri ile ilgili literatürde kantil regresyon yaklaşımı çerçevesinde sabit etkilerin tahminindeki zorluklara odaklanarak, özellikle zaman boyutu T çok küçük olduğunda çok sayıdaki önemsiz parametrelerin tahmini ele alınmaktadır. Ancak, Powell (2014) tarafından geliştirilen panel kantil regresyon tahmincisinde sabit etkilerin tahmini yapılmadığı gibi, zaman boyutu T=2 olduğunda bile tutarlı tahminler elde edilebilmektedir.

Panel kantil regresyon modeline sabit etkilerin toplamsal olarak dâhil edilmesi durumunda,  $(y_{it} - \alpha_i) | d_{it}$  koşullu dağılımı üzerinden tahminler elde edilir. Bu durumda,  $\alpha_i$ 'nin de tahmini gerekmektedir. Oysaki, birçok ampirik çalışmada asıl arzulanan  $y_{it} | d_{it}$  koşullu dağılımı boyunca ilişkinin nasıl değiştiğini incelemektir. Başka bir deyişle,  $\alpha_i$ , sabit etkiler olmak üzere toplamsal sabit etkiler kantil modelinde bağımlı değişken için  $(y_{it} - \alpha_i)/d_{it}$  dağılımı geçerli iken toplamsal olmayan sabit etkilerde  $(y_{it})$  dağılımı geçerlidir. Bu durum toplamsal olmayan sabit etkiler panel kantil modelinde  $y_{it}$ 'nin dağılımının doğru belirlenmesini ve homojen olmayan yapının tespitini sağlar. Dahası,  $(y_{it} - \alpha_i)$  dağılımının st dilimindeki gözlemler  $y_{it}$  dağılımının alt dilimindeki gözlemlere denk gelebileceğinden, sabit etkilerin toplamsal olarak dahil edildiği panel kantil regresyon tahmini ile ilgili çıkarımlar geerkei olmayabilir. Çünkü, toplamsal sabit etkiler kantil modelinde  $(y_{it} - \alpha_i)$  gözlemlerin yer değiştirmesine sebep olabilir. Bu durum aynı zamanda, toplamsal sabit etkili model tahminlerinin yatay kesit veriye dayalı kantil regresyonda olduğu gibi yorumlanamayacağının da bir göstergesidir.

Powell (2014), toplamsal sabit etkili panel kantil regresyon modellerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacıyla, Chernozhukov ve Hansen'in (2006, 2008) alışmalarından yararlanarak, bağımlı değişkeni  $(y_{it})$  eşitlik (4)'teki gibi modellemiştir. Burada, modelin parametrelerinin,  $\beta$ , gözlemlenemeyen değişkenlere bağlı olarak değişmesine izin verilir. Doksum (1974) tarafından gözlemlenemeyen değişkenler "gözlemlenemeyen eğilim (unobserved proneness)" olarak adlandırılmıştır:

$$y_{it} = \mathbf{d}'_{it} \beta(u_{it}^*), \quad u_{it}^* \sim U(0,1) \quad (4)$$

Burada,  $d_{it}$  açıklayıcı değişkenler vektörüdür;  $u_{it}^*$ , diğer kantil tahmincileri ile karşılaştırılabilir olması açısından  $u_{it}^* = f(\alpha_i, u_{it})$ ,  $u_{it} \sim U(0,1)$  şeklinde tanımlanmıştır. Normalizasyon için  $u_{it}^*$ 'ın tekdüze dağılıma sahip olduğu varsayılmıştır. Eğilim değişkeni olarak adlandırılan  $u_{it}^*$ , birime özgü etkilerin ve hata teriminin bilinmeyen bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır ve modelin parametreleri bu gözlemlenemeyen değişkene bağlı olarak değişebilir. Toplamsal sabit etkili panel kantil regresyon modelinde ise, modelin parametrelerinin sadece hata terimine ( $u_{it}$ ) bağlı olarak değişmesine izin verilir:  $y_{it} = \alpha_i + d'_{it} \beta(u_{it})$  veya  $y_{it} = \alpha_i(u_{it}) + d'_{it} \beta(u_{it})$ .

İlgilenilen kantil regresyon fonksiyonu ise, eşitlik (5)'teki gibi tanımlanmıştır:

$$Q_{y_{it}} = \mathbf{d}'_{it} \beta(\tau), \quad \tau \in (0,1) \quad (5)$$

Burada,  $\tau$  sıfır ile bir arasında değerler alan kantili ifade etmektedir.  $\beta(\tau)$ , açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde kantele göre değişen etkilerini gösteren parametre vektörüdür.

Bağımlı değişken ve açıklayıcı değişken(ler) arasındaki çift yönlü ilişkiler modeldeki açıklayıcı değişken(lerin) hata terimi ile ilişkili olmasına neden olarak içsellik problemine neden olur. İçsellik problemi ise, tahminlerin sapmalı ve tutarsız olmasına neden olmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmanın bir yolu, içsel değişkenlerle ilişkili ancak modelin hata terimi ile ilişkisiz araç değişkenler kullanmaktır. Chernozhukov ve Hansen (2006, 2008) kantil araç değişken yaklaşımının eşitlik (6)'daki koşullu kısıta bağlı olduğunu göstermiştir:

$$P(y_{it} \leq \mathbf{d}'_{it} \beta(\tau) | \mathbf{Z}_{it}) = \tau \quad (6)$$

Bu koşul araç değişkenler vektörü ( $\mathbf{Z}_{it}$ ) verili olduğunda bağımlı değişkenin kantil regresyon fonksiyonundan daha küçük olma olasılığının  $\tau$ 'ya eşit olduğunu ifade etmektedir. Ancak, panel veride aynı birim birden fazla kez gözlemlendiğinden, bu bilgi söz konusu birim için açıklayıcı değişkenler verili olduğunda bağımlı değişkenin daha düşük değerini elde etme olasılığını hesaplamada kullanılabilir ve bu olasılık  $\tau$ 'ya eşit olmayabilir. Bu nedenle, panel veri analizi ile eşitlik (6)'daki kısıt gevşetilebilir (Powell, 2020, s. 17). Powell (2014), araç değişken yaklaşımı çerçevesinde ve sabit etkilerin araç değişkenlerle ilişkili olmasına izin vererek geliştirdiği panel kantil tahmincisi için bu koşulu aşağıdaki gibi gevşetmiştir:

$$E[\mathbf{1}(y_{it} \leq \mathbf{d}'_{it} \beta(\tau)) - \mathbf{1}(y_{is} \leq \mathbf{d}'_{it} \beta(\tau) | \mathbf{Z}_i)] = 0 \quad (7)$$

Burada,  $\mathbf{Z}_i = (Z_{i1}, \dots, Z_{iT})$  araç değişken seti olarak tanımlanmaktadır.

Araç değişken yaklaşımı çerçevesinde geliştirilen panel kantil regresyon modelinde  $u_{it}^* | \mathbf{Z}_{it} \sim U(0,1)$  olmak zorunda değildir ve herhangi bir dağılım olmasına izin verilir.

Eşitlik (5)'teki modelin tahmini için aşağıdaki amaç fonksiyonu minimize edilir:

$$\hat{\beta}(\tau) = \underset{b \in B}{\operatorname{argmin}} \hat{g}(b)' \hat{A} \hat{g}(b) \quad (8)$$

Burada,  $\hat{A}$  bir tür ağırlık matrisi olmakla birlikte en basit şekilde birim matris olarak tanımlanabilir;  $\hat{g}(b) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i(b)$  ve  $g_i(b) = \frac{1}{T} \{ \sum_{t=1}^T (Z_{it} - \bar{Z}_i) [1(y_{it} \leq d_{it}'b)] \}$ ,  $E[g_i(b)] = 0$ 'ı sağlayan bir dizi örneklem moment koşuludur.

Burada,  $Z_i = (Z_{i1}, \dots, Z_{iT})$  araç değişken seti olup  $\bar{Z}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Z_{it}$ 'dir. Powell (2016), aşırı belirlenme durumunda  $\hat{\beta}(\tau)$ 'yı elde etmek için iki aşamalı GMM yönteminin kullanılabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca bu çalışmada, IV-QRPD yaklaşımı ile tahmin sürecine detaylı olarak ulaşılabilir.

## 6. Ampirik Analiz

Bu bölümde çalışmada kullanılacak model tanıtılarak, modeldeki değişkenlerin tanımlamalarına ve verilere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilecektir. Daha sonra, Annex II ve Non-Annex-I ülke grupları ve tüm ülkelerin bulunduğu veri setleri kullanılarak IV-QRPD yaklaşımı ile model tahminlerine ve elde edilen bulguların yorumlanmasına yer verilecektir.

### 6.1. Model ve Değişkenler

CO<sub>2</sub> emisyonu ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişki sabit etkili panel veri formunda eşitlik (9)'da olduğu gibi ifade edilebilir:

$$CO_{2it} = \alpha_i + \beta_1 KBGSYH_{it} + \beta_2 KBGSYH_{it}^2 + \beta_3 KBGSYH_{it}^3 + \beta_4 Ticaret_{it} + \beta_5 Hizmet_{it} + \beta_6 Kentleşme_{it} + \beta_7 Fosil_{it} + \epsilon_{it} \quad (9)$$

Burada, CO<sub>2</sub> kişi başına düşen karbon emisyonunu (metrik ton); KBGSYH, kişi başına düşen reel gayrisafı yurtiçi hasılayı (2005 temel yılına göre hesaplanan); KBGSYH<sup>2</sup> ile KBGSYH<sup>3</sup> sırasıyla, KBGSYH'nin karesini ve küpünü; Ticaret, toplam ticaret hacmini (GSYH'nin %'si); Hizmet, hizmet sektörünün payını (GSYH'nin %'si); Kentleşme, kentsel nüfusu (toplamın % 'si) ve Fosil, fosil yakıt tüketimini (toplamın % 'si) ifade etmektedir.  $\alpha_i$ , ülkelere özgü farklılıkları yansıtmaktadır. Bu değişkenlere ait veriler, Dünya Bankası Veri Tabanı'ndan elde edilmiştir.

Ekonomik gelişmişlik seviyesini temsil eden KBGSYH, KBGSYH<sup>2</sup> ile KBGSYH<sup>3</sup> değişkenlerinin yanı sıra CO<sub>2</sub> emisyonunu etkileyen başka makroekonomik değişkenler de modele dâhil edildiğinden bu model genişletilmiş çevresel Kuznets eğrisi modeli olarak adlandırılabilir. Bu modeldeki KBGSYH ve Ticaret değişkenlerinin, çevresel kirlilik değişkeni ile çift yönlü ilişkiye sahip olduğu literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır. Çift yönlü ilişkiler, tahmin edilecek modelde içsellik probleminin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bu durumda, KBGSYH ve Ticaret değişkenleri içsel değişken olarak tanımlanacağından bu iki değişkenin yerine modelin hata terimi ile ilişkisiz ve bu değişkenleri temsil edebilecek araç değişkenler kullanılmalıdır. Literatürde KBGSYH için nüfus büyümesi, yabancı yatırımlar, sermaye, iş gücü ve devlet harcamaları; Ticaret için nüfus büyümesi, yabancı yatırımlar, ikili ticaret anlaşmaları ve ortak dil değişkenleri araç değişkenler olarak önerilmiştir (Frankel ve Rose, 2005, s. 87).

CO<sub>2</sub> emisyonu ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek üzere eşitlik (10)'da IV-QRPD yaklaşımına göre yapısal kantil regresyon fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$Q_{CO_2it}(\tau|d) = d'\beta(\tau), \quad \tau \in (0,1) \quad (10)$$

Burada,  $\tau$ , ilgilenilen kantil,

$d = (KBGSYH_{it}, KBGSYH_{it}^2, KBGSYH_{it}^3, Ticaret_{it}, Hizmet_{it}, Kentleşme_{it}, Fosil_{it})$  açıklayıcı değişken vektörüdür.

Çalışmada Hizmet, Kentleşme, Fosil,  $KBGSYH^2$  ve  $KBGSYH^3$  dışsal değişkenler olmaları nedeniyle  $KBGSYH$  ve Ticaret için oluşturulan araç değişkenler setinde yer alan ortak değişkenler olarak da tanımlanabilir. Hizmet, Kentleşme ve Fosil,  $z_1$  ile gösterilen dışsal değişkenler vektöründe yer almaktadır:

$$z_1 = (Hizmet, Kentleşme, Fosil, KBGSYH^2, KBGSYH^3)$$

$KBGSYH$  içsel değişkeni için oluşturulan ve  $z_2$  ile gösterilen araç değişkenler vektörü,

$$z_2 = (Nüfus, Yatırımlar, Sermaye, İşgücü, Harcamalar, z_1) \text{ olarak ifade edilebilir.}$$

Burada belirtilen Nüfus, nüfus büyümesini (yıllık %); Yatırımlar, doğrudan yabancı yatırım net girişlerini ( $GSYH$ 'nin %'si); Sermaye, brüt sermaye oluşumunu ( $GSYH$ 'nin %'si); İşgücü, işgücüne katılma oranını (Uluslararası Çalışma Örgütü'nün tahmin modeline göre toplam nüfusun 15 yaş üstü); Harcamalar, genel kamu nihai tüketim harcamasını ( $GSYH$ 'nin %'si) belirtmektedir.

Ticaret için oluşturulan ve  $z_3$  ile gösterilen araç değişken vektörü,

$$z_3 = (Nüfus, Yatırımlar, Anlaşmalar, Dil, Alan, z_1) \text{ olarak ifade edilebilir.}$$

Burada, Nüfus ve Yatırımlar değişkenlerinin yanı sıra 2000 yılındaki serbest ticaret anlaşma biçimleri, ülkelerdeki ortak resmi ve ikinci dil bağları ile ülkelerin yüz ölçümünü gösteren Alan değişkeni araç değişken setinde yer almaktadır. Değişkenlerin kısaltmaları, tanımları ve elde edildikleri kaynaklara ilişkin bilgilere EK Tablo 1'de yer verilmiştir<sup>1</sup>.

## 6.2. Veri Seti ve Tanımlayıcı İstatistikler

Modelde yer alan değişkenler için en geniş veri aralığına 1995-2010 yılları arasında ulaşılmıştır. Özellikle, ülkelerin ekonomik gelişmişliğini temsilen  $KBGSYH$ 'nin 2010 yılına kadar verisinin bulunması, veri aralığını belirleyen bir diğer temel etken olmuştur. Bu nedenle, 16 yıllık dönem dikkate alınmıştır.

Çalışmada “İklim Değişikliği Konferansı”nda belirlenen ülke grupları Annex II ve Non-Annex I grupları ve tüm ülkelerin bulunduğu grup için analizler yapılmıştır. Annex II ve Non-Annex I sırasıyla gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grubunu temsil etmektedir. Bu gruplardaki ülkelere ait gözlem sayısının en fazla elde edilebildiği dönem, örneklem dönemi olarak belirlenmiştir. Annex II ve Non-Annex I ülke gruplarıyla birlikte, verisine ulaşılabilen tüm ülkelerden oluşan ülke grubuna da Tablo 1'de yer verilmiştir:

<sup>1</sup> Çalışmada kullanılan veri seti etik kurul izni, yasal izin veya herhangi bir özel izin gerektirmemektedir. Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

**Tablo 1. Ülke Grupları**

Amerika Birleşik Devletleri*, Almanya*, Avustralya*, Avusturya*, Birleşik Krallık*, Danimarka*, Finlandiya*, Fransa*, Hollanda*, İrlanda*, İspanya*, İsveç*, İsviçre*, İtalya*, İzlanda*, Japonya*, Norveç*, Portekiz*, Yeni Zelanda*, Yunanistan*	<b>Annex II (20 ülke)</b>	Annex I (37 ülke)
Beyaz Rusya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti*, Estonya*, Hırvatistan, Letonya, Litvanya, Macaristan*, Polonya*, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya*, Slovenya*, Ukrayna	Geçiş ekonomisi (14 ülke)	
Güney Kıbrıs, Malta, Türkiye	Diğer (3 ülke)	
Arjantin, Arnavutluk, Azerbaycan, Bangladeş, Benin, Bolivya, Botswana, Brezilya, Cezayir, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Endonezya, Eritre, Ermenistan, Fas, Filipinler, Gana, Güney Afrika, Gürcistan, Hindistan, Honduras, İran, Kamboçya, Kamerun, Kazakistan, Kenya, Kırgızistan, Kolombiya, Kongo, Kore Cumhuriyeti*, Makedonya, Malezya, Mauritius, Meksika*, Mısır, Moğolistan, Moldova, Mozambik, Namibya, Nepal, Nikaragua, Özbekistan, Pakistan, Panama, Paraguay, Peru, Senegal, Singapur, Sri Lanka, Sudan, Şili, Tacikistan, Tanzanya, Tayland, Togo, Trinidad ve Tobago, Tunus, Uruguay, Ürdün, Venezuela, Yemen	<b>Non-Annex I (63 ülke)</b>	
Annex II + Geçiş Ekonomisi + Diğer = Annex I Annex I + Non-Annex I = <b>Tüm Ülkeler (100 ülke)</b>		

\*, OECD grubuna üye ülkeleri ifade etmektedir.

Ülke grupları için model tahminlerinden önce, veri setindeki değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere ve korelasyon matrislerine yer verilmiştir:

**Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler (1995-2010)**

<b>Annex II (20 ülke)</b>					
<b>Değişken</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Medyan</b>	<b>Maksimum</b>
CO <sub>2</sub>	9,32	3,51	4,55	8,62	20,18
KBGSYH	32044,68	6713,37	16318,60	31671,23	51798,08
Ticaret	68,74	31,48	16,68	63,94	190,11
Hizmet	69,40	4,93	53,94	69,66	81,08
Kentleşme	76,99	9,24	51,11	77,93	93,62
Fosil	73,30	20,67	11,52	81,27	98,53
<b>Non-Annex I (63 ülke)</b>					
<b>Değişken</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Medyan</b>	<b>Maksimum</b>
CO <sub>2</sub>	2,69	3,93	0,02	1,40	36,09
KBGSYH	5301,08	6186,95	179,79	3481,19	55862,42
Ticaret	78,16	50,68	14,77	68,01	441,60
Hizmet	51,78	10,19	21,69	52,26	75,44
Kentleşme	50,43	21,09	9,09	50,01	100,00
Fosil	64,50	28,68	1,64	69,01	99,93
<b>Tüm Ülkeler (100 ülke)</b>					
<b>Değişken</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Medyan</b>	<b>Maksimum</b>
CO <sub>2</sub>	4,72	4,58	0,017	3,59	36,09
KBGSYH	11885,13	12097,56	179,79	6939,13	55862,42
Ticaret	80,97	48,09	14,77	71,27	441,60
Hizmet	56,99	11,50	21,69	57,98	81,08
Kentleşme	58,47	20,82	9,09	61,09	100,00
Fosil	68,74	26,19	1,64	76,88	100,00

Tablo 2’deki tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, Ticaret değişkeni haricinde tüm değişkenler için ortalama değer en yüksek olduğu grup Annex II iken, en düşük olduğu ülke grubu Non-Annex I dir. Ayrıca, Non-Annex I gelişmekte olan ülkeler grubunu temsil etse de Singapur, Kore gibi nispeten yüksek gelirli ülkeleri de kapsamaktadır. Non-Annex I için uç değer olarak ifade edilebilecek bu ülkeler, KBGSYH<sup>2</sup> dışındaki değişkenler için standart sapmaların Non-Annex I ülke grubunda, diğer gruplara göre, daha yüksek çıkmasına neden olmuştur.

**Tablo 3. Korelasyon Matrisleri (1995-2010)**

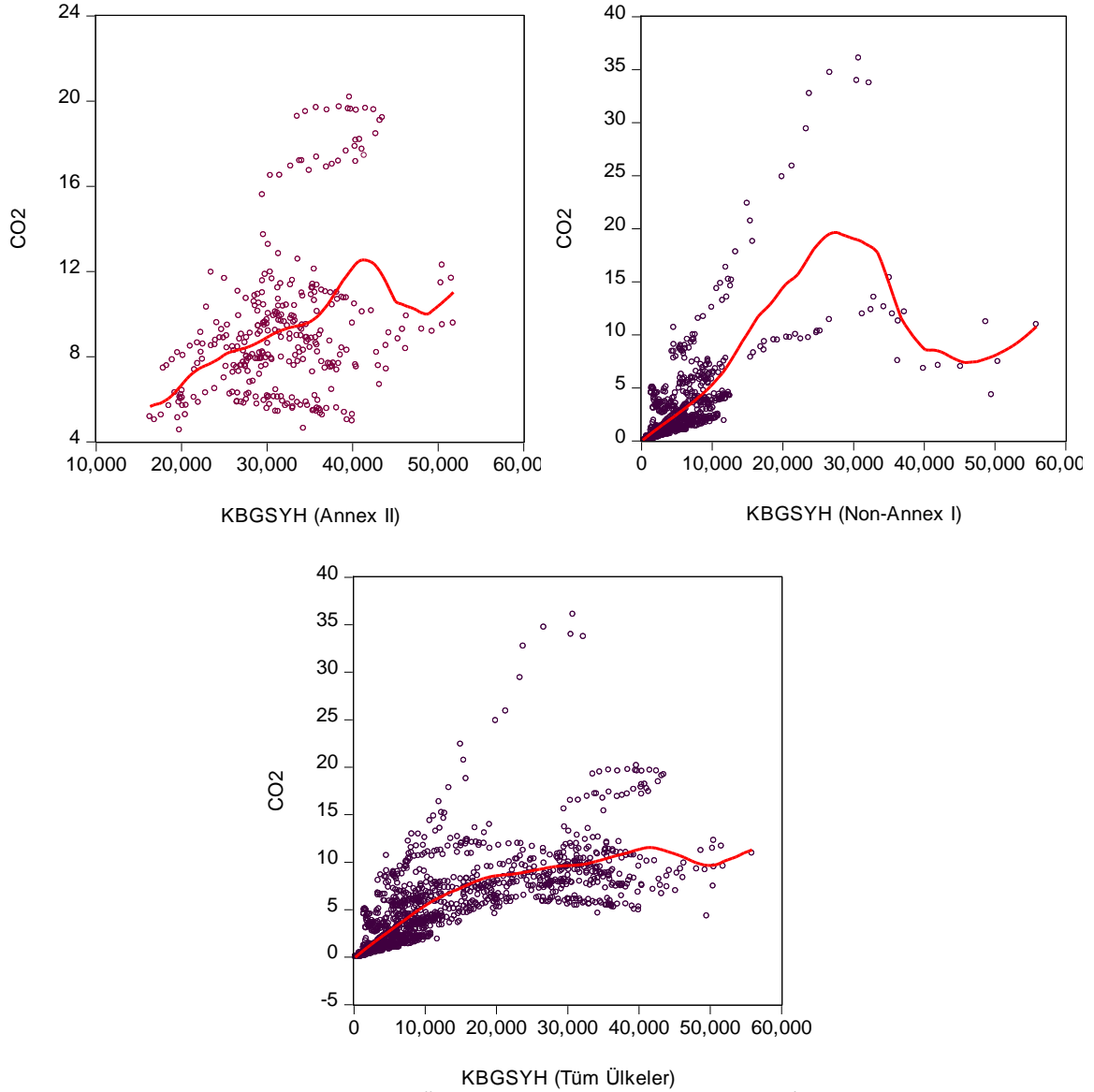
<b>Annex II</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Gelir</b>	<b>Ticaret</b>	<b>Hizmet</b>	<b>Kentleşme</b>	<b>Fosil</b>
CO <sub>2</sub>	1,00					
KBGSYH	0,38***	1,00				
Ticaret	-0,23***	0,24***	1,00			
Hizmet	0,08	-0,13**	-0,22***	1,00		
Kentleşme	0,26***	0,31***	-0,29***	0,05	1,00	
Fosil	0,42***	-0,23***	-0,08	0,29***	-0,37***	1,00
<b>Non-Annex I</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Gelir</b>	<b>Ticaret</b>	<b>Hizmet</b>	<b>Kentleşme</b>	<b>Fosil</b>
CO <sub>2</sub>	1,00					
KBGSYH	0,67***	1,00				
Ticaret	0,26***	0,59***	1,00			
Hizmet	0,08***	0,34***	0,16***	1,00		
Kentleşme	0,18***	0,52***	0,18***	0,42***	1,00	
Fosil	0,53***	0,45***	0,23***	0,21***	0,50***	1,00
<b>Tüm Ülkeler</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Gelir</b>	<b>Ticaret</b>	<b>Hizmet</b>	<b>Kentleşme</b>	<b>Fosil</b>
CO <sub>2</sub>	1,00					
KBGSYH	0,72***	1,00				
Ticaret	0,14***	0,19***	1,00			
Hizmet	0,42***	0,64***	0,12***	1,00		
Kentleşme	0,44***	0,62***	0,15***	0,58***	1,00	
Fosil	0,47***	0,26***	0,19***	0,25***	0,43***	1,00

\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1; %5 ve %10 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo 3’teki korelasyon matrisi incelendiğinde, değişkenler arasındaki ilişkilerin, modelde yüksek derecede çoklu doğrusal bağıllık problemine neden olacak seviyede, güçlü olmadığı söylenebilir. Tüm ülkelerin yer aldığı grupta CO<sub>2</sub> ve KBGSYH arasındaki ilişki diğer gruplara göre daha yüksektir. Bunda Non-Annex I ülke grubunun etkisi olabilir, çünkü Non-Annex I için CO<sub>2</sub> ve KBGSYH arasındaki ilişki Annex-II’ye göre daha güçlüdür. KBGSYH değişkeninden sonra CO<sub>2</sub> üzerinde en etkili değişken Fosil’dir. Özellikle, Non-Annex I için CO<sub>2</sub> ve Fosil arasındaki ilişki Annex II’ye göre daha güçlüdür. Bu sonuç gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere göre fosil yakıt tüketiminin daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 3’teki grafikler farklı ülke grupları için CO<sub>2</sub> ve KBGSYH arasındaki ilişkiye dair önsel bilgi sunmaktadır:

<sup>2</sup> KBGSYH ve CO<sub>2</sub> dışında diğer değişkenler oran şeklinde elde edilen değişkenlerdir ve bu nedenle tanımlayıcı istatistikler tablosunda KBGSYH’nin değerleri diğerlerine göre oldukça büyüktür. Buna rağmen, KBGSYH değişkeni için ölçek küçültme yaklaşımı olan logaritmik dönüşüm uygulanarak logaritması alınmış KBGSYH değişkeninin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmemiştir, çünkü teoriye göre oluşturulan ÇKE modelinde değişkenlerin tümü tanımlayıcı istatistikler tablosunda gösterildiği şekli ile yer almaktadır.





Şekil 3. Farklı Ülke Grupları için CO<sub>2</sub>-KBGSYH İlişkisi

Şekil 3'teki grafiklere göre, Annex II ve Non-Annex I için N biçiminde CO<sub>2</sub>-KBGSYH ilişkisi olduğu gözlemlenebilir. Ancak, çoğunlukla gelişmekte olan ülkeleri kapsayan Non-Annex I grubu için KBGSYH'nin başlangıç seviyelerinde KBGSYH arttıkça CO<sub>2</sub> emisyonu Annex II ve tüm ülke gruplarına göre daha hızlı artmaktadır. Non-Annex I için KBGSYH belli bir seviyeye ulaştıktan sonra KBGSYH'daki artış devam ettikçe CO<sub>2</sub> emisyonu Annex II ve tüm ülke gruplarına göre daha hızlı azalmaktadır. İlginç bir şekilde, her üç ülke grubu için de KBGSYH 50,000\$ seviyesine ulaştığında CO<sub>2</sub> emisyonu yeniden artmaya başlamakta, ancak artış hızı diğer ülke gruplarına göre Non-Annex I'de daha fazla olmaktadır. Bu bulgular, CO<sub>2</sub> emisyonu ve KBGSYH değişkeni arasındaki ilişkinin daha güçlü olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır. Tüm ülkeler için CO<sub>2</sub>-KBGSYH ilişkisi, diğer ülke gruplarınıninkine göre düzleştirilmiş N biçimine sahiptir. Ancak, çevresel Kuznets eğrisinin biçimine ilişkin daha objektif tanımlamalar model tahminleri ile belirlenebilir.

### 6.3. Model Tahminleri ve Tanısal Testler

Panel veriye dayalı model tahminlerinden önce veri yapısı nedeniyle dikkate alınması ve belki de uygulanması gereken bazı tanısal testler vardır. Yatay kesit bağımlılığı, panel veri analizlerinde karşılaşılabilecek durumlardan biridir ve panel verideki birime özgü şokların birbirleriyle ilişkili olması anlamına gelir. Ancak, yatay kesit bağımlılığı testleri bu çalışma için yapılmayacaktır. Yatay kesit bağımlılığı, zaman boyutunun 20-30 yıl üzerinde olduğu makro panel verilerin bir sorunudur (Baltagi, 2005, s. 8-9; Sarkodie ve Strezov, 2019; Torres-Reyna, 2007, s. 33). Çalışmada her iki ülke grubu için de zaman boyutu 16 yıl olup, birim boyutu Non-Annex I ve Annex II ülke grupları için sırasıyla 63 ülke ve 20 ülkeden oluşmaktadır. Bu nedenle, çalışmada yatay kesit bağımlılığı incelemesi yapılmayacaktır.

Panel veri modelinde bağımlı değişken üzerinde etkili olabilecek açıklayıcı değişkenlerden biri de birime özgü etkilerdir. Çalışmada birime özgü etkiler, ülkelere özgü durumlar ya da ülke koşulları olarak tanımlanabilir. Birime özgü etkilerin varlığı sınanarak birim etkilerine modelde yer verilip verilmemesi gerektiğine F testi ile karar verilebilir. Üç veri grubu için de F testi sonuçlarına Tablo 4’te yer verilmiştir:

**Tablo 4. Birim Etkilerinin Test Edilmesi**

Annex II	F (19, 293) = 369.98	p=0,00
Non-Annex I	F (62, 938) = 98.67	p=0,00
Tüm Ülkeler	F (99,1493) = 144.99	p=0,00

Tablo 4’te verilen F testi sonuçlarına göre tüm ülke verileri ile Non-Annex I ve Annex II ülke grubu verileri için birime özgü etkilerin varlığından söz edilebilir. Buna göre, her bir veri grubunda yer alan ülkelere özgü durumlar CO<sub>2</sub> üzerinde etkilidir ve bu nedenle, panel veri modellerinde açıklayıcı değişken olarak yer almalıdır.

Birim özgü etkilerin varlığının sınanmasının ardından panel veri modellerinde tahminci seçimi için Hausman (1978) testi uygulanabilir. Çalışmada tüm ülke verileri ile Non-Annex I ve Annex II ülke grubu verileri için Hausman testi uygulanmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlara Tablo 5’te yer verilmiştir:

**Tablo 5. Hausman Testinin Sonuçları**

Annex II	$\chi^2_{(5)} = 14,76$	p=0,011
Non-Annex I	$\chi^2_{(5)} = 16,86$	p=0,005
Tüm Ülkeler	$\chi^2_{(5)} = 16,44$	p=0,006

Hausman testinin sıfır hipotezi, rassal etkiler tahmincisinin tutarlı ve sabit etkiler tahmincisine göre daha etkin bir tahminci olduğunu; alternatif hipotezi ise sabit etkiler tahmincisinin tutarlı ve rassal etkiler tahmincisinin tutarsız bir tahminci olduğunu ifade etmektedir. Hausman test sonuçları, her üç ülke grubu için de panel veri modellerinde sabit etkiler tahmincisinin rassal etkiler tahmincisine tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Panel veri modeli için tanısal testlerin yanı sıra, hata terimleri için normal dağılım testi uygulanmayacaktır. Bunun nedeni, metodoloji bölümünde de ifade edildiği gibi panel kantil

araç değişken yaklaşımında hata terimlerinin dağılımı ile ilgili olarak herhangi bir kısıtlamanın yapılmamasıdır.

Panel veri analizlerinde karşılaşılan problemlerden biri de serilerin durağan olmamasıdır. Serilerin durağanlığı panel birim kök testleri ile incelenerek, durağan olmamaları durumunda serilere fark alma işlemi uygulanabilmektedir. Powell'a (2016) göre serileri durağanlaştırmak için uygulanan fark alma işlemi klasik doğrusal regresyon modelleri için gerekliyken, toplamsal olmayan sabit etkili ya da toplamsal sabit etkili panel kantil regresyon yaklaşımları için gerekli değildir. Panel kantil ile ilgili yapılan birçok uygulamalı çalışmada önce seriler durağan değilse farkları alınmakta ve daha sonra kantil regresyon yaklaşımı uygulanmaktadır. Başka bir deyişle,  $(CO_{2it} - CO_{2it-1} | d)$  koşullu dağılımı tahmin edilmektedir. Ancak, bu koşullu dağılım için yapılan ilişki incelemesi  $CO_2$  emisyonu yüksek ya da düşük olan ülkelerin açıklayıcı değişkenlere nasıl tepki verdiği konusunda bilgi vermez. Asıl ilgilenilen  $(CO_{2it} | d)$  koşullu dağılım boyunca ilişkilerin nasıl değiştiğini gözlemlemektir. Bu nedenle, IV-QRPD yaklaşımı çerçevesinde serilerin farkları alınmayacaktır.

ÇKE hipoteziyle ilgili ampirik çalışmalarda karşılaşılabilecek problemlerden birinin içsellik problemi olduğundan bahsedilmiştir. ÇKE hipotezine göre oluşturulan modellerde KBGSYH ve Ticaret değişkenleri muhtemel içsel değişkenler olarak tanımlanmıştır. Davidson and MacKinnon (1993) dışsallık testi ile içsel değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ve bu etkiler anlamlı ise, araç değişken yaklaşımının kullanılmasının gerekli olup olmadığı incelenebilir. Testin sıfır hipotezi, içsel değişkenlerin etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını, dolayısıyla araç değişken yaklaşımının uygulanmasının gerekli olmadığını ifade etmektedir. Annex II, Non-Annex I ve tüm ülke verileri için Davidson-MacKinnon test sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur:

**Tablo 6. Davidson-Mackinnon Test Sonuçları**

Annex II	$F(2,293) = 3,763$	$p=0,053$
Non-Annex I	$F(2,936) = 10,755$	$p=2,4e-05$
Tüm Ülkeler	$F(2,1491) = 3,264$	$p=0,071$

Test sonuçlarına göre, sıfır hipotezi Annex II ve tüm ülkeler için %10 anlamlılık seviyesinde, Non-Annex I için %1 anlamlılık seviyesinde reddedilmektedir. İçsellik probleminin neden olacağı problemler düşünüldüğünde %10 anlamlılık seviyesinde reddedilen sıfır hipotezlerine ilişkin test sonuçları dikkate alınarak Annex II ve tüm ülkeler için de araç değişken yaklaşımının kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Sonuç olarak, her üç veri grubunun kullanılarak tahmin edildiği panel veri modelleri için araç değişken yaklaşımı kullanılmalıdır.

Tablo 7'de Annex II ülke grubu için IV-QRPD yaklaşımına dayalı model tahminine yer verilmiştir:

**Tablo 7. Annex II Ülke Grubu için Tahmin Sonuçları**

CO <sub>2</sub>	Q10	Q25	Q50	Q75	Q90
KBGSYH	-0,0009*** (-3,26)	-0,0005*** (-2,99)	-0,0009*** (-3,92)	-0,002** (-2,10)	-0,001*** (-3,18)
KBGSYH <sup>2</sup>	3,65e-08*** (3,35)	2,02e-08*** (3,88)	3,30e-08*** (4,63)	8,26e-08** (2,16)	7,38e-08*** (5,94)
KBGSYH <sup>3</sup>	-3,96e-13*** (-3,09)	-2,17e-13*** (-4,18)	-3,33e-13*** (-4,71)	-8,25e-13** (-2,05)	-9,40e-13*** (-7,35)
Ticaret	-0,006* (-1,67)	-0,004* (-1,85)	-0,004** (-2,14)	-0,026*** (-5,47)	-0,083*** (-67,65)
Fosil	0,083*** (17,09)	0,101*** (36,78)	0,102*** (33,30)	0,121*** (78,49)	0,119*** (48,54)
Hizmet	-0,152*** (-19,87)	-0,133*** (-24,60)	-0,131*** (-24,32)	-0,225*** (-11,36)	-0,325*** (-26,50)
Kentleşme	0,072*** (7,10)	0,099*** (43,40)	0,131*** (21,67)	0,153*** (24,50)	-0,018*** (-6,03)

**Sargan-Hansen Test İstatistiği:**  $\chi^2_{(3)}=2,843$  [p=0,584]

\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler katsayılara ait t istatistikleridir. KBGSYH<sup>2</sup>, KBGSYH<sup>3</sup>, Fosil, Hizmet, Kentleşme, Yatırımlar, Sermaye, İşgücü, Nüfus, Harcamalar, Anlaşmalar (EU), Dil (İngilizce) araç değişkenleri kullanılmıştır.

Tablo 7’de Q10, CO<sub>2</sub>’nin en düşük olduğu %10’luk dilimi; Q25, CO<sub>2</sub>’nin en düşük olduğu %25’lik dilimi; Q75, CO<sub>2</sub>’nin en yüksek olduğu %25’lik dilimi ve Q90, CO<sub>2</sub>’nin en yüksek olduğu %10’luk dilimi göstermektedir. Annex II için tahmin edilen modeldeki araç değişkenlerin geçerliliğini sınamak amacıyla Sargan-Hansen (1958) testi uygulanmıştır. Bu testin sıfır hipotezi, analizde kullanılan araç değişken setinin geçerli olduğunu ifade etmektedir. Buna göre, sıfır hipotezinin reddedilememesi araç değişkenlerin geçerli olduğunu ifade etmektedir. Tablo 6’daki Sargan-Hansen testinin sonucuna göre, sıfır hipotezi reddedilemediğinden Annex II ülke grubu için kullanılan araç değişken seti geçerlidir.

Tablo 7’deki tahmin sonuçları incelendiğinde modeldeki tüm değişkenlerin farklı kantiller için istatistiksel olarak anlamlı olduğu, başka bir deyişle CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımının farklı dilimleri için CO<sub>2</sub> emisyonu ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlı olduğu söylenebilir. Dahası, açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etki büyüklükleri farklı kantiller için değişmektedir. KBGSYH, KBGSYH<sup>2</sup> ve KBGSYH<sup>3</sup> değişkenlerinin katsayı işaretleri tüm kantiller için sırasıyla  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan CO<sub>2</sub> ile KBGSYH arasındaki ilişkinin, başka bir deyişle ÇKE’nin ters-N biçiminde olduğu söylenebilir. Buna göre, emisyonun düşük, orta ve yüksek seviyelerde olduğu Annex II ülkeleri için ÇKE’nin biçimi ters-N şeklindedir. Ancak, Güriş ve Sak’ın (2019)<sup>3</sup> çalışmasında emisyonun düşük, orta ve yüksek seviyelerde olduğu OECD ülkeleri için N biçiminde ÇKE elde edilmiştir. Ticaret ve Hizmet değişkenlerindeki %1’lik artış, CO<sub>2</sub> emisyonunun en yüksek olduğu %10’luk dilimdeki (Q90) Annex II ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu diğer dilimlerde yer alan Annex II ülkelere göre sırasıyla 0,083 metrik ton ve 0,325 metrik ton daha fazla düşürmektedir. Fosil değişkenindeki %1’lik artış, Q90’daki Annex II ülkelerinin CO<sub>2</sub>

<sup>3</sup> Güriş ve Sak’ın (2019) çalışmasında incelenen OECD ülkelerinin bir kısmı Annex II ülke grubunda yer almaktadır ve inceledikleri dönem ile kullandıkları yöntem bu çalışmanınkiler ile örtüşmektedir. Bu nedenle, sadece Annex II ülkeleri için elde edilen bulgular Guris ve Sak’ın (2019) çalışmasının bulguları ile karşılaştırılmıştır.

emisyonusunu diğer kantillerde yer alan Annex II ülkelerinkine göre 0,119 metrik ton ile daha fazla arttırmaktadır. Buna göre, emisyon seviyesinin yüksek olduğu Annex II ülkeleri için hizmet sektörünün ve ticaret hacmindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu üzerindeki negatif etkisi ve fosil yakıt tüketiminin pozitif etkisi daha fazladır. Kentleşme değişkenindeki %1’lik artış, diğer kantillerin aksine Q90’daki Annex II ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu 0,018 metrik ton düşürmektedir; ancak CO<sub>2</sub> emisyonunun en yüksek olduğu %25’luk dilimdeki (Q75) Annex II ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu diğer dilimlerdeki (Q10, Q25 ve Q50) Annex II ülkelere göre 0,153 metrik ton ile daha fazla arttırmaktadır. Bu durum, emisyon seviyesinin yüksek olduğu Annex II ülkelerinde kentleşmenin hem negatif hem de pozitif etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

Tablo 8’de Non-Annex I ülke grubu için IV-QRPD yaklaşımına dayalı model tahminine yer verilmiştir:

**Tablo 8. Non-Annex I Ülke Grubu için Tahmin Sonuçları**

CO <sub>2</sub>	Q10	Q25	Q50	Q75	Q90
KBGSYH	0,0001*** (17,85)	0,00001*** (2,89)	0,00003*** (48,76)	-0,0004*** (-75,80)	0,00009*** (18,63)
KBGSYH <sup>2</sup>	9,48e-09*** (23,13)	2,98e-08*** (127,31)	2,98e-08*** (695,95)	8,62e-08*** (205,30)	6,61e-08*** (264,47)
KBGSYH <sup>3</sup>	-2,16e-13*** (-34,00)	-5,97e-13*** (-175,84)	-5,88e-13*** (-726,42)	-1,50e-12*** (-231,04)	-1,14e-12*** (-337,31)
Ticaret	0,0006*** (6,54)	-0,0003*** (-4,00)	0,0007*** (19,41)	-0,003*** (-24,27)	-0,006*** (-109,73)
Fosil	0,009*** (25,68)	0,019*** (39,76)	0,022*** (852,20)	0,047*** (150,12)	0,053*** (443,71)
Hizmet	-0,011*** (-32,70)	-0,014*** (-16,69)	-0,022*** (-364,10)	-0,033*** (-23,39)	0,001*** (4,09)
Kentleşme	0,001*** (3,27)	-0,004*** (-7,93)	-0,002*** (-23,92)	-0,016*** (-48,00)	-0,050*** (-310,78)

**Sargan-Hansen Test İstatistiği:**  $\chi^2_{(3)}=1,479$  [p=0,6871]

\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler katsayılara ait t istatistikleridir. KBGSYH<sup>2</sup>, KBGSYH<sup>3</sup>, Fosil, Hizmet, Kentleşme, Yatırımlar, Sermaye, İşgücü, Nüfus, Harcamalar, Anlaşmalar (GSTP, LAIA), Dil (İngilizce, İspanyolca) araç değişkenleri kullanılmıştır.

Non-Annex I için tahmin edilen modelde kullanılan araç değişkenlerin geçerliliğini sınamak amacıyla Sargan-Hansen (1958) testi uygulanmıştır. Tablo 8’deki Sargan-Hansen testinin sonucuna göre, sıfır hipotezi reddedilemediğinden Non-Annex I ülke grubu için kullanılan araç değişken seti geçerlidir.

Tablo 8’deki tahmin sonuçlarına göre, modeldeki tüm değişkenlerin farklı kantiller için istatistiksel olarak anlamlı olduğu, başka bir deyişle CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımının farklı dilimleri için CO<sub>2</sub> emisyonu ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlı olduğu söylenebilir. Açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etki büyüklükleri ve işaretleri farklı kantiller için değişmektedir. KBGSYH, KBGSYH<sup>2</sup> ve KBGSYH<sup>3</sup> değişkenlerinin katsayı işaretleri Q75 haricinde diğer kantiller için sırasıyla  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan ÇKE’nin biçimine ilişkin herhangi bir tanımlama yapılamamaktadır. Q75 için  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan ÇKE ters-N görünümüne sahiptir. Ticaret değişkenindeki %1’lik artış Q10 ve Q50’deki Non-Annex I ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonunu artırırken, diğer kantillerdeki Non-

Annex I ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonunu düşürmektedir ve bu düşüş 0,006 metrik ton ile en fazla Q90’daki Non-Annex I ülkeleri için gerçekleşmektedir. Fosil değişkenindeki %1’lik artış, Q90’daki Non-Annex I ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu diğer kantillerde yer alan Non-Annex I ülkelerinininkine göre 0,053 metrik ton ile daha fazla arttırmaktadır. Hizmet değişkenindeki %1’lik artış, Q90’daki Non-Annex I ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu 0,001 metrik ton arttırırken, diğer dilimlerde yer alan Non-Annex I ülkelerinininkini düşürmektedir ve en fazla düşüş 0,033 metrik ton ile Q75’teki Non-Annex I ülkeleri için gerçekleşmektedir. Kentleşme değişkenindeki %1’lik artış, diğer kantillerin aksine Q10’daki Non-Annex I ülkelerinin CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırmaktadır; ancak diğer kantiller için CO<sub>2</sub> emisyonundaki düşüş 0,050 metrik ton ile en fazla Q90’daki Non-Annex I ülkeleri için gerçekleşmektedir. Buna göre, emisyonun en yüksek olduğu Non-Annex I ülkelerinde ticaret hacmi ve kentleşme emisyonu negatif yönde, hizmet sektörünün payı pozitif yönde etkilemektedir. Emisyonun en düşük olduğu Non-Annex I ülkeleri için kentleşmenin emisyonu arttırıcı etkisi vardır. Ayrıca, bu ülkeler için fosil yakıt tüketiminin emisyon üzerindeki pozitif etkisi diğer kantillerde yer alan Non-Annex I ülkelerine göre daha fazladır. Son olarak, ticaret hacmi, hizmet sektörü ve kentleşme değişkenlerinin emisyon üzerindeki etkileri farklı kantillere göre değişmektedir. Değişim sadece etki büyüklükleri açısından değil, etki yönünden de gerçekleşmektedir.

Son olarak, Tablo 9’da tüm ülke verileri için IV-QRPD yaklaşımına dayalı model tahminine yer verilmiştir:

**Tablo 9. Tüm Ülke Grubu için Tahmin Sonuçları**

CO <sub>2</sub>	Q10	Q25	Q50	Q75	Q90
KBGSYH	0,0002*** (25,19)	0,0003*** (34,43)	-0,0003** (-2,19)	0,0006*** (40,72)	0,002*** (22,85)
KBGSYH <sup>2</sup>	4,47e-09*** (7,36)	1,39e-09*** (4,72)	2,96e-08*** (5,25)	-8,16e-09*** (-15,17)	-4,66e-08*** (-17,86)
KBGSYH <sup>3</sup>	-1,72e-13*** (-17,15)	-8,68e-14*** (-38,14)	-4,76e-13*** (-6,53)	3,09e-14*** (4,70)	4,85e-13*** (14,90)
Ticaret	0,0006*** (2,76)	0,001*** (11,00)	0,007*** (4,05)	-0,0004** (-2,18)	-0,003*** (-2,63)
Fosil	0,023*** (37,31)	0,025*** (31,98)	0,030*** (57,24)	0,039*** (90,51)	0,020** (2,10)
Hizmet	-0,019*** (-31,28)	-0,014*** (-4,22)	0,033** (1,99)	-0,034*** (-37,27)	-0,049*** (-2,97)
Kentleşme	-0,005*** (-21,93)	-0,013*** (-7,47)	0,038*** (4,55)	-0,018*** (-21,79)	-0,139*** (-13,47)

**Sargan-Hansen Test İstatistiği:**  $\chi^2_{(3)}=2,834$  [p=0,418]

\*\*\*, \*\*, \* sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Köşeli parantez içindeki değerler katsayılar için t istatistikleridir. KBGSYH<sup>2</sup>, KBGSYH<sup>3</sup>, Fosil, Hizmet, Kentleşme, Yatırımlar, Sermaye, İşgücü, Nüfus, Harcamalar, Anlaşmalar (EU, GSTP, LAIA), Alan, Dil (İngilizce, Fransızca, İspanyolca, Arapça) araç değişkenleri kullanılmıştır.

Tüm ülke grubu için tahmin edilen modelde kullanılan araç değişkenlerin geçerliliğini sınamak amacıyla Sargan-Hansen (1958) testi uygulanmıştır. Tablo 9’daki test sonucuna göre, sıfır hipotezi reddedilemediğinden tüm ülke grubu için kullanılan araç değişken seti geçerlidir.

Tablo 9’daki tahmin sonuçları incelendiğinde, modeldeki tüm değişkenlerin farklı kantiller için istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve açıklayıcı değişkenlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etki büyüklüklerinin ve işaretlerinin farklı kantiller için değiştiği gözlemlenebilir.

KBGSYH, KBGSYH<sup>2</sup> ve KBGSYH<sup>3</sup> değişkenlerinin katsayı işaretleri Q10 ve Q25 için sırasıyla  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan ÇKE'nin biçimine ilişkin herhangi bir tanımlama yapılamamaktadır. Ayrıca Q50 için  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan ÇKE için ters-N biçiminin; Q75 ve Q90 için  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$ ,  $\beta_3 < 0$  olduğundan ÇKE için N biçiminin geçerli olduğu söylenebilir. Ticaret değişkenindeki %1'lik artış Q75 ve Q90 için ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonunu sırasıyla 0,0004 ve 0,003 metrik ton ile düşürürken, diğer kantillerdeki ülkeler için arttırmaktadır ve bu artış 0,007 metrik ton ile en fazla Q50'deki ülkeler için gerçekleşmektedir. Emisyonun yüksek olduğu ülkelerde ticaret hacmi emisyon üzerinde negatif etkiye sahipken, orta seviyedeki emisyonun olduğu ülkelerde emisyonu arttırıcı etkiye sahiptir ve düşük seviyede emisyonun olduğu ülkelere göre söz konusu pozitif etki daha fazladır.

Fosil değişkenindeki %1'lik artış, Q75'teki ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonunu diğer kantillerde yer alan ülkelere göre 0,039 metrik ton ile daha fazla arttırmaktadır. Buna göre, emisyonun yüksek olduğu ülkelerde fosil yakıt tüketiminin emisyonu arttırıcı etkisi en fazladır.

Hizmet değişkenindeki %1'lik artış, Q50'deki ülkeler haricinde, diğer kantillerde yer alan ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonunu düşürmektedir ve en fazla düşüş 0,049 metrik ton ile Q90'daki ülkeler için gerçekleşmektedir. Hizmet sektörünün payındaki artışın emisyon üzerindeki etkisi orta seviyede emisyonun olduğu ülkeler için pozitif iken, emisyonun düşük ve yüksek olduğu ülkelerde negatiftir ve bu negatif etki en fazla emisyonun yüksek olduğu ülkelerde gözlemlenmiştir. Son olarak, Kentleşme değişkenindeki %1'lik artış, Q50'deki ülkeler haricinde, diğer kantillerde yer alan ülkelerin CO<sub>2</sub> emisyonunu düşürmektedir ve en fazla düşüş 0,139 metrik ton ile Q90'daki ülkeler için gerçekleşmektedir. Kentleşmenin emisyon üzerindeki etkisi düşük ve yüksek emisyonun olduğu ülkeler için negatiftir ve bu negatif etki yüksek seviyede emisyonun olduğu ülkeler için daha fazladır; ancak, orta seviyede emisyonun olduğu ülkeler için pozitifdir. Sonuç olarak, tüm ülkelerin yer aldığı grupta ticaret hacmi, hizmet sektörünün payı ve kentleşmenin emisyon üzerindeki etki büyüklüğü ve yönü farklı kantillerde, başka bir deyişle farklı seviyede emisyonun sahip ülkeler için değişmektedir.

Genel olarak bulgular değerlendirildiğinde, her üç ülke grubu için de ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Farklı emisyon seviyelerindeki Annex II ve Non-Annex I ülkeleri için açıklayıcı değişkenlerin emisyon üzerindeki etki büyüklüklerinin ve yönlerinin farklılaştığı gözlemlenmiştir. Nitekim, ticaret hacmindeki artışın kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonunu Annex II ülke grubunda yüksek kantillere doğru azalttığı ve Non-Annex I için sadece CO<sub>2</sub> emisyonunun en düşük olduğu %10'luk dilim ve %50'lik dilimdeki Non-Annex I ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı ve diğer kantiller için arttırdığı bulgusu elde edilmiştir. Bu da emisyon seviyesinin yüksek olduğu Annex II ülkeleri ile emisyon seviyesinin düşük ve orta seviyede olduğu Non-Annex I ülkeleri için ticaret hacmindeki artışın emisyon üzerinde azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Fosil yakıt tüketimi farklı seviyelerde emisyonun sahip ülkeler için emisyonu arttırıcı etkiye sahip olmakla birlikte, etki büyüklükleri ve yönü oldukça heterojendir. Bu durum ülkelerin birbirinden farklı yakıt tüketimi yapısına sahip olmaları ile ilgili olabilir. Hizmet sektörünün payındaki artış, farklı emisyon seviyeleri ya da kantiller için Annex II ülke grubunda CO<sub>2</sub> emisyonunu Non-Annex I ülkelerine göre daha fazla azaltmaktadır. Bu bulgu ise ülke ekonomilerinin endüstriyel yapılarıyla ilgili olabilir. Son olarak, kentleşmenin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi, farklı ülke grupları için ve ülke grupları içerisinde farklı emisyon seviyelerine sahip ülkelere göre değişkenlik göstermektedir. Farklı emisyon seviyelerine sahip Annex II ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonu ile kentleşme arasında genellikle artan bir ilişki olduğu gözlemlenirken, Non-Annex I için genellikle azalan bir ilişki

olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, kentsel hizmet olanakları daha fazla olan ülkelerin enerji kaynaklarını daha fazla tüketme olasılığı ile açıklanabilir.

## 7. Sonuç

Çalışmada üç farklı ülke grubu için 1995-2010 döneminde çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil araç değişken yaklaşımı ile incelenmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu yaklaşımın kullanılmasının nedeni, çevresel Kuznets eğrisi hipotezi ile ilgili yapılan ampirik çalışmalarda karşılaşılan içsellik problemi ve kullanılan veri setinin yapısına bağlı olarak ortaya çıkan değişen varyans problemidir. Çalışmada kullanılan yaklaşım, ampirik uygulamalarda karşılaşılabilecek her iki problemi de dikkate alan bir yaklaşımdır. Ayrıca, bu yaklaşım CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımı boyunca ilişkilerin değişmesine izin vererek heterojen etkilerin de dikkate alınmasını sağlar. Farklı ülke grupları için uygulanan bu yaklaşım ile ülke gruplarının kendi içindeki heterojenlikleri de dikkate alınmış olur. Çalışmada model tahminlerinden elde edilen bulgular, her üç ülke grubu için de CO<sub>2</sub> emisyonunun koşullu dağılımının farklı dilimleri için CO<sub>2</sub> ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişki büyüklüklerinin ve yönünün değiştiğini göstermiştir. Buna göre, heterojenlik sadece ülke grupları arasında değil, ülke gruplarının kendi içinde de vardır.

Tahmin sonuçlarına göre, hiçbir ülke grubu için çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliğine dair bulgular elde edilememiştir, başka bir deyişle CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik gelişmişlik arasındaki ilişki hiçbir ülke grubunda ters-U biçimine sahip değildir. Güriş ve Sak’ın (2019) çalışmasında da Annex II ülkelerinin önemli bir kısmının yer aldığı OECD ülke grubu için çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Fosil yakıt tüketimi her üç ülke grubu için de CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırmaktadır ancak etki düzeyi ülke gruplarına ve ülke grupları içerisinde farklı kantillere göre değişmektedir. Bu durum ülkelerin birbirinden farklı yakıt tüketimi yapısına sahip olmaları ile açıklanabilir.

Kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu, Annex II ülke grubunda ticaret hacmindeki artış ile yüksek kantillere doğru azalmaktadır. Bununla birlikte, ticaret hacmindeki artış Non-Annex I için sadece CO<sub>2</sub> emisyonunun en düşük olduğu %10’luk dilim ve %50’lik dilimdeki Non-Annex I ülkeleri için CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltmaktadır, diğer kantiller için arttırmaktadır. Buna göre, ticaret hacmindeki artış, emisyon seviyesinin yüksek olduğu gelişmiş ülkelerde ve emisyon seviyesinin düşük ve orta seviyede olduğu gelişmekte olan ülkelere emisyonu azaltıcı etkiye sahiptir. Elde edilen bulgular, teorik beklentilere uygundur. Buna göre, üretim yapılarında değişiklik olsa da tüketim yapıları değişmeden kalan gelişmiş ülkelerdeki kirli endüstrilerin, çevresel düzenlemelerin zayıf olduğu fakir ekonomilere göç etme eğilimi söz konusudur. Gelişmekte olan ekonomiler ise, kirliliği yoğun ürünlerin üretiminde uzmanlaşmak durumunda kalmaktadır.

Gayri safi yurtiçi hasıla içinde hizmet sektörünün payındaki artış, Annex II ülke grubunda CO<sub>2</sub> emisyonunu Non-Annex I ülkelere göre farklı kantiller için genellikle daha fazla azaltmaktadır. Elde edilen bu bulgu, ekonomilerin endüstriyel yapılarıyla ilgili olabilir. Gelişmekte olan ülkelere endüstriyel yapı genellikle emisyon-yoğun faaliyete dayalı imalat sanayiden oluşmaktadır ve bu ülkelere emisyon-yoğun faaliyetin nispeten düşük olduğu hizmet



sektörü gelişmiş ülkelerinkine göre daha az gelişmiştir. Bu nedenle, hizmet sektörünün CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki negatif etkisi gelişmiş ülkeler kadar fazla değildir.

Kentleşmenin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi, farklı ülke grupları için ve ülke grupları içerisinde farklı kantillere göre değişkenlik göstermektedir. Annex II için farklı kantillere göre CO<sub>2</sub> emisyonu ile kentleşme arasında genellikle artan bir ilişki olduğu gözlemlenirken, Non-Annex I için genellikle azalan bir ilişki vardır. Bu durum kentsel hizmet olanakları daha fazla olan ülkelerin enerji kaynaklarını daha fazla tüketme olasılığı ile açıklanabilir. Buna göre, kentsel çevre geçiş teorisi, gelişmekte olan ülkelerdeki kent sakinlerinin enerji tüketimindeki artışın, kentsel hizmet olanakları daha fazla olan gelişmiş ülkelerdeki kadar fazla olmayabileceğini ifade etmektedir. Sonuç olarak elde edilen bulgular, kentsel çevre geçiş teorisini destekler niteliktedir.

Çalışmanın özellikle çevresel Kuznets eğrisinin biçimine ve fosil yakıt tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisine ilişkin bulguları, iklim değişikliği ve küresel ısınma konusunda önlem almak için yapılan Kyoto Protokolü'nün önemini daha net ortaya koymaktadır. Kyoto Anlaşması'nda gelişmekte olan ülkeler, salım düzeylerini bildirmek ve ulusal çapta iklim değişikliğini hafifletme programları geliştirmek zorundadırlar, böylece atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun iklime tehlikeli etki yapmayacak seviyelerde dengede kalması sağlanacaktır. İklim değişikliğinde en az paya sahip olmalarına karşın, sonuçlarından en fazla etkilenecek ülkelerin gelişmekte olan ülkeler olduğu düşünüldüğünde iklim değişikliği konusundaki mücadele önem arz etmektedir. Ancak, ekonomik kalkınmanın CO<sub>2</sub> salınımını azaltmada yeterli bir koşul olmadığı söylenebilir, bu nedenle tüm ülkeler, özellikle önemli kaynakları bulunan gelişmiş ülkeler de emisyon salınımının kontrolünde önlem almalıdır.

## Kaynakça

- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. ve Tunç, G. İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve?. *Energy Policy*, 37(3), 861-867. doi:10.1016/j.enpol.2008.09.088
- Allard, A., Takman, J., Uddin, G. S. and Ahmed, A. (2018). The N-shaped environmental Kuznets curve: an empirical evaluation using a panel quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6), 5848-5861. doi:10.1007/s11356-017-0907-0
- Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2015). Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik ilişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 279-301. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ssrj>
- Ang, J. B. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778. doi:10.1016/j.enpol.2007.03.032
- Antweiler, W., Copeland, B. R. and Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment?. *American Economic Review*, 91(4), 877-908. doi:10.1257/aer.91.4.877
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data* (3. Ed.). England: John Wiley & Sons Inc.
- Başar, S. ve Temurlenk, M. S. (2007). Çevreye uyarlanmış Kuznets eğrisi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniiibd>
- Bertinelli, L. and Strobl, E. (2005). The environmental Kuznets curve semi-parametrically revisited. *Economics Letters*, 88(3), 350-357. doi:10.1016/j.econlet.2005.03.004
- Canay, I. A. (2011). A simple approach to quantile regression for panel data. *The Econometrics Journal*, 14(3), 368-386. doi:10.1111/j.1368-423X.2011.00349.x
- Chernozhukov, V. and Hansen, C. (2006). Instrumental quantile regression inference for structural and treatment effect models. *Journal of Econometrics*, 132(2), 491-525. doi:10.1016/j.jeconom.2005.02.009
- Chernozhukov, V. and Hansen, C. (2008). Instrumental variable quantile regression: A robust inference approach. *Journal of Econometrics*, 142(1), 379-398. doi:10.1016/j.jeconom.2007.06.005
- Cole, M. A. (2003). Development, trade, and the environment: How robust is the Environmental Kuznets Curve?. *Environment and Development Economics*, 8(4), 557-580. doi:10.1017/S1355770X0300305
- Çağlayan Akay, E. and Kangallı Uyar, S. G. (2019). Endogeneity and nonlinearity in the environmental Kuznets curve: A control function approach. *Panoeconomicus*, 1-26. doi:10.2298/PAN171009012C
- Davidson, R. and Mackinnon, J. (1993). *Estimation and inference in econometrics*. New York: Oxford University Press.
- Dinda, S., Coondoo, D. and Pal, M. (2000). Air quality and economic growth: an empirical study. *Ecological Economics*, 34(3), 409-423. doi:10.1016/S0921-8009(00)00179-8
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455. doi:10.1016/j.ecolecon.2004.02.011
- Dinda, S. and Coondoo, D. (2006). Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*, 57(2), 167-181. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.03.028
- Doksum, K. (1974). Empirical probability plots and statistical inference for nonlinear models in the two-sample case. *The Annals of Statistics*, 2(2), 267-277. Retrieved from <https://www.jstor.org/journal/annalsstatistics>
- Dougherty, C. (2011). *Introduction to econometrics*. USA: Oxford University Press.

- Egli, H. (2004). *The environmental Kuznets curve-evidence from time series data for Germany* (Economics Working Paper Series No. 03/28). Retrieved from [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/171472/1/wp-03-028\\_rev.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/171472/1/wp-03-028_rev.pdf)
- Frankel, J. A. and Rose, A. K. (2005). Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91. doi:10.1162/0034653053327577
- Galvao Jr, A. F. (2011). Quantile regression for dynamic panel data with fixed effects. *Journal of Econometrics*, 164(1), 142-157. doi:10.1016/j.jeconom.2011.02.016
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (National Bureau of Economic Research No. w3914). doi:10.3386/w3914
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377. doi:10.2307/2118443
- Gujarati, D. N. and Porter, D. (2009). *Basic econometrics* (5th Ed.). Irwin: Mc Graw-Hill International Edition.
- Güriş, S. ve Sak, N. (2019). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin toplamsal olmayan sabit etkili panel kantil yöntemiyle incelenmesi. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 327-340. doi:10.20409/berj.2019.171
- Günsoy, G. (2007). Çevresel bozulma ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine bir inceleme. *Mevzuat Dergisi*, 113. Erişim adresi: <https://www.mevzuatdergisi.com/>
- Harding, M. and Lamarche, C. (2009). A quantile regression approach for estimating panel data models using instrumental variables. *Economics Letters*, 104(3), 133-135. doi:10.1016/j.econlet.2009.04.025
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1251-1271. Retrieved from <https://www.jstor.org/journal/econometrica>
- Hayashi, F. (2000). *Econometrics*. NJ: Princeton University Press.
- Jalil, A. and Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets curve for CO<sub>2</sub> emissions: A cointegration analysis for China. *Energy Policy*, 37(12), 5167-5172. doi:10.1016/j.enpol.2009.07.044
- Javid, M. and Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414. doi:10.1016/j.rser.2015.10.019
- Jebli, M. B., Youssef, S. B. and Ozturk, I. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological Indicators*, 60, 824-831. doi:10.1016/j.ecolind.2015.08.031
- Jin, T. and Kim, J. (2020). Investigating the environmental Kuznets curve for Annex I countries using heterogeneous panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16. doi:10.1007/s11356-020-07668-w
- Kang, Y. Q., Zhao, T. and Yang, Y. Y. (2016). Environmental Kuznets curve for CO<sub>2</sub> emissions in China: A spatial panel data approach. *Ecological Indicators*, 63, 231-239. doi:10.1016/j.ecolind.2015.12.011
- Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1), 74-89. doi:10.1016/j.jmva.2004.05.006
- Koenker, R. and Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 33-50. doi:10.2307/1913643
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. Retrieved from <https://www.aeaweb.org/journals/aer>
- Lamarche, C. (2010). Robust penalized quantile regression estimation for panel data. *Journal of Econometrics*, 157(2), 396-408. doi:10.1016/j.jeconom.2010.03.042
- Mania, E. (2020). Export diversification and CO<sub>2</sub> emissions: An augmented environmental Kuznets curve. *Journal of International Development*, 32(2), 168-185. doi:10.1002/jid.3441

- Moomaw, W. R. and Unruh, G. C. (1997). Are environmental Kuznets curves misleading us? The case of CO<sub>2</sub> emissions. *Environment and Development Economics*, 2(4), 451-463. doi:10.1017/S1355770X97000247
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (International Labour Organization No. 992927783402676). Retrieved from <https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm>
- Panayotou, T. (2003). Economic growth and the environment. In N. Haenn, R. R. Wilk and A. Harnish (Eds.), *The environment in anthropology* (pp. 140-148). New York: New York University Press.
- Pata, U. K. (2018). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO<sub>2</sub> emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of Cleaner Production*, 187, 770-779. doi:10.1016/j.jclepro.2018.03.236
- Perman, R. and Stern, D. I. (2003). Evidence from panel unit root and cointegration tests that the environmental Kuznets curve does not exist. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 325-347. doi:10.1111/1467-8489.00216
- Ponomareva, M. (2011). Identification in quantile regression panel data models with fixed effects and small T. *Job Market Paper, University of Western Ontario*. Retrieved from <https://www.niu.edu/ponomareva/>
- Powell, D. (2014). *Did the economic stimulus payments of 2008 reduce labor supply? Evidence from quantile panel data estimation* (RAND Labor & Population Working Papers No. WR-710-3). Retrieved from <https://parc.pop.upenn.edu/resource/rand-labor-population-working-papers>
- Powell, D. (2016). Quantile regression with non-additive fixed effects. *RAND Corporation*. Retrieved from <https://www.rand.org/>
- Powell, D. (2020). Does labor supply respond to transitory income? Evidence from the economic stimulus payments of 2008. *Journal of Labor Economics*, 38(1), 1-38. doi:10.1086/704494
- Richmond, A. K. and Kaufmann, R. K. (2006). Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions?. *Ecological Economics*, 56(2), 176-189. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.01.011
- Rosen, A. M. (2012). Set identification via quantile restrictions in short panels. *Journal of Econometrics*, 166(1), 127-137. doi:10.1016/j.jeconom.2011.06.011
- Sargan, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 393-415. doi:10.2307/1907619
- Sarıdoğan, E., Güriş, B. and Uçak, A. (2016). An analysis of environmental Kuznets curve for Japanese economy. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 5(2), 151-165. Erişim adresi: <http://iibfedergi.trakya.edu.tr/>
- Sarkodie, S. A. and Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. *Science of the Total Environment*, 646, 862-871. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.07.365
- Selden, T. M. and 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. doi:10.1006/jeem.1994.1031
- Shafik, N. and Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: Time-series and cross-country evidence* (World Bank Publications Vol. 904). Retrieved from <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/833431468739515725>
- Torras, M. and Boyce, J. K. (1998). Income, inequality, and pollution: A reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25(2), 147-160. doi:10.1016/S0921-8009(97)00177-8
- Torres-Reyna, O. (2007). Panel data analysis fixed and random effects using Stata (v. 4.2). *Data & Statistical Services, Princeton University*, 1-40. Retrieved from <https://dss.princeton.edu/>

- Uchiyama, K. (2016). Environmental Kuznets curve hypothesis. In *Environmental Kuznets curve hypothesis and carbon dioxide emissions* (pp. 11-29). Springer, Tokyo. [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55921-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55921-4_2)
- Wang, S. and Liu, X. (2017). China's city-level energy-related CO<sub>2</sub> emissions: spatiotemporal patterns and driving forces. *Applied Energy*, 200, 204-214. doi:10.1016/j.apenergy.2017.05.085
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y. and Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, 58, 237-248. doi:10.1016/j.econmod.2016.05.003

**EK-1**

**Tablo 1. Değişken Bilgileri**

Değişken Kısaltması	Değişken Adı	Değişkenin Alındığı Kaynak
CO <sub>2</sub>	Kişi Başına Düşen Karbon Emisyonu	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC">https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC</a>
KBGSYH, KBGSYH <sup>2</sup> , KBGSYH <sup>3</sup>	Kişi Başına Düşen Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla- Karesi- Küpü	Penn World Table Version 7.1.
Ticaret Hizmet	Ticaret Hacmi Hizmet Sektörü	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS</a> <a href="https://data.worldbank.org/indicator/NV.SRV.TETC.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/NV.SRV.TETC.ZS</a> <a href="https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS</a>
Kentleşme	Kentsel Nüfus	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.FO.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.FO.ZS</a>
Fosil Nüfus	Fosil Yakıt Tüketimi Nüfus Büyümesi	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW">https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.GROW</a>
Yatırımlar	Doğrudan Yabancı Yatırımlar	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS</a>
Sermaye İşgücü	Brüt Sermaye Oluşumu Toplam Nüfus İçindeki 15 Yaş Üstü Nüfus	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.ZS</a> <a href="https://data.worldbank.org/indicator/SL.TLF.CACT.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/SL.TLF.CACT.ZS</a>
Harcamalar	Genel Kamu Nihai Tüketim Harcaması	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOVT.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOVT.ZS</a>
Anlaşmalar (EU, GSTP, LAIA)	2000 Yılı Serbest Ticaret Anlaşma Biçimleri	<a href="http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp">http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp</a> <a href="http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2015.1076575">http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2015.1076575</a>
Dil (İngilizce, Fransızca, İspanyolca, Arapça)	Ortak Resmi ve İkinci Dil	<a href="http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp">http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp</a> <a href="http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2015.1076575">http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2015.1076575</a>
Alan	Ülkelerin Yüz Ölçümü	<a href="http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp">http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele.asp</a>

## **ENDOGENEITY PROBLEM IN AUGMENTED ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE MODEL: APPROACH OF PANEL QUANTILE WITH INSTRUMENTAL VARIABLES**

### **EXTENDED SUMMARY**

#### **The Aim of Study**

The aim of the study is to examine the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis for groups of countries with different levels of development by the approach of panel quantile regression with non-additive fixed effects using instrumental variables. By this approach, the endogeneity problem encountered in the empirical studies based on the environmental Kuznets curve hypothesis and the heteroscedasticity problem that emerges depending on the data structure is considered. Another aim of the study is to observe how the relationships between environmental pollution and explanatory variables vary by different country groups and within-country groups.

#### **Literature**

There are many empirical studies in the literature to test the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis or to determine the shape of the environmental Kuznets curve. These studies may differ in terms of the period, countries or country groups, the variables used and the method. This study contributes to the literature in terms of modeling and approach used in the study of the environmental Kuznets curve hypothesis and thus show a difference from other studies in the literature.

#### **Methodology**

In this study, the approach of panel quantile with non-additive fixed effects based on instrumental variables, introduced by Powell (2014), was used. This approach not only considers the problems of endogeneity and heteroscedasticity but also considers heterogeneous effects by allowing the relationships between variables to change throughout the conditional distribution of the dependent variable. Unlike other panel quantile regression approaches developed in the literature, this approach does not focus on the estimation of fixed effects, and consistent estimates can be obtained even when the time dimension is very small ( $T = 2$ ). Another advantage of this approach is that the findings obtained from the estimates can be interpreted as in the cross-sectional quantile regression.

#### **Findings**

In the study, the Annex II country group representing the developed country group defined in the “United Nations Framework Convention on Climate Change”, the Non-Annex I country group representing the developing country group and the group with all countries were considered. Findings show that there is no inverted U-shaped relationship between

environmental pollution and economic development as suggested by the environmental Kuznets curve hypothesis of any country group. Accordingly, the environmental Kuznets curve for the different segments of the conditional distribution of CO<sub>2</sub> emission, which is one of the indicators of environmental pollution for the Annex-II country group, has an inverted N-shaped in Annex II. While the environmental Kuznets curve for the highest 25% of CO<sub>2</sub> emission data in the Non-Annex I country group has an inverted N-shaped, no definition can be made for the shape of the environmental Kuznets curve for the other quantiles. The findings regarding the shape of the environmental Kuznets curve for the group, which includes all countries, are quite heterogeneous. For the lowest 10% and 25% of CO<sub>2</sub> emission data, no definition can be made for the shape of the environmental Kuznets curve, whereas for the highest 10% and 25% of CO<sub>2</sub> emission data, the environmental Kuznets curve is N-shaped. In addition to economic development, the effects of macroeconomic variables, such as trade, the share of the service sector, fossil fuel consumption and urbanization, on the CO<sub>2</sub> emission differ for each country group in terms of both size and sign for different segments of the conditional distribution of emission. However, when the effects of variables on CO<sub>2</sub> emission are compared in terms of country groups, estimation results are obtained in accordance with theoretical expectations.

### **Conclusion**

All in all, although they have the least share in climate change, it can be said that developing countries are the countries that will be most affected by their results. Moreover, economic development is not an adequate condition for reducing CO<sub>2</sub> emissions, and therefore all countries, especially developed countries with important resources, should make efforts to control emission. Consequently, controlling of CO<sub>2</sub> emission is a problem that requires both developed and developing countries to act.