



Dergi ana sayfası: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pausbed>

*Araştırma Makalesi*

Atıf Bilgisi: Durgun Kaygısız, A. (2026). Yeşil ekonomi kapsamında Türk Cumhuriyetlerinde Çevresel Kuznets Hipotezinin testi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 74, 50- 63. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1595672> / <https://izlik.org/JA45XG66SF>

## YEŞİL EKONOMİ KAPSAMINDA TÜRK CUMHURİYETLERİNDE ÇEVRESEL KUZNETS HİPOTEZİNİN TESTİ

Ayşe DURGUN KAYGISIZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ayседurgun@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8062-7473>

### Öz

İklim değişikliği konusunda dünya genelinde tedirginliğin yükselmekte olduğu günümüzde sürdürülebilir büyüme ve yeşil ekonomi giderek önemini arttırmaktadır. Doğayı kirletmeden ve gelecek nesillerin kaynaklarını tüketmeden sürdürülebilir büyüme için yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve fosil yakıt açısından zengin olan ülkelerin bu kaynakları daha rasyonel kullanımı önem arz etmektedir. Bu çalışma seçilmiş Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin 1992-2020 dönemi boyunca panel veri yöntemi kullanılarak Çevresel Kuznets eğrisinin (ÇKE) geçerliliğini ve yeşil ekonomi boyutunu incelemektedir. Analizde kullanılan değişkenler, karbon emisyonu, kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasıla (KBGSYİH) ve karesi, enerji, nüfus, dışa açıklık, üretimin katma değeri ile insani gelişme endekslerini içermektedir. İlgili değişkenlerinin kapsamlı olması bu çalışmayı diğer benzer çalışmalardan ayırmaktadır. Buna ek olarak seçilen ülke grubunun verisinin az olması ve fazla çalışılmamış bir alan olması nedeniyle devam eden literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Elde edilen bulgulara göre seçilen bölgede Çevresel Kuznets Hipotezi doğrulanmıştır. Bu durumda çevre kirliliğinin azaltılabilmesi için, etkili çevre politikası ve temiz enerji kullanımı ile ekonomik büyümenin gerekli olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Çevresel Kuznets hipotezi, Yeşil ekonomi, Orta Asya Türk Cumhuriyetleri, Büyüme, Yenilenebilir enerji, Panel veri analizi

## TESTING THE ENVIRONMENTAL KUZNETS HYPOTHESIS IN THE TURKISH REPUBLICS WITHIN THE SCOPE OF GREEN ECONOMY

### Abstract

Sustainable growth and green economy are becoming increasingly important in today's world where there is a growing concern about climate change. For sustainable growth without polluting nature and consuming the resources of future generations, it is important to increase renewable energy resources and for countries rich in fossil fuels to use these resources more rationally. This study examines the validity of the Environmental Kuznets Curve (EKC) and the green economy aspect of selected Central Asian Turkic republics over the period 1992-2020 using the panel data method. The variables used in the analysis include carbon emissions, real gross domestic product per capita and its square, energy, population, openness to foreign trade, value added of production, and human development indices. The comprehensiveness of the variables of interest distinguishes this study from other similar studies. In addition, it is thought that the selected country group will contribute to the current literature since it is an area that has not been studied much due to data shortage. According to the findings, the Environmental Kuznets Hypothesis is confirmed in the selected region. In this case, it can be said that in order to reduce environmental pollution, effective environmental policy, clean energy use, and economic growth are necessary.

**Keywords:** Environmental Kuznets hypothesis, Green economy, Central Asian Turkish Republics, Growth, Renewable energy, Panel data analysis.

Yayımlanan makalenin telif hakkı, CC BY 4.0 lisansı kapsamında yazara aittir. Bu lisansın bir kopyasını görmek için şu adresi ziyaret ediniz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## 1. GİRİŞ

Sanayi devrimiyle birlikte yaşanan üretim artışı hızlı ekonomik büyümeyi de beraberinde getirmiştir. Ülkeler öncelikli amaçları olan ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilmek için her geçen gün daha fazla üretim yaparak daha fazla fosil yakıt tüketimine sebep olmuşlardır. Üretim seviyesini genişletmek için doğal kaynakların ve fosil yakıtların yaygın olarak kullanılması sera gazı emisyonunun artmasına neden olmuştur. Başta sera gazı emisyonları olmak üzere insan faaliyetleri küresel ısınmaya neden olmuş ve küresel yüzey sıcaklığı 2011-2020 döneminde 1850-1900 döneminin 1,1°C üzerine çıkmıştır. Bu şekilde devam ederse 2030'daki küresel sera gazı emisyonları ısınmanın 21. yüzyıl boyunca 1,5°C'yi aşması, dolayısıyla ısınmanın 2°C'nin altında kalmasının zorlaşacağı ifade edilmektedir (IPPC, 2023: 4). Seragazi emisyonları hemen durdurulsa bile, atmosferde birikmiş gazların etkisiyle sıcaklıkların yüzyıllar boyunca yüksek seyretmesi beklenmektedir. Bu nedenle, sıcaklık artışını sınırlayabilmek için sera gazı emisyonlarının büyük ölçüde ve kalıcı biçimde azaltılması gerekmektedir (Boyacıoğlu ve Terzioğlu, 2019: 1230).

Artan sera gazlarının neden olduğu düşünülen küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunlar çevre kirliliği ve büyüme ilişkisini ön plana çıkarmıştır. Çünkü bu süreçte teknolojik ve endüstriyel gelişmelerle birlikte ortaya çıkan yeni pazarlar rekabet sürecini arttırırken, doğal kaynak ve çevreye verilen değerleri azaltmıştır (Yücel ve Terzioğlu, 2022: 172). Dolayısıyla çevreyi ön plana alan çalışmalar bulunmaktadır. Buna rağmen Orta Asya Türk Cumhuriyetlerini kapsayan çalışmalar çok az sayıdadır. Bağımsız devletler topluluğunu kapsayan, Apergis ve Payne (2010) tarafından yapılan çalışmada, bölgenin dünya enerji piyasasında önemli rol oynamasına rağmen, yapılan ampirik çalışmaların azlığına dikkat çekmiştir.

Bu çalışma Azerbaycan, Türkmenistan, Tacikistan, Özbekistan, Kazakistan, Kırgızistan ve Türkiye'yi kapsamaktadır. Bu ülkelerin çoğunluğu yenilenemeyen enerji (petrol, doğal gaz, kömür vb.) bakımından dünyada önemli bir yere sahiptir. Bu ülkelerin enerji potansiyelleri yüksek olmasına rağmen, sermaye yoğunlukları, teknoloji ve bilgi düzeyleri düşüktür (Koç ve Saidmurodov, 2018: 324; Gürbüz vd., 2022: 36). Orta Asya'da en çok doğalgaz rezervine sahip ülke Türkmenistan, en çok petrol rezervine sahip ülke ise Kazakistan'dır. Doğal gazın ekonomide kilit bir öneme sahip olduğu Türkmenistan, ekonomik dönüşüm sürecinin finansmanını büyük ölçüde bu sektörden elde ettiği gelirlerle sağlamıştır (Demirci, 2022 :159). Ayrıca bu bölgede en çok kömür Kazakistan'da çıkmaktadır. Bununla birlikte Kazakistan'ın yeşil ekonominin desteklenmesini önemseyen farklı bir devlet yönetimi anlayışı bulunmaktadır (Diyar vd., 2014: 698). Kırgızistan ve Tacikistan fosil yakıtlar açısından zayıf fakat yüksek hidroelektrik potansiyeline sahip ülkelerdir. Ayrıca Kırgızistan önemli oranda yer altı ve yer üstü su kaynaklarına sahiptir. Bu durum Kırgızistan için hidroelektrik dönüşümü ve yeşil ekonomi fırsatı olarak yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında büyük avantaj oluşturmaktadır (Çikolar, 2023: 150). Özbekistan'ın önde gelen enerji kaynağı ise doğal gazdır. Bölgede yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjisi ise %1'in dahi altında bir oranda tüketilmektedir (Gürbüz vd., 2022: 2-30). Bu beş ülke için elektriğe erişim konusunda enerji yoksulluğunun bulunmadığı belirtilmektedir (Demir ve Kuveloğlu, 2023: 50-70). Azerbaycan da önemli hidrokarbon rezervine sahip üretici ülkelerden birisidir (Yazar, 2011: 6). Azerbaycan, *Yakıt ve Enerji Sektörü Geliştirme Devlet Programı* kapsamında özellikle hidroelektrik ve rüzgâr enerjisine öncelik vermektedir. Güneş, biyokütle ve jeotermal enerji alanlarında çeşitli zorluklar devam etse de, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesine ve enerji güvenliğinin artırılmasına yönelik çabalar uluslararası düzeyde destek görmektedir (Ahmadov ve Khalilov, 2019, s. 1000). Türkiye ise enerjide dışa bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme çabası içerisindedir. Enerji sera gazı salınımında etkin rol oynadığı için iklim değişikliği ile birlikte değerlendirilmeye başlanmıştır. Bölge genel olarak değerlendirildiğinde kömür, petrol ve doğal gaz üretim ve tüketimine olan bağımlılıkları nedeni ile karbondioksit emisyonlarının azaltılması konusunda çevresel zorluklarla karşı karşıyadır (Apergis ve Payne, 2010: 650). Enerji üretimi ve tüketiminde verimliliği artıran enerji politikalarının aşırı enerji tüketimini ve verimsiz enerji üretim yöntemlerini sınırlayacağı için çevre kalitesini de artırabileceği ileri sürülmektedir (Apergis ve Payne, 2010: 646). Tablo 1 Orta Asya'da ve Türkiye'de tüketilen enerji kaynaklarını göstermektedir.

**Tablo 1.** Orta Asya'da Tüketilen Enerji Kaynakları (2019, terajoule [TJ]; 1 TJ = 278 megawatt/s)

	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Hidroelektrik	Rüzgar, güneş, biyoyakıt
Orta Asya	1625376	1003014	2544126	178145	9081
Türkiye	118.3	-	33.5	68.2	68.3

Kaynak: Gürbüz ve ark. (2022, s. 13) ve Acar ve ark. (2023).

Çalışmanın ilk bölümünde yeşil ekonomi ve Kuznets eğrisine yer verilmiştir. İkinci bölümde ise çalışmanın ana odağını oluşturan ÇKE ile ilgili yapılan seçili çalışmalar incelenmiştir. Analiz kısmında ise Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan ile Türkiye'den oluşan Türk Cumhuriyetlerinin çevre kirliliği ve büyüme ilişkisi ele alınmıştır. Bu ülkelerin çoğunun bağımsızlıklarını 1990 sonrasında kazanmış olmaları nedeni ile çalışmanın dönemi 1992-2020 yıllarını kapsamaktadır. Bu makalenin literatüre katkısı üç yönlüdür. Birincisi bu ülke grubu ile ilgili bu alanda çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. İkincisi var olan çalışmalardan çok daha fazla değişkeni (imalat katma değeri ve insani gelişme endeksi) modele dâhil ederek ihmal edilen değişken yanlılığı problemini minimuma indirmiş ve farklı bir analiz yöntemi kullanılmıştır. Üçüncüsü ise bildiğimiz kadarıyla bu çalışma ÇKE çerçevesinde bu bölge için yeşil ekonomiyi gelir ve çevre ilişkisine dâhil eden ilk çalışmadır.

## 2. YEŞİL EKONOMİ ve ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ

Sürdürülebilirlik temeline dayanan yeşil ekonomi terimi 2005'te Çevre ve Kalkınma Bakanlar konferansında gündeme gelmiştir (Al, 2019: 115). Birleşmiş Milletler tarafından yeşil ekonomi, "çevresel riskleri ve ekolojik kısıtları önemli ölçüde azaltırken insan refahının ve sosyal eşitliğin artmasını sağlayan ekonomidir" şeklinde tanımlanmaktadır (United Nations, 2011: 16). Başka bir tanıma göre yeşil ekonomi, emisyonların ve çevre kirliliğinin azaltılmasını sağlayan, enerji ve kaynakların etkin kullanımını teşvik eden, biyoçeşitliliğe ve ekosisteme zarar gelmesini önleyen devlet ve sosyal yatırımlar sayesinde halkın refahının arttığı ve istihdam artışının sağlandığı ekonomidir (Diyar vd., 2011: 696).

Daha sürdürülebilir ve kapsayıcı bir gelecek hedefleyen yeşil ekonomi, ekonomik büyümeyi çevresel bozulmadan ayırmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çevresel etkilerin en aza indirilmesi, doğal kaynakların korunması ve kirliliği azaltan uygulamaların teşvik edilmesi önem taşımaktadır (Loiseau vd., 2016). Ayrıca yeşil ekonominin faydalarının adil bir şekilde paylaşılması ve savunmasız toplulukların kalkınma sürecinde geride bırakılmaması hedeflenmektedir (Kumar, 2017). Kaynak verimliliğinin artırılması, döngüsel ekonomi ilkelerinin benimsenmesi ve üretim ile tüketim modellerinin optimize edilmesi de sürdürülebilir kalkınma anlayışının temel unsurları arasındadır (Li vd., 2022). Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın kademeli olarak azaltılması gerekmektedir (Knuth, 2018). Sorumlu tüketim kalıplarının benimsenmesi, atık oluşumunun azaltılması ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin yaygınlaştırılması bu hedeflere hizmet etmektedir. Son olarak, yeşil sektörlerde istihdam olanaklarının artırılması, beceri gelişiminin desteklenmesi ve sürdürülebilir girişimciliğin teşvik edilmesi, ekonomik büyümenin çevresel ve toplumsal sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Bowen, 2012).

Yeşil ekonominin ilgilendiği en temel problemlerden birisi, üretim, tüketim ve dağıtım gibi ekonomik faaliyetlerin doğa üzerindeki baskısıdır. Ekonomi büyürken doğa üzerindeki baskının azalmasına mutlak ayrışma, doğa baskısının ekonominin büyüme oranından daha az artmasına ise görelî ayrışma denilmektedir. Yeşil ekonomi, ekonomik büyümenin sağlanmasında devletin yapacağı yatırımlar ve özel sektöre vereceği teşviklerle karbon temelli sektörlerin yerine yenilenebilir enerji temelli, daha emek-yoğun sektörlerin almasını önermektedir (Atıl Aşıcı, 2012: 42-48). Böylelikle mutlak ve görelî ayrışma sağlanmaya çalışılmalıdır. Diğer bir deyişle yeşil ekonomi, maddî refahı arttıran ekonomik sürdürülebilirlik sağlanmaya çalışılırken, ekolojik sürdürülebilirlik ile doğal kaynakların korunması gerektiğini savunmaktadır.

Yeşil ekonominin en önemli unsurlarından biri, sürdürülebilir enerji sistemlerine geçiştir. Bu süreç, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasını ve güneş, rüzgâr, hidroelektrik ile jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılmasını hedeflemektedir. Yeşil ekonominin ayrılmaz bir bileşeni olan döngüsel ekonomi ise atıkların en aza indirilmesini, kaynak verimliliğinin en üst düzeye çıkarılmasını ve malzemelerin yeniden kullanımını, geri dönüşümünü ve ileri dönüşümünü teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte yeşil ekonomi, yeni istihdam alanları yaratma ve ekonomik büyümeyi sürdürülebilir biçimde yönlendirme potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda yeşil işler; yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, sürdürülebilir tarım, eko-turizm ve yeşil altyapı geliştirme gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır (Turan, :70-71).

Yeşil ekonomi, çevresel kaynakları koruyarak ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmadan sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, çevresel kaygıları dikkate alan, ekolojik denge ile ekonomik büyümeyi bir bütün olarak gören, kıt kaynakların etkin kullanımını sağlayan ve bugünkü ihtiyaçları karşılarken gelecek kuşakların ihtiyaçlarını da koruyan kalkınma anlayışıdır (Yücel ve Terzioğlu, 2023: 172). Sürdürülebilir kalkınma, yalnızca üretim süreçlerini değil, aynı zamanda tüketim biçimlerini ve bireylerin çevre bilincini artırmaya yönelik politika uygulamalarını da içeren; insan, ekonomik yapı ve çevre arasında denge kurmayı hedefleyen çok boyutlu bir yaklaşımdır (Yücel ve Terzioğlu, 2022: 570). Bu bağlamda, ÇKE hipotezi, ekonomik faaliyetlerin çevresel bozulmaya etkisini açıklayarak, ekonomik gelişme ile çevresel kalite arasındaki olası ilişkileri ortaya koymaktadır. Simon Kuznets (1955) tarafından ortaya atılan Kuznets eğrisi gelir eşitsizliği ve ekonomik büyüme arasındaki ters U şeklindeki ilişkiyi incelemektedir. Teoriye göre ülkelerin ekonomik büyümeleri ile birlikte gelir dağılımdaki eşitsizlik artarken zamanla bu eşitsizlik azalmaktadır. Bu teori ilerleyen dönemlerde çevreye uyarlanarak, büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştıran ÇKE şeklinde de anılmaya başlanmıştır. İlk defa Grossman ve Krueger (1991/1993) tarafından incelenen ÇKE farklı çevresel kirlenme göstergeleri ile KBGSYİH arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Teoriye göre ülkeler ekonomik büyümelerinin ilk aşamalarında çevresel kirliliğe ve bozulmalara maruz kalmaktadır. Fakat kişi KBGSYİH seviyesi belirli bir eşik değerine çıktığında, bu eğilim tersine dönmekte ve çevresel bozulmalar giderek azalmaktadır. Bu da ülkelerin ekonomik büyümesi ile çevresel kirlilik göstergeleri arasında ters U şeklinde bir fonksiyon olduğu anlamına gelmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin önceliği ekonomik büyüme olduğu için, çevre gibi diğer etkenler göz ardı edilmektedir. Ekonomik büyümenin sağlanması ile birlikte insanların bilinç düzeyinin artması, çevre duyarlılıklarını arttıracaktır. Böylelikle büyümenin belli bir aşamasından sonra çevre kirliliği azalacaktır. Buna bağlı olarak çevre ve ekonomi arasındaki ilişki ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılık göstermektedir. Bu durumda sürdürülebilir kalkınma için çevresel kalitenin korunması ve iyileştirilmesi, çevresel kalitenin korunması ve iyileştirilmesi için ise ekonomik büyümenin sağlanması gerekmektedir.

ÇKE hipotezine göre ekonomik büyüme çevresel kaliteyi ölçek, bileşim ve teknik etkiler kanalıyla etkilemektedir. Ölçek etkisi, çıktıdaki artışın daha fazla girdi ve doğal kaynak gerektirmesi yanında ek atık ve emisyonu da arttırdığını söylemektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümenin ölçek etkisi, sonuç olarak çevre üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bileşim etkisi, çıktı arttıkça ekonominin yapısının daha az kirlilik üreten sektörlere doğru değiştiğini belirtmektedir. Son olarak teknik etki, ekonomik büyümeyle birlikte teknolojik ilerleme meydana geldikçe, eski teknolojilerin yerini çevre kalitesini artıran yeni ve daha temiz teknolojilerin aldığı ileri sürmektedir. İkinci ve üçüncü etkiler, ölçek etkisine göre daha ağır basarsa ÇKE'nin ters U şeklindeki ilişkisi doğrulanmaktadır (Apergis ve Payne, 2010: 652). Bazı iktisatçılar ekonomik büyümeyle birlikte ülkelerin, çevreyi koruyan yeni teknolojiler üretmek yerine, doğayı kirleten üretimlerini az gelişmiş ülkelere doğru kaydırdıklarını dolayısıyla bu ülkelerde büyümeyle birlikte çevre kirliliğinin azalmasının asıl nedeninin bu olduğunu ileri sürmektedirler. Fakat bunun çevreyi korumak için doğru bir adım olmadığını ve yapılması gerekenin sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim kalıplarından vazgeçmek olduğunu belirtmektedirler (Atıl Aşıcı,2012: 123).

### 3. LİTERATÜR

Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ters U şeklindeki ilişkiyi inceleyen ÇKE ilk defa Grosman ve Kruger (1991-1993) tarafından öne sürülmüştür. Çevresel bozulmanın kaynağını ekonomik büyümeye bağlayan bu teori sonraki yıllarda birçok akademik çalışmaya konu olmuştur. Genel olarak ekonomik büyüme, çevre kirleticileri ve enerji tüketimi arasındaki ilişki 3 farklı şekilde analiz edilmektedir. İlk olarak ÇKE olarak nitelendirilen ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisidir. İkincisi ise enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilgilidir. Sonuncusu ise ekonomik büyüme, çevre kirleticileri ve enerji tüketimi arasındaki dinamik ilişkiyi aynı çerçevede inceleyen bu iki yöntemin birleşik yaklaşımıdır. Son 40 yıldır yoğun şekilde araştırılan bu konu üzerine farklı ampirik sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmalar ülke grupları, ilgi değişkenleri, zaman faktörü ve uygulanan ekonometrik yöntem bakımından birbirlerinden farklılaşmıştır. Çalışmanın bu kısmında ilgili literatürde seçilmiş çalışmalar incelenmiştir. Öncelikle benzer ülke grubunda yapılan ÇKE çalışmalarına, tabloda ise ÇKE'yle ilgili farklı ülke gruplarındaki panel analiz içeren çalışmalara yer verilmiştir.

Orta Asya ülkelerinin CO<sub>2</sub> salınımı ve ekonomik ve finansal gelişmesi arasındaki ilişki Erdoğan ve Ganiev (2016) tarafından incelenmiştir. 1992-2013 dönemini ele alan çalışmada bağımsız değişken olarak enerji kullanımı, nüfus yoğunluğu, şehirleşme oranı, ticari açıklık ve sermaye açıklığını gösteren endeks kullanılmıştır. Statik panel analiz neticesinde seçili ülkelerde Kuznets eğrisinin geçerliliğini ve enerji kullanımının CO<sub>2</sub> salınımını arttırdığını tespit etmişlerdir (Erdoğan ve Ganiev, 2016: 471-487). Türk Cumhuriyetlerinde ÇKE'yi araştıran bir başka çalışma Manga ve Cengiz'e (2020) aittir. Bu çalışma ÇKE'yi ekonomik, politik ve sosyal küreselleşme verilerini dikkate alarak araştırmıştır (Manga ve Cengiz, 2020: 738-752). 1991-2014 dönemi verileri ile ARDL sınır testi uygulanan çalışmada ÇKE hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır. Karhan (2011), yedi adet Orta Asya Türk Cumhuriyet'inde ÇKE'nin geçerliliğini eşbütünleşme testleri ile sınamıştır. 1992-2011 dönemini CO<sub>2</sub> ile KBGSYİH değişkenlerini kullanarak incelemiş, aralarında pozitif doğrusal bir ilişki tespit etmiştir. Bu ülkeler için ÇKE'nin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmıştır (Karhan, 2011:11-17). Türk cumhuriyetlerindeki çevresel bozulmayı ÇKE kapsamında ele alan bir başka çalışma ise Yeter vd.'ne (2021) aittir. Bu çalışmada 1992-2019 dönemini ele alarak dinamik panel model uygulanmıştır. CO<sub>2</sub>, KBGSYİH ve kişi başına düşen birincil enerji tüketimi değişkenlerinin kullanıldığı çalışmada Türk Cumhuriyetleri için ÇKE hipotezi doğrulanmıştır. Türk cumhuriyetlerinde CO<sub>2</sub> ve ekonomik büyüme ilişkisini 1992-2014 dönemi verileri ile inceleyen bir diğer çalışma ise Günel'e (2019) aittir. Ele aldıkları ülkelerde karbon salınımı ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedensellik tespit etmişlerdir. Sarıöz Ökten ve Koçak (2024) Türk cumhuriyetlerinde Materyal Kuznets Eğrisini araştırmışlardır. Karbon salınımı yerine materyal ayak izini analize dahil eden bu çalışma ilgili ülkelerde 1992-2021 dönemini kapsamaktadır. Bu ülkeler için uzun dönemimde Materyal Kuznets Eğrisinin geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Literatür Araştırması.

Çalışma	Ülkeler	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Özen ve Terzioğlu (2023)	Türkiye 1988-2017	CO <sub>2</sub> , GDP, doğrudan yabancı yatırımlar, kişi başı enerji tüketimi, dışa açıklık, kredi hacmi, piyasa kapitalizasyon oranı	ARDL	ÇKE geçersiz
Çay, Atalay ve Akan (2023)	OECD 1990-2012	CO <sub>2</sub> , GDP, ticari açıklık oranı, enerji tüketimi, kentleşme oranı	Panel eşbütünleşme testi CCEMG	14 ülkede ÇKE geçerli 23 ülkede ÇKE geçersiz
Hassan vd. (2020)	32 gelişmiş ülke 32 gelişmekte olan ülke 1970-2015	CO <sub>2</sub> , GDP, enerji tüketimi, küreselleşme endeksi	ARDL	ÇKE geçerli

Beyene ve Kotosz (2019)	12 Doğu Afrika ülkesi 1990-2013	CO <sub>2</sub> , GDP, küreselleşme Doğrudan yabancı yatırımlar, nüfus yoğunluğu	PMG	ÇKE geçerli
Yao vd. (2019)	17 geliş ve gelişmekte olan ülke 1990-2014	CO <sub>2</sub> , GDP Yenilenebilir enerji	FMOLS DOLS	ÇKE geçerli
Bozkurt ve Okumuş (2017)	33 gelişmiş ülke 1980-2013	CO <sub>2</sub> , GDP, enerji tüketimi, ticari serbestleşme, Kyoto protokolü kukla değişkeni kentleşme oranı	Panel eşbütünleşme testi	ÇKE geçersiz
Li vd. (2016)	Çin'in 28 şehri 1996-2012	Atık su ve katı emisyonlar, GDP enerji tüketimi, kentleşme, ticari açıklık	GMM ARDL	ÇKE geçerli
Al-Mulali (2016)	7 farklı bölge 1980-2016	CO <sub>2</sub> , GDP, ticari açıklık oranı, kentleşme oranı, finansal gelişme yenilenebilir enerji	Pedroni eşbütünleşme Granger nedensellik	5 bölgede ÇKE geçerli
Alam vd. (2016)	Brezilya, Çin, Hindistan ve Endonezya	CO <sub>2</sub> , GDP enerji tüketimi Nüfus artışı	ARDL	ÇKE geçerli
Bilgili vd. (2016)	17 OECD ülkesi 1977-2010	CO <sub>2</sub> , GDP yenilenebilir enerji	FMOLS DMOLS	ÇKE geçerli
Kasman ve Duman (2015)	Yeni AB üyesi ve aday ülkeler 1992-2010	CO <sub>2</sub> , GDP, ticari açıklık oranı, enerji tüketimi, kentleşme oranı	Panel eşbütünleşme ve nedensellik	ÇKE geçerli
Cho vd. (2014)	22 OECD ülkesi 1971-2000	CO <sub>2</sub> , GDP, enerji	Pedroni eşbütünleşme , FMOLS	ÇKE geçerli
Narayan ve Narayan (2010)	43 gelişmekte olan ülke 1980-2004	CO <sub>2</sub> , GDP	Panel eşbütünleşme	%35 için ÇKE geçerli
Apergis ve Öztürk (2015)	14 asya ülkesi 1990-2011	CO <sub>2</sub> GDP Nüfus yoğunluğu Arazi, sanayi ve tarım sektörü verileri	GMM	ÇKE geçerli
Apergis ve Payne (2010)	11 adet Bağımsız devletler topluluğu 1992-2004	CO <sub>2</sub> , GDP, enerji tüketimi	Panel eşbütünleşme FMOLS	ÇKE geçerli

Yukarıda yer alan Tablo 2'de görüldüğü üzere literatürde genel kanı çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ters U şeklindeki ilişkinin kabulü şeklindedir. Yine de bu teoremin geçerli olmadığını da ele alan çalışmalar bulunmaktadır.

## 4. MODEL ve METODOLOJİ

### 4.1. Panel Veri Modelleri

Panel veriler, N sayıda birim ve her bir birime karşılık gelen T sayıda gözlemden oluşmaktadır. Yatay kesit ve zaman serisi verilerinin boyutlarının yetersizliğinden dolayı 1990'lı yıllardan itibaren ekonometrik analizlerde kullanılmaya başlanmıştır (Tatoğlu, 2020: 1). Panel analizlerde yatay kesit ve zaman boyutunun bir arada kullanılması serbestlik derecesini arttırır. Panel veri setlerinde gözlem sayısının ve serbestlik derecesinin artması, çoklu doğrusal bağlantı sorununu azaltmanın yanı sıra parametre tahminlerinin güvenilirliğini de arttırır (Baltagi, 2005: 135). Ayrıca, gözlem sayısındaki artış, modele değişkenlik katarak çoklu doğrusal bağlantı sorununu giderir (Hsiao, 2003: 7). Genel olarak panel veri modelleri aşağıdaki şekliyle yazılmaktadır (Tatoğlu, 2018b: 4).

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it} X_{it} + u_{it} \quad i=1, \dots, N ; t=1, \dots, T \quad (1)$$

Denklemden Y bağımlı değişkeni, X bağımsız değişkeni,  $\alpha$  sabit katsayı,  $\beta$  eğim katsayılarını ve u ise hata terimini ifade etmektedir. İ alt endeksi birimleri, t alt indisi ise zamanı göstermektedir. Tüm zamanlar boyunca tüm birimler gözlenebiliyorsa dengeli, gözlenemiyorsa dengesiz panelden bahsedilmektedir.

Panel veri modellerinde, sabit etkiler, tesadüfi etkiler, dinamik panel analiz, genelleştirilmiş EKK vb. birçok yöntem bulunmaktadır. Sabit etkiler modelinde katsayıların birimlere veya birimler ile zamana göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Tesadüfi etkiler modelinde ise her bir kesit birimi için farklı trend değerlerinin bulunduğu, bu değerlerinin zaman periyodu süresince sabit kaldığı ve bağımlı-bağımsız değişkenler arasında geçici bir yatay kesit ilişkisinin mevcut olduğu ifade edilmektedir (Çoşkun ve Güngör, 2015: 342). Ayrıca tesadüfi etkiler modelinde, birim etkiler ile açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyonun sıfır olduğu varsayılmakta iken, sabit etkiler modelinde ise bu korelasyonun sıfırdan farklı olmasına izin verilmektedir (Tatoğlu, 2018: 79).

Panel veri modellerinin arasında seçim yaparken en çok kullanılan yöntemlerden birisi Hausman testidir. Bu test Sabit etkiler ve Rassal etkiler arasında bir seçim yapılması gerektiğinde, hangi modelin tercih edileceğinde kullanılan bir testtir (Greene, 2000: 83 ). Diğer bir deyişle, regresyon analizi öncesinde Hausman (1978) testi yapılarak Sabit veya Rassal etkilerden hangisinin geçerli olacağına karar vermek gerekmektedir. Hausman testinde, Sabit ve Rassal etkili modellerin katsayılarının arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenmektedir (Cameron ve Trivedi, 2005: 271-273 ). Testin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

$$H_0: E(u_{it}/X_{it}) = 0, \quad \text{Rassal etkiler modeli,}$$

$$H_1: E(u_{it}/X_{it}) \neq 0, \quad \text{Sabit etkiler modeli geçerlidir.}$$

İktisadi ilişkiler incelenirken değişkenlerin gecikmeli değerlerinin de açıklayıcı faktörler olarak ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle panel modellerde dinamik yapı sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü dinamik modellerde statik modellerden farklı olarak gecikmeli değişkenlere yer verilmektedir (Tatoğlu, 2018: 113). Dinamik panel veri modelinde, bağımlı değişkenin gecikmeli bir değeri bağımsız değişken olarak eşitliği sağ tarafında yer almaktadır (Arellano, 2004: 129). Dinamik panel veri analizlerinde, sıklıkla tercih edilen model Arellano ve Bond tarafından önerilen "Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi" (GMM)'dir (Arellano ve Bond, 1991: 277-297). Bu yöntem, Anderson ve Hsiao (1981) metodunu geliştirerek, dinamik panel veri modellerinde tüm geçerli gecikmeli değişkenlerin araç değişken olarak kullanılmasını önermiştir. GMM hata terimlerinin otokorelasyonlu olduğu durumlarda kullanılır ve hem sabit varyans hem de değişen varyans durumlarında uygun bir seçenektir (Akay, 2015: 95). Aynı zamanda GMM yönteminin içsellik sorunu, sabit etkiler ve dinamik panel sapması gibi sorunları çözmesi beklenmektedir (Roodman, 2009: 136). GMM tekniği ile beraber kullanılması önerilen değişken kısıtı için Sargan testi bulunmaktadır (Mileva, 2007: 3).

#### 4.2. Varsayım Testleri (Otokorelasyon ve Değişen Varyans Testleri)

Belirlenen bağımsız değişkenlerin düzeylerine karşı çekilen örneklemelerin geldiği kitlelerin varyansları farklılık gösterirse, bu farklılık modelin atıklarına yansiyarak değişen varyans sorununa yol açmaktadır. Değişen varyans sorunu altında katsayılar etkinlik özelliklerini kaybederler fakat yansızlığını korudukları için bağımlı değişkene ilişkin tahminler yapılabilmektedir (Mert, 2016: 138). Kullanılan modelde değişen varyansı sınamak için kullanılacak olan test Değiştirilmiş Wald testidir. Bu testin hipotezi aşağıdaki şekildedir:

$H_0$ : Varyans birimlere göre değişmez.

$H_1$ : Varyans birimlere göre değişir.

Modelin otokorelasyon sorunu olup olmadığı Wooldridge'in testi ile sınanmıştır. Wooldridge testi için kurulacak hipotez şu şekildedir:

$H_0$ : Birinci dereceden otokorelasyon yoktur.

$H_1$ : Birinci dereceden otokorelasyon vardır

#### 4.3. Veri Seti ve Model

Çalışma, veri setinin elverdiği ölçüde ve gözlem süresi yeterli büyüklüğe sahip mümkün olduğunca çok sayıda Türk Cumhuriyetini kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Çalışma Kazakistan, Türkmenistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Azerbaycan ve Türkiye için 1992-2020 zaman diliminde ÇKE'nin geçerliliğini incelemektedir. Çalışmada bu bölgenin ele alınmasının temel nedeni, benzer çalışmaların bu bölge için çok az sayıda olması ve birincil enerji kaynakları bakımından zengin olan bu bölgenin doğal kaynakları ile uzun vadeli sürdürülebilir büyümesine katkı sağlayacak literatürü oluşturmaktır. Ayrıca artan fosil yakıt tüketimi, özellikle petrol ve doğal gazın yoğun kullanımı, bölgedeki karbon emisyonunu artırmakta, bu durum ise iklim değişikliğine bağlı çevresel tehditleri güçlendirmektedir. Türk Cumhuriyetleri kapsamında yeşil ekonomiyi de dikkate alarak yapılmış olması çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

**Tablo 3.** Değişkenler ve beklenen işaretleri.

Değişkenler	Kısaltma	Beklenen işaret
Karbon emisyonu (kg per 2015 US\$ of GDP)	CO <sub>2</sub>	Bağımlı değişken
Kişi başına düşen reel GSYİH	GDP	+
Kişi başına düşen reel GSYİH'nin karesi	GDP <sup>2</sup>	-
Birincil enerji arzı	PES	+
Petrol üretimi	OIL	+
Yenilenebilir enerji tüketimi	RE	-
Ticaret açığı	TO	+
İmalat katma değeri	MAN	+
İnsani gelişme endeksi	HDI	-
Toplam nüfus	POP	+

Tablo 3' de modelde kullanılan değişkenlerin tanımları, kısaltmaları ve beklenen işaretleri gösterilmiştir. Değişkenlerden CO<sub>2</sub>, GDP, RE, TO, MAN, HDI ve P Dünya Bankası veri tabanından, birincil enerji arzı ve petrol üretimi ise OECD veri tabanından elde edilmiştir. İnsani gelişme endeksi, doğumda beklenen yaşam süresi ve orta öğretime kayıtlı öğrenci sayısının toplamını ifade etmektedir (Farhani vd., 2014: 189-198). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ÇKE denkleminde çoğunlukla enerji tüketimi verisi (Çay vd., 2023; Hassan vd., 2020; Bozkurt ve Okumuş, 2017; Li vd., 2016) kullanılmaktadır. Ele alınan ülkeler kapsamında enerji tüketimi verisi 2015 yılında sonlanması nedeniyle enerjiyi temsilen birincil enerji arzı ve petrol üretimi verileri modele dâhil edilmiştir. Bunun yanı sıra yenilenebilir enerji değişkeni ise yeşil ekonomiyi temsilen modele eklenmiştir.

Ekonomik yöntemlerde iki değişken arasındaki ilişki incelenirken ihmal edilen değişken yanlılığı sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için model kurulurken literatürdeki farklı

çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu çalışma modellenirken öncelikle Farhani vd.'nin (2014) çalışması dikkate alınmıştır. Model aşağıdaki gibi kurulmuştur.

$$LCO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 LGDP_{Cit} + \beta_2 LGDP_{it}^2 + \beta_3 LPES_{it} + \beta_4 LOIL_{it} + \beta_5 LRE_{it} + \beta_6 LTO_{it} + \beta_7 MAN_{it} + \beta_8 LHDI_{it} + \beta_9 LPOP_{it} \tau_i + \gamma t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Modelde CO<sub>2</sub>, ülkelerdeki karbon emisyonunun logaritmasını, LGDP - LGDP<sup>2</sup> KBGSYİH'nin logaritmasını ve karesini, LPES ülkelerin birincil enerji arzının logaritmasını, LOIL ülkelerin petrol üretiminin logaritmasını, LRE ülkelerin yenilenebilir enerji tüketiminin logaritmasını, LTO ülkelerin ithalat ve ihracat toplamalarının gayri safi hasılaya oranı olan ticaret açığının logaritmasını, LMAN ülkelerin imalat katma değerinin oranını, LHDI insani gelişme endeksinin logaritmasını ve son olarak LPOP ise ülkelerdeki toplam nüfusun logaritmasını göstermektedir. Denklemde  $\tau_i$  gözlenemeyen bireysel etkileri,  $\gamma t$  gözlenemeyen zamana özgü etkileri ve  $\varepsilon_{it}$  ise hata terimi bileşenlerini ifade etmektedir. ÇKE'nin geçerli olabilmesi için  $\beta_1 > 0$  ve  $\beta_2 < 0$  olması gerekmektedir.

#### 4.4. Analiz ve Bulgular

Modelde kullanılan değişkenlere ait betimleyici istatistikler Tablo 4'de gösterilmiştir. Buna göre çalışmada maksimum 203, minimum 154 gözlem yer almaktadır. Bu durumda model dengesiz paneldir.

**Tablo 4.** Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri.

Değişken	Gözlem sayısı	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
LCO <sub>2</sub>	203	,2777073	-7257226	-9.164124	1.437756
LGDP	203	7.350742	1.250673	4.098256	9.53897
LGDP <sup>2</sup>	203	61.97183	15.12	35.0279	88.5015
LPES	194	-1.606992	0.698735	-2.780621	-1141357
LOIL	203	7.719118	2.649294	2.777576	11.41357
LRE	197	1.400683	2.022819	-2.995732	4.167905
LTO	195	4.32962	,3907027	3.373905	5.201752
MAN	154	14.1886	6.100931	3.988326	38.17485
LHDI	203	11.3462	4.568194	4.079721	15.97779
LP	203	16.34583	,9065058	15.18323	18.23898

Esneklik tahminleri için Sabit etkiler (SE) ve Rassal etkiler (RE) yöntemleri kullanılmıştır. Bu iki yöntem arasında karar vermek için Hausman (1978) test uygulanmıştır. Test sonucuna göre Sabit ve Rassal etki model katsayıları arasında sistematik farklılığın olmadığı hipotezi kabul edilmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Varsayımdan sapma testleri.

Testler	Test sonuçları
	Otokorelasyon testi
Wooldridge testi	F (1,6) = 22.519 Prob> F = 0.0032
	Değişen Varyans Testi
Wald testi W2 (p>X2)	Chi2 (7) =927.14 Prob> chi2 =0.0000
	FE/RE
Hausman testi	Prob>chi2= 0.0000

Panel veri modelinin varsayımdan sapsmaları sınamak için otokorelasyon ve değişen varyans testleri uygulanmıştır. Modelin değişen varyans sorunun tespiti için Wald testi uygulanmıştır (Greene, 2000: 220). Bu testin sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir. Test sonucunda P=0.000<0.05 olduğundan yokluk hipotezi reddedilmiştir. Yani modelde değişen varyans sorunu bulunmaktadır. Modelin otokorelasyon problemini test etmek için Wooldridge testi uygulanmıştır (Wooldridge, 2002). Test sonucunda P=0.000<0.05 olduğundan yokluk hipotezi reddedilmiş ve modelde otokorelasyon sorunu tespit edilmiştir (Tablo 5).

Modelin hem otokorelasyon hem de değişen varyans sorunu içermesi nedeni ile bu sorunlardan arındırılmış esneklik tahminleri için Arellano ve Bond iki aşamalı GMM analizi uygulanmıştır. İki aşamalı GMM tahminci, bir aşamalı GMM tahmincilerini otokorelasyon ve heteroskedasiteye karşı düzeltmektedir (Tatoğlu, 2018: 135). Analizin sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Modelin R<sup>2</sup>, Sargan testi ve Wald Chi değerleri Tablo 6'da gösterilmektedir. Test sonuçları modelin bir bütün olarak anlamlılığına işaret etmektedir.

**Tablo 6.** Arellano ve Bond dinamik panel veri analizi.

Değişkenler	LCO <sub>2</sub>	LCO <sub>2</sub>	LCO <sub>2</sub>	LCO <sub>2</sub>	LCO <sub>2</sub>	LCO <sub>2</sub>
L. LCO <sub>2</sub>	0.860*** (0.0504)	0.548*** (0.0955)	0.541*** (0.0976)	0.449*** (0.132)	0.450*** (0.135)	0.446*** (0.136)
LGDP	0.0361 (0.0274)	0.0377 (0.0361)	0.0409 (0.0301)	0.0647*** (0.0214)	0.0607*** (0.0235)	0.0566*** (0.0209)
LGDP <sup>2</sup>	- 0.0108** (0.005)	- 0.0142** (0.0007)	- 0.0159** (0.0062)	- 0.0171*** (0.006)	- 0.0182*** (0.0062)	- 0.0204*** (0.0061)
LPES		0.319** (0.157)	0.305* (0.161)	0.364* (0.218)	0.361* (0.217)	0.378* (0.217)
LOIL		0.0270 (0.0250)	0.0346 (0.0285)	0.0030 (0.041)	0.0210 (0.0278)	0.0413 (0.0251)
LRE		- 0.145*** (0.0471)	- 0.157*** (0.0465)	-0.183*** (0.0619)	-0.183*** (0.0577)	-0.167*** (0.0515)
LTO			0.0630 0.0426)	0.0619*** (0.0223)	0.0564** (0.0263)	0.0478** (0.0231)
MAN				0.0039 (0.0025)	0.0048* (0.0025)	0.0050* (0.0025)
LHDI					-0.00099 (0.0015)	-0.0005 (0.0014)
LP						0.207*** (0.0557)
Sabit	0.408 (0.255)	1.212*** (0.251)	0.956*** (0.157)	1.287*** (0.187)	1.263*** (0.205)	-2.097*** (0.751)
Gözlem	189	175	169	126	126	126
Ülke sayısı	7	7	7	7	7	7
R <sup>2</sup>	0.94					
Sargan	193.80 (0.0762)					
Wald chi	5630.01 (0.000)					

Not: Parantez içindeki rakamlar, ilgili katsayıya ilişkin standart hata değerini göstermektedir. \*, \*\* ve \*\*\* ilgili katsayının %10, %5 ve %1 güven seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir.

ÇKE'nin geçerli olabilmesi için LGDP değişkeninin işareti pozitif, LGDP<sup>2</sup>'nin işaretinin ise negatif olması beklenmektedir. Tablo 6 verileri dikkate alındığında LCO<sub>2</sub>'nin LGDP ile pozitif ve anlamlı, LGDP<sup>2</sup> ile ise negatif istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu durum değişkenler arasında ters U şeklindeki ilişkiyi kanıtlamaktadır. Sonuç olarak seçilen ülke grubu için ÇKE'nin geçerli olduğu söylenebilir.

Enerji ve çevre kirliliği ilişkisi modele eklenen üç ayrı değişken ile test edilmiştir. Bu değişkenler birincil enerji arzı, petrol üretimi ve yenilenebilir enerji tüketimidir. Karbon emisyonunun birincil enerji arzı ve petrol üretimi ile pozitif, yenilenebilir enerji arzı ile negatif ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Birincil enerji arzı ve yenilenebilir enerji değişkenlerinin işareti hem beklenildiği gibi hem de istatistiki olarak anlamlı çıkmıştır.

Ticaret açığı ve karbon emisyonu arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. İmalat katma değeri ve karbon emisyonunu arasındaki ilişki pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. İnsani gelişme endeksi karbon emisyonu ile negatif ilişkilidir. Elde edilen bu sonuç

teorik olarak anlamlı olsa da istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır. Toplam nüfus ile karbon emisyonu ilişkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

## 5. SONUÇ

Son dönemlerde ülkeler arasında artan ticari ilişkiler, üretim ve tüketimin artarak, kirli atıkların oluşmasına ve doğal dengenin bozulmasına yol açmıştır. Bu nedenle çevreye olumsuz etki yapmadan hızlı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması güncel bir endişe kaynağıdır. Ekonomik aktivite ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi açıklayan en iyi bilinen teori ÇKE hipotezidir. Bu çalışmada Kazakistan, Türkmenistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Azerbaycan ve Türkiye için 1992-2020 zaman diliminde ÇKE'nin geçerliliği test edilmiştir. Bağımlı değişken olarak CO<sub>2</sub>, bağımsız değişkenler olarak ise GDP, GDP<sup>2</sup>, birincil enerji arzı, petrol üretimi, yenilenebilir enerji tüketimi, dışa açıklık, nüfus, insani gelişme endeksi ve imalat katma değeri değişkenleri kullanılmıştır. Bilindiği kadarıyla, bu çalışmada incelenen ülkeler için bu değişkenleri aynı çerçevede kullanan böyle bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsadığı ülkeler, incelenen zaman dilimi, kullanılan değişkenler ve uygulanan ekonometrik analiz açısından diğer çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, GDP ve GDP<sup>2</sup>'nin katsayıları sırasıyla negatif - pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumda kirlilik ve büyüme arasındaki ters U şeklindeki ilişki onaylanmıştır. Seçili ülkeler için ÇKE'nin geçerli olduğu söylenebilir. Çevresel kalitenin korunabilmesi için ekonomik büyümenin gerekli olduğu görülmektedir. Bu sonuç literatürdeki Erdoğan ve Ganiev (2016) ile Manga ve Cengiz'in (2020) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Büyümenin temel girdilerinden olan enerji ÇKE modeline dâhil edilmiştir. Çalışmada birincil enerji arzı, petrol üretimi ve yenilenebilir enerji değişkenleri kullanılmıştır. Birincil enerji arzının çok büyük bir kısmı petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Seçili ülke grubunun çoğunluğu fosil yakıtlar açısından zengindir. Bu ülkelerde üretim ve tüketim açısından fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bu nedenle birincil enerji arzı ve petrol üretimi değişkenleri CO<sub>2</sub> ile pozitif ilişki içerisindedir. Birincil enerji arzı arttıkça, iktisadi faaliyetlerde daha çok kullanılacağı için çevre kirliliğini arttıracaktır. Bu sonuç Hassan vd. (2020) ile Apergis ve Payne'nin (2010) sonuçları ile tutarlıdır. Bununla birlikte yenilenebilir enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> arasındaki ilişki negatif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Doğal kaynaklara zarar vermeden, temiz teknoloji ile yapılan iktisadi faaliyetler çevre kirliliğini azaltmaktadır (Al-Mulali vd, 2016: 268). Bu bulgu Bilgili vd.'nin (2016) sonuçlarıyla uyumludur.

Ticaret açığı ve karbon emisyonu arasında pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Literatürle uyumlu çıkan bu sonuç için, dış ticaret geliştikçe ilk dönemlerde çevresel kirliliği arttırdığı, dış ticaret belli bir aşamaya geldikten sonra ise kirliliği azaltıcı önlemlerin alınmaya başlandığı ileri sürülmektedir (Taşkın ve Zaim, 2000: 217-223). İmalat katma değeri ve karbon emisyonu arasındaki ilişki pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bulunan sonuç literatürü desteklemektedir (Farhani vd., 2014: 189-198). İnsani gelişme endeksi karbon emisyonu ile negatif ilişkilidir. Elde edilen bu sonuç teorik olarak anlamlı olsa da istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır. Toplam nüfus ile karbon emisyonu ilişkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Nüfus artışı tüketim ve dolayısıyla üretim üzerinde baskı oluşturarak daha fazla kirliliğe yol açmaktadır. Bu sonuç literatürle uyumludur (Wang vd., 2015: 146-165).

Yapılan çalışmalarda ileri dönemlerde fosil yakıtların kullanımına devam etmenin oluşturacağı maliyetin, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin maliyetinden daha büyük olacağı ileri sürülmektedir. Bu nedenle bölge ülkelerinin iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyümeyi sağlamak için her türlü çabayı göstermeleri gerekmektedir. Tabi bu durum sadece kaynak zengini üretici ülkeler için değil, enerji ithalatçısı ülkeler içinde geçerlidir. Sonuç olarak iklim değişikliği, yeşil ekonomi ve enerji güvenliği tüm ülkeler gibi Türkiye, Azerbaycan ve Orta Asya Türk Cumhuriyetlerini hem enerji verimliliğini yükseltme ve hem de mümkün olduğunca yenilenebilir kaynak kullanmaya zorlamaktadır. Özellikle doğal gaz ve petrol ihraç potansiyeline sahip üretici ülkeler için, elektrik üretiminde hâlihazırda kullanılan doğal gaz ve petrol yerine diğer enerji kaynaklarının (öncelikle yenilenebilir, ikinci planda nükleer veya kömürün temiz teknolojilerle kullanımı) tercih

edilmesi önemlidir. Bu sayede, doğal gaz ve petrol ihrac kapasiteleri maksimum düzeyde tutulabilir ve ülkelerin ekonomileri için daha doğru bir strateji izlenmiş olur (Apergis ve Payne, 2010: 650-655). Bunun yanı sıra çevre koruma ve kaynak verimliliği alanında halkın bilinçlendirilmesi, eğitimlerin verilmesi, mühendislerin yetiştirilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılması, temiz teknoloji kullanımında devlet desteğinin sağlanması, ekolojik vergilendirme sistemin yenilenmesi, yeşil teknolojilerin uygulanmasına yardımcı olacak politikaların kullanılması tavsiye edilmektedir.

### Beyan ve Açıklamalar

1. Bu çalışmanın yazar/ları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduğunu kabul etmektedirler.
2. Yazar/lar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
3. Bu çalışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir.

### KAYNAKÇA

- Acar, A., Bağ Güllü, A., Aksoy, H., Çalışkan, R. Y. Z., Serhadlıoğlu, S., & Taranto, Y. (2023). Türkiye enerji dönüşümü görünümü. SHURA.
- Ahmadov, E., & Khalilov, T. (2019). Azerbaijan from inclusive and innovative governance to green economy. *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 988–1001.
- Akay, Ç. (2015). Dinamik panel veri modelleri. In S. Güriş (Ed.), *Stata ile panel veri modelleri*. Der Yayınevi.
- Al, İ. (2019). Sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi: Türkiye için bir endeks önerisi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 112–124. <https://doi.org/10.17218/hititsosbil.473413>
- Alam, M., Wahid, M., Noman, A. H., & Öztürk, İ. (2016). Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing the environmental Kuznets curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 466–479. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.043>
- Al-Mulali, U., Öztürk, İ., & Solarin, S. A. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable energy. *Ecological Indicators*, 67, 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.059>
- Apergis, N., & Payne, J. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: Evidence from the Commonwealth of Independent States. *Energy Policy*, 38, 650–655.
- Apergis, N., & Öztürk, İ. (2015). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in Asian countries. *Ecological Indicators*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.026>
- Arellano, M. (2004). *Panel data econometrics*. Oxford University Press.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58, 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Atıl Aşıcı, A. (2012). İktisadi düşüncede çevrenin yeri ve yeşil ekonomi: Karşılaştırmalı bir analiz. In A. Atıl Aşıcı & Ü. Şahin (Eds.), *Yeşil ekonomi*. Yeni İnsan Yayınevi.
- Baltagi, B. (2005). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Beyene, S. D., & Kotosz, B. (2019). Testing the environmental Kuznets curve hypothesis: An empirical study for East African countries. *International Journal of Environmental Studies*, 77(4), 636–654.
- Bilgili, F., Koçak, E., & Bulut, Ü. (2016). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions: A revised environmental Kuznets curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838–845. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.080>
- Bowen, A. (2012). Green growth, green jobs and labor markets. World Bank.
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2017). Gelişmiş ülkelerde çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin test edilmesi: Kyoto Protokolü'nün rolü. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 5(4), 57–67.

- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and applications*. Cambridge University Press.
- Cho, C. H., Chu, Y. P., & Yang, H. Y. (2014). An environmental Kuznets curve for GHG emissions: A panel cointegration analysis. *Energy Sources Part B*, 9(2), 120–129.
- Çay Atalay, A., & Akan, Y. (2023). The validity of the environmental Kuznets curve hypothesis on green economy indicators of OECD countries. *Trends in Business and Economics*, 37(1), 57–67. <https://doi.org/10.5152/TBE.2023.1010601>
- Çikolar, E. (2023). Kırgızistan'da yeşil ekonomiye bakış. *Paradigma: İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 12(Özel Sayı), 147–159.
- Çoşkun, A., & Güngör, B. (2015). Sermaye yapısını etkileyen faktörler: Panel veri analizi ile. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 337–356.
- Demir, D., & Kuveloğlu, D. T. (2023). Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinde enerji yoksulluğu. *Uluslararası İktisadi ve İdari Çalışmalar Dergisi*, 1(1), 50–70.
- Demirci, O. (2022). Otuzuncu bağımsızlık yılında Türkmenistan ekonomi politiği: 1991–2020 dönemi. In M. Dikkaya (Ed.), *Türk Cumhuriyetlerinde ekonomik dönüşüm*. Orion Kitabevi.
- Dereli, M., Boyacıoğlu, E. Z., & Terzioğlu, M. K. (2019). Investigation of the relationship between climate change and tourism sector with dynamic panel data analysis. *Journal of Turkish Tourism Research*, 3(4), 1228–1243.
- Diyar, S., Akparova, A., Toktabayev, A., & Tyutunnikova, M. (2014). Green economy–Innovation-based development of Kazakhstan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 140, 695–699. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.04.497>
- Erdoğan, M., & Ganiev, J. (2016). Orta Asya ülkelerinde CO2 emisyonu, iktisadi ve finansal gelişme ve fosil yakıt enerji tüketimi ilişkisi. *Turkish Studies*, 471- 487. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.11214>
- Farhani, S., Mrizak, S., Chaibi, A., & Rault, C. (2014). The environmental Kuznets curve and sustainability: A panel data analysis. *Energy Policy*, 71, 189- 198. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.030>
- Greene, W. (2000). *Econometric analysis*. Prentice Hall.
- Günel, T. (2019). Türk Cumhuriyetleri'nde CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel nedensellik analizi. *Sosyoekonomi*, 27(40), 151- 164. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2019.02.09>
- Gürbüz, Y. E., Ulu, M. A., & Çiçekli, M. Y. (2022). Orta Asya enerji raporu. ORASAM.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of panel data*. Cambridge University Press.
- Hassan, M. S., Meo, M. S., Karim, M. Z. A., & Arshed, N. (2020). Prospects of environmental Kuznets curve and green growth in developed and developing economies. *Estudios de Economía Aplicada*, 38(3), 1–18. <https://doi.org/10.25115/eea.v38i3.3367>
- IPCC. (2023). Climate change 2023.
- Karhan, G. (2011). Türk Cumhuriyetlerinde çevresel Kuznets eğrisi hipotezi testi: Panel veri analizi. *Turan-Sam*, 8(32), 11–17.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.10.022>
- Knuth, S. (2018). Breakthroughs for a green economy? Financialization and clean energy transition. *Energy Research & Social Science*, 41, 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.04.024>
- Koç, S., & Saidmurodov, S. (2018). Orta Asya ülkelerinde elektrik enerjisi, doğrudan yabancı yatırımı ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Ege Akademik Bakış*, 18(2), 321–328. 10.21121/eab.2018237358

- Kumar, P. (2017). Innovative tools and new metrics for inclusive green economy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 24, 47–51.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45(1).
- Li, J., Chen, L., Chen, Y., & He, J. (2022). Digital economy, technological innovation, and green economic efficiency. *Managerial and Decision Economics*, 43(3), 616–629. <https://doi.org/10.1002/mde.3406>
- Li, T., Wang, Y., & Zhao, D. (2016). Environmental Kuznets curve in China: New evidence from dynamic panel analysis. *Energy Policy*, 91, 138–147. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.002>
- Loiseau, E., Saikku, L., Antikainen, R., et al. (2016). Green economy and related concepts: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 139, 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.024>
- Manga, M., & Cengiz, O. (2020). Çevresel Kuznets hipotezine küreselleşme eksenli yaklaşım. *Vizyoner Dergisi*, 11(28), 738–752. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.674546>
- Mert, M. (2016). *SPSS STATA yatay kesit veri analizi*. Detay Yayıncılık.
- Mileva, E. (2007). *Using Arellano-Bond dynamic panel GMM estimators in Stata*. Fordham University.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth. *Energy Policy*, 38(1), 661–666. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.005>
- Özen, O. Z., & Terzioğlu, M. K. (2023). Makroekonomik göstergelerin çevresel bozulma üzerindeki rolü. In *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Gelişmeler – 4*.
- Roodman, D. (2009). A note on the theme of too many instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71, 135–158. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>
- Sarıöz Ökten, Y., & Koçak, E. (2024). Türkiye ve Türk Cumhuriyetleri’nde materyal Kuznets eğrisi. *XI Türk Dünyası Araştırmaları Sempozyumu*.
- Taşkın, F., & Zaim, O. (2000). Searching for a Kuznets curve in environmental efficiency. *Economics Letters*, 68, 217–223.
- Tatoğlu, F. Y. (2018a). *İleri panel veri analizi*. Beta Yayınları.
- Tatoğlu, F. Y. (2018b). *Panel veri ekonometrisi*. Beta Yayınları.
- Tatoğlu, F. Y. (2020). *Panel zaman serileri analizi*. Beta Yayınları.
- Turan, V. (2024). İklim krizi ve yeşil ekonomi. In V. Yılmaz (Ed.), *Güncel kent araştırmaları*. Özgür Yayınları.
- United Nations Environment Programme. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*.
- Wang, S. X., Benjamin, F. Y., & Zhang, Z. G. (2015). Population growth and the environmental Kuznets curve. *China Economic Review*, 36, 146–165.
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.
- Yao, S., Zhang, S., & Zhang, X. (2019). Renewable energy, carbon emission and economic growth. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1338–1352. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.069>
- Yazar, Y. (2011). Enerji ilişkileri bağlamında Türkiye ve Orta Asya ülkeleri.
- Yeter, F., Eroğlu, İ., Kangal, N., & Çoban, M. N. (2021). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel bozulma ilişkisi. *Türk Dünyası Araştırmaları*, 129(255), 405–432.
- Yücel, M. A., & Terzioğlu, M. K. (2022). Türkiye ve Avrupa bölgesinde eko-verimlilik. *Verimlilik Dergisi*, (4), 569–584. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.934024>
- Yücel, M. A., & Terzioğlu, M. K. (2023). Sürdürülebilir kalkınma ve eko-inovasyon. *Verimlilik Dergisi*, (Özel Sayı), 171–186. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1103725>