

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: Orta Asya Ülkeleri Örneği

Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Case of Central Asian Countries

Prof. Dr. Ebru Çağlayan Akay [ORCID: 0000-0002-9998-5334](#)
Asst. Prof. Dr. Zamira Oskonbaeva [ORCID: 0000-0002-3711-6918](#)

This work was awarded best paper award at the International Conference on Eurasian Economies 2022.

Abstract

This study aims to explore the validity of environmental Kuznets curve hypothesis in case of Central Asian countries. For this purpose, annual data of selected countries for the period 1993-2018 was utilized. Environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis implies that the environmental quality deteriorates at the beginning of economic growth and improves over time. The existence of this hypothesis has been evaluated by employing panel ARDL (autoregressive distributed lags) model. The findings indicate the validity of the N-shaped EKC hypothesis in the case of the Central Asian countries. Moreover, renewable energy consumption improves the environmental quality by reducing CO₂ emissions. These outcomes have practical policy implications for the government and policymakers of the studied countries. The appropriate recommendations for designing a regional energy policy that is both inclusive and environmentally friendly were suggested.

1 Giriş

Tüm ekonomilerin temel amaçlarından biri iktisadi büyümeyi sağlamaktır. Ancak iktisadi büyümeyi yakalarken çevresel kalitenin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir (Ansari vd., 2020; Narayan ve Narayan, 2010). Çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan en bilindik hipotez, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezidir. Orijinal Kuznets'in (1955) eşitsizlik ve ekonomik büyüme fikrine benzer şekilde çevresel bozulma ile kişi başına gelir arasında ters U ilişkisi söz konusu olduğu varsayılmaktadır (Panayotou, 1993). İktisadi büyüme ve çevresel bozulma arasındaki potansiyel ilişkinin kübik (N-şekilli) ve kuartik (M-şekilli) gibi farklı fonksiyonel şekilleri de incelenmiştir (Hasanov vd., 2019; Shafik ve Bandyopadhyay, 1992; Grossman, 1995; Lieb, 2003).

N-şekilli EKC hipotezi, ölçek, kompozisyon ve teknik etkileri ile açıklanabilir. İlk aşamada, hükümetin millî gelire, üretime ve istihdama daha fazla önem vermesi sonucunda bir ölçek etkisi söz konusu olacaktır. Bu durumda çevre kirliliği artacaktır. İkinci aşamada, politika yapıcılar kirlilik seviyesini azaltmaya odaklandıklarında kompozisyon ve teknolojik etki ortaya çıkacaktır (Porrini, 2016; Vita, 2008; Koilo, 2019). Kompozisyon etkisi millî gelir arttıkça ekonominin yapısının temiz sektörlerle doğru kaymasını varsayar. Bu durumda kirlilik seviyesi azalacaktır. Üçüncü aşamada, yenilik faaliyetleri sınırlarına ulaştığında ortaya çıkan teknolojik yıpranma ve teknik etki, ölçek etkisinden daha kuvvetli olacaktır. Bu durum çevrenin tekrar iktisadi büyüme ile bozulmasına neden olmaktadır (Zhang, 2021).

Bir diğer görüşe göre bir toplumun gelişiminin ilk aşamasında, talep piramidinin temel ihtiyaçlarının karşılanması tercih edilir (Maslow, 1943) ve çevresel kalitenin sağlanmasına gereken önem verilmez. Daha sonra, ekonominin zenginleşmesiyle, çevre bilincinin artması ile temiz doğa ön plana çıkmaya başlar. Ancak, teknolojik ilerleme ve sektörel değişimler nedeniyle, birinci dönüm noktasından sonra gelir artmaya devam ettikçe, N şeklinde ikinci bir dönüm noktasının, hatta üçüncü bir dönüm noktasının M şeklinde ortaya çıkabileceği ileri sürülmektedir (Yang vd. 2015; Terrell, 2020). Ülkelerin ekonomik olarak kalkınmasıyla hizmet sektörünün görece boyutunun artacağına dair güçlü ampirik kanıtlar vardır (Kongsamut vd., 2001). Hizmet sektörü 'temiz' olma eğiliminde olduğundan, bu bulgular, kalkınma ilerledikçe kirliliğin düşme eğiliminde olduğu fikrine ek destek sağlar (Hartman ve Kwon, 2005). ÇKE hipotezi, iklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında politika formülasyonu için kritik olduğu için, araştırmacıların dikkatini çekmiş ve söz konusu hipotez üzerinde daha fazla odaklanmalarına sebep olmuştur (Destek ve Sarkodie, 2019; Dinda, 2004).

Bu çalışmada Orta Asya (Kırgızistan, Tacikistan, Kazakistan, Türkmenistan ve Özbekistan) ülkeleri bağlamında ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilecektir. Söz konusu beş ülke üzerine odaklanmamızın temel nedeni Orta Asya'daki çevre sorunları olmuştur. Kazakistan'daki Aral Gölü'nün kuruması, Kırgızistan'ın başkenti Bişkek şehrinin 2021 yılında dünyanın en kirli şehirleri sıralamasında ilk sırada (World Air Quality, 2022a) ve Kırgızistan'ın, hava kirliliği açısından 117 ülke arasında 7. sırada (World Air Quality, 2022b) yer almış olması ve diğer ülkelerde başgösteren çevresel sorunlar bu çalışmayı yapmaya motive etmiştir. Söz konusu ülkelerin 1993-2018 dönemine ait yıllık verilerine dayanarak iktisadi büyüme-çevre ilişkisi incelenecektir. ÇKE hipotezini ortaya koyabilmek için panel ARDL (Autoregressive Distributed Lag) modeli uygulanmıştır. Bu prosedürün diğer yöntemlere göre bazı üstün yönleri bulunmaktadır. Serilerin uzun dönemde eşbütünlene olup olmadıklarını ortaya koyabilmek için bütünleme dereceleri farklı olan seriler bir arada kullanılabilir. Bir diğer özelliği gözlem

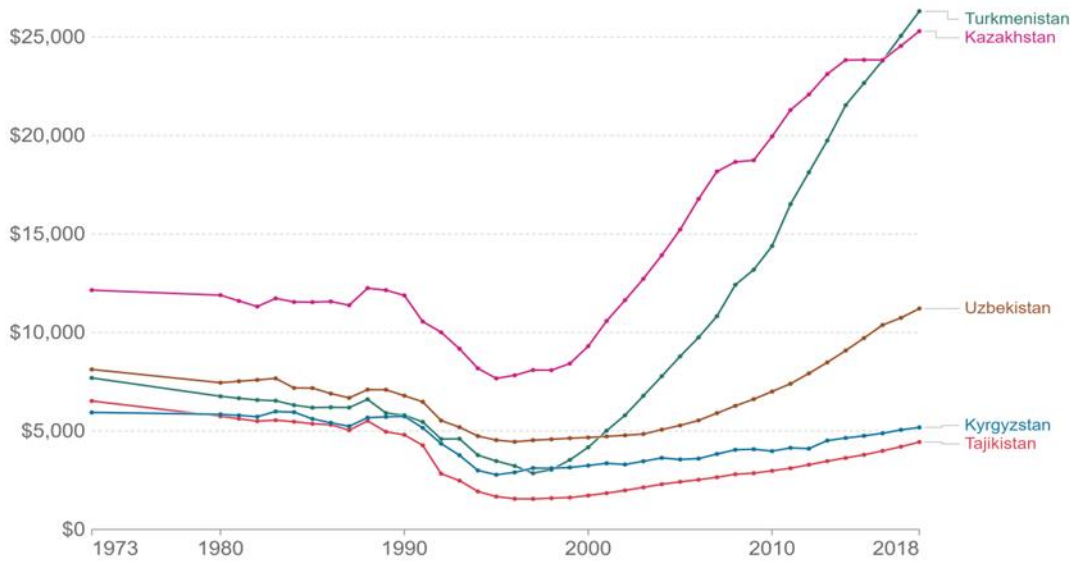
sayısının nispeten az olduğu durumda bile sonuçların etkin olmasını sağlamaktadır. Ampirik analizde serilerimizin özelliği söz konusu yöntemin kullanılmasına uygun olduğu için panel ARDL modeli tahmin edilecektir.

Çalışmamız 6 bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci bölümde Orta Asya ülkelerindeki kişi başına gelir ve karbondioksit emisyonu dinamikleri üzerine durulacaktır. Üçüncü bölümde ÇKE hipotezi üzerine odaklanan çalışmalar tartışılacaktır. Daha sonra ampirik analizde kullandığımız değişkenler tanımlanacaktır. Metodoloji ve elde edilen bulgular beşinci bölümde ele alınacaktır. Çalışmamız önerilerin yer aldığı sonuç bölümü ile tamamlanacaktır.

2 Orta Asya Ülkelerinde Kişi Başına GSYİH ve CO₂ Dinamikleri

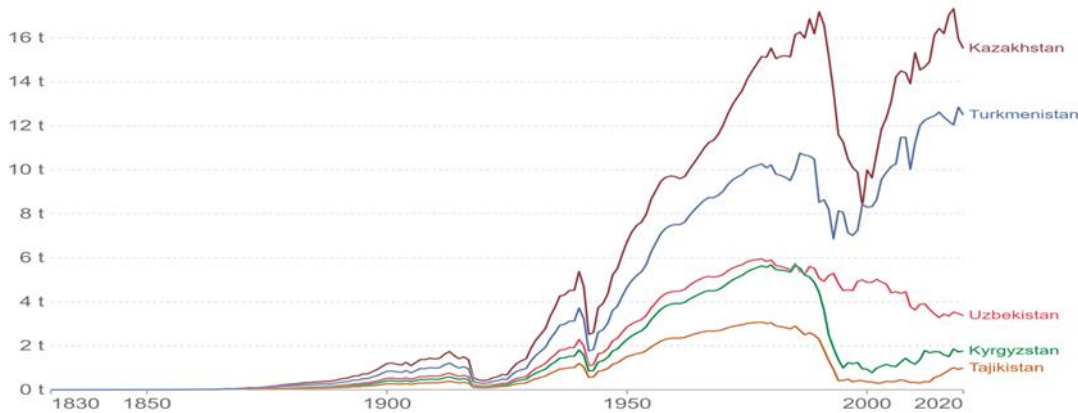
İktisadi büyüme ve çevresel bozulma arasındaki olası ilişki üzerine odaklanan ÇKE hipotezinin geçerliliğini test ettiğimiz bu çalışmanın bu bölümünde Orta Asya ülkelerinde GSYİH ve CO₂ emisyonlarının seyri sunulmaktadır. Ele alınan ülkelerdeki çevresel bozulma ve iktisadi büyüme dinamikleri hakkında genel bilgilere yer verilmektedir.

Orta Asya ülkeleri 1990'lı yıllarda planlı ekonomiden piyasa ekonomisine geçiş yapmışlardır. Geçiş süreci söz konusu ülkeler için kolay olmamıştır. Geçiş döneminin ilk yıllarında GSYİH'da düşüşler kaydedilmiştir. 1996 sonrası ekonomi toparlanmaya başladığında söz konusu gösterge yeniden yükselme trendine girmiştir. Grafik 1'de yıllar itibariyle Orta Asya ülkelerindeki kişi başına GSYİH'nın dinamikleri gösterilmiştir.



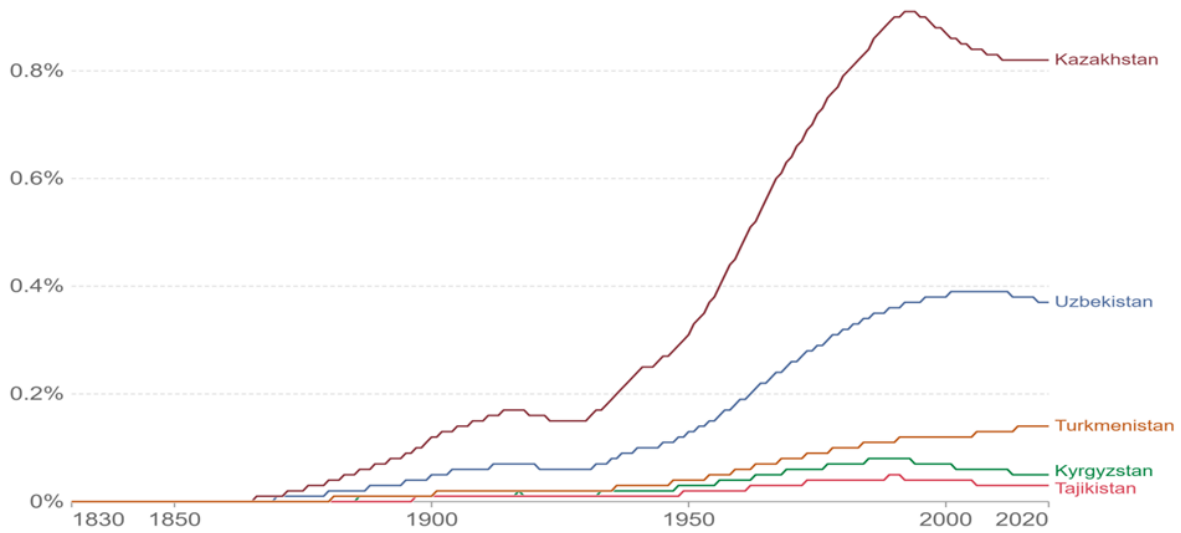
Grafik 1. Orta Asya Ülkelerinde Kişi Başına GSYİH Kaynak: Our world in data

Söz konusu ülkeler arasında Türkmenistan ve Kazakistan'da kişi başına GSYİH diğer ülkelerin üzerine çıkmıştır. Kişi başına GSYİH verileri incelendiğinde Kırgızistan ve Tacikistan'ın en alt sıralarda yer aldığı göze çarpmaktadır. Grafik 2'de Orta Asya ülkelerinde yıllar itibariyle kişi başına CO₂ emisyonları sunulmuştur.



Grafik 2. Yıllar İtibariyle Kişi Başına CO₂ Emisyonu (kişi başı ton) Kaynak: Our world in data

Grafik 2'ye göre, söz konusu ülkeler arasında en çok karbon salan ülkeler Kazakistan ve Türkmenistan'dır. En az karbon salınımı yapan ülke olarak Tacikistan ve Kırgızistan görülmektedir. Bu durum Kazakistan ve Türkmenistan'da sanayi sektörünün diğer ülkelere göre daha gelişmiş olmasından kaynaklanabilir. Grafik 3'de ise ele alınan ülkelerin küresel CO₂ emisyonlarındaki payının grafiği verilmiştir.



Grafik 3. Orta Asya Ülkelerinin Küresel CO₂ Emisyonlarındaki Payı **Kaynak:** Our world in data

Grafik 3'e göre, ele alınan bu 5 ülkenin küresel kümülatif CO₂ emisyonlarındaki payının değişimine bakıldığında, 90'lı yılların ortalarına kadar artış trendinin olduğu görülmektedir. Sonraki yıllarda ise bu pay azalmaktadır. 2020'de söz konusu 5 ülkenin küresel emisyonların %1,41'inden sorumlu olduğu gözlemlenmektedir.

3 Literatür

Araştırmacılar farklı ülkeler için farklı yöntemleri kullanarak Çevresel Kuznets eğrisinin geçerli olup olmadığını test etmeye çalışmışlardır. Araştırmacıların farklı dönemler itibarıyla farklı fonksiyonel şekilleri kullanarak söz konusu hipotezi inceledikleri görülmektedir.

ÇKE hipotezi ile yapılan çalışmalar ele alındığında, bunları altı genel başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar, temel ÇKE denkleminin test edilmesi, ÇKE hipotezinin eleştirisi, ÇKE hipotezinin belirleyicileri, ÇKE hipotezinin literatür incelemesi, gelir-enerji tüketimi bağlantısı ve yeni çevresel göstergeler şeklindedir (Pincheira ve Zuniga, 2021).

Çevresel bozulmayı temsilen farklı göstergeleri kullandıkları da göze çarpmaktadır. ÇKE hipotezi üzerine yapılan ampirik çalışmanın sonuçları, çevresel bozulma göstergelerine ve kullanılan verilerle göre değişmektedir (Lawson vd., 2020). Hava kirliliği ile sınırlı kalmayıp gürültü (Xu vd., 2020), ışık (Ngarambe vd., 2018) ve su (Thompson, 2012) kirliliği bağlamında da söz konusu hipotez incelenmiştir. Kirlilik göstergesi olarak karbondioksit emisyonu (Maneejuk vd., 2020; Wawrzyniak, 2018), partikül madde (Tirgil vd., 2021; Dinda, 2004) ve kükürt dioksit (Dinda, 2004; Miah vd., 2010; Muhammed vd., 2011), nitrik oksid (N₂O) (Husain, 2016; Zambrano-Monserrate ve Fernandez, 2017), metan emisyonları (CH₄) (Adeel-Farooq vd., 2021), ekolojik ayak izi (Sultana vd., 2022; Ahmad vd., 2021; Al-Mulali vd., 2015; Altıntaş ve Kassouri, 2020) biyolojik çeşitlilik (Rashdan, 2021) kullanılmıştır. 2015 yılından bu yana araştırmacıların bu konuya daha fazla ilgi gösterdikleri Anwar vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada ileri sürülmektedir. Dolayısıyla son dönemlerde yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Bella (2018) turizm kaynaklı ÇKE hipotezini Fransa için test etmiştir. 1995-2014 dönemini kapsayan verilerle Granger nedensellik ve hata düzeltme modelini uygulayarak söz konusu hipotezin ele alınan ülkede geçerli olduğuna dair bulgulara ulaşmıştır. 44 ülkenin verilerine dayanarak Maneejuk vd. (2020) finansal gelişme, sanayi sektörü ve kentleşmenin artan CO₂ emisyonlarına yol açtığını tespit ederken, yenilenebilir enerjinin çevresel bozulmayı azalttığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, ÇKE hipotezinin 44 ülkeden sadece 9'unda geçerli olduğunu vurgulamışlardır. Ridzuan (2019) gelir dağılımındaki eşitsizliği dikkate alarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini 170 ülke için test etmeye çalışmışlardır. Gelir dağılımındaki eşitsizliğin artmasının çevre üzerinde bozucu etki yaratacağını ortaya koymuşlardır. Tirgil vd. (2021) Türkiye'nin 1961-2014 dönemini kapsayan verilerini ele alarak karbondioksit emisyonları, atık su, kükürt dioksit ve partikül maddeleri bağlamında ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair bulguları ortaya koymuşlardır. Finansal gelişmişlik düzeyini dikkate alarak Mushtaq ve Ahmed (2021) 25 ülkenin 1995-2017 verilerine dayanarak benzer sonuçları elde etmişlerdir. Wawrzyniak (2018) Avrupa Birliği üye ülkelerinin 1990-2013 dönemini kapsayan verilerini ele alarak ÇKE bağlamında enerji tüketimi, ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırım ve GSYİH'nın CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Sonuçlar kişi başına enerji tüketimindeki artışın, kişi başına CO₂ emisyonlarında nispeten büyük bir artışa yol açtığını gösterirken, daha fazla ticari açıklık, Avrupa Birliği ülkelerinde çevresel bozulmayı azalttığı söylenebilir. Doğrudan yabancı yatırım girişleri, analizde istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Gyamfi vd. (2021) yükselen 7 ülkeleri için 1995-2018 dönemi itibarıyla ÇKE hipotezinin ters N şeklinde olduğunu vurgulamışlardır.

Kiliç ve Balan (2018) 1996-2010 dönemi için 151 ülkenin verilerini kullanarak ÇKE hipotezini araştırdıkları çalışmalarında söz konusu iki değişken arasında kübik polinom ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını destekleyen bulguları ortaya koymuşlardır. Enerji tüketimi, ticari açıklık, finansal gelişme ve kurumsal kalitenin CO₂ emisyonlarını açıklamada önemli değişkenler olduğu vurgulanmıştır. Danish ve Wang (2019) ve Danish ve Khan (2020), sırasıyla Next-11 ve BRICS ülkeleri için gelir ve ekolojik ayak izi arasındaki Çevresel Kuznets ilişkisinin lehine kanıtlar bulmuşlardır. Suki vd., (2020) küreselleşmenin etkisini araştırdıkları çalışmalarında Malezya ekonomisi bağlamında ÇKE hipotezini destekler bulgulara ulaşmışlardır. Awan ve Azam (2021) G-20 ülkesinin 1993-2017 dönemini kapsayan verilerine Driscoll-Kraay standart hataları yöntemini uygulayarak N-tipli ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Hava kirliliği dışında ışık ve gürültü kirliliğini de dikkate alan çalışmalara rastlanılmaktadır. Ngarambe vd. (2018) ışık kirliliği bağlamında ÇKE hipotezini reddederken, Xu vd. (2020) çevresel bozulmayı temsilen arazi ayak izini kullanarak Çin'in 111 şehri için gürültü kirliliği bağlamında ÇKE hipotezinin ters N şeklinde olduğunu vurgulamışlardır.

Literatüre bakıldığında Orta Asya ülkeleri için iktisadi büyümenin çevre üzerindeki olası etkisini ÇKE bağlamında inceleyen çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızın yukarıda bahsedilen temel ÇKE denkleminin test edilmesi bağlamında ele alınması ile mevcut literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4 Veri Seti ve Değişkenler

Orta Asya ülkeleri (Kırgızistan, Tacikistan, Kazakistan, Türkmenistan ve Özbekistan) bağlamında ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırdığımız çalışmada söz konusu ülkelerin 1993-2018 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanılmıştır. Tüm seriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Çevresel bozulmayı temsilen CO₂ emisyonu, iktisadi büyümeyi temsilen kişi başına düşen GSYİH değişkeni kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ise kontrol değişkeni olarak analizde yer almıştır. Değişkenler tahmin edilen modele logaritmalari alınarak dahil edilmiştir. Verilere ait detaylı bilgiler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Değişkenler	Kısaltma	Tanımlama
CO ₂ emisyonu	LnCO ₂	CO ₂ emisyonları (kişi başına metrik ton)
Kişi başına düşen GSYİH	LnGDP	Kişi başına GSYİH, SAGP (sabit 2017 uluslararası \$)
Kişi başına düşen GSYİH'nın karesi	LnGDP ²	Kişi başına GSYİH, SAGP (sabit 2017 uluslararası \$)
Kişi başına düşen GSYİH'nın küpü	LnGDP ³	Kişi başına GSYİH, SAGP (sabit 2017 uluslararası \$)
Yenilenebilir enerji tüketimi	LnREC	Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi)

Tablo 1. Değişkenler

Çalışmada tahmin edilecek model aşağıdaki gibi yazılabilmektedir:

$$LnCO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 LnGDP_{it} + \alpha_2 LnGDP_{it}^2 + \alpha_3 LnGDP_{it}^3 + \alpha_4 LnREC_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada $LnCO_{2it}$ karbondioksit emisyonunun logaritmik değerini; α_1, α_2 ve α_3 kişi başına gelirin farklı fonksiyonel biçimlerini gösteren katsayılarıdır, LnREC yenilenebilir enerji tüketiminin logaritmik değerini göstermektedir. Modelde yer alan α_1, α_2 ve α_3 katsayılarının aldığı değerler ve katsayı işaretlerine göre ÇKE hipotezinin geçerliliği hakkında farklı durumlar söz konusu olabilir (Álvarez-Herranz ve Balsalobre-Lorente, 2016).

- I. Durum: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ise çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasında hiçbir bağlantı yoktur.
- II. Durum: $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ise reel ekonomik büyümedeki artış çevresel bozulmaya yol açar.
- III. Durum: $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ ise reel ekonomik büyümedeki azalma çevresel bozulmaya yol açar.
- IV. Durum: $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 > 0$ ve $\alpha_3 = 0$ ise çevresel bozulma ile ekonomik büyüme arasında U şeklinde bir ilişki olacaktır.
- V. Durum: $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 < 0$ ve $\alpha_3 = 0$ ise standart ters U-şekilli ÇKE hipotezi geçerli olacaktır.
- VI. Durum: $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 < 0$ ve $\alpha_3 > 0$ ise çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasında N şeklinde bir ilişki olacaktır.
- VII. Durum: $\alpha_1 < 0$, $\alpha_2 > 0$ ve $\alpha_3 < 0$ ise çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasında ters N şeklinde bir ilişki söz konusu olacaktır.

N tipli ilişkinin geçerli olabilmesi için, 2. koşulun $\alpha_2^2 - 3\alpha_1\alpha_3 > 0$ sağlanması gerekir (Sinha vd., 2018).

5 Metodoloji ve Ampirik Bulgular

ÇKE hipotezinin Orta Asya ülkeleri için geçerli olup olmadığını test etmeyi amaçladığımız çalışmada panel ARDL modeli uygulanmıştır. Söz konusu prosedürün diğer yöntemlere göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bir yandan panel ARDL modeli serilerin farklı dereceden bütünlenen olmalarına izin verirken, diğer yandan gözlem

sayısının az olması durumunda bile etkin ve tutarlı sonuçların elde edilmesine olanak tanımaktadır (Pesaran vd.1999). Söz konusu modelin tahmininde genellikle havuzlanmış ortalama grup (PMG) ve ortalama grup (MG) tahmincisi olmak üzere iki tahminci kullanılmaktadır. Hangisinin kullanılacağına dair karar verebilmek için Hausman (1978) testi uygulanacaktır.

Panel ARDL modelini uygulayabilmek için serilerin ikinci dereceden bütünlenen olmamaları gerekmektedir. Dolayısıyla ilk aşamada serilerin durağan olup olmadıkları panel birim kök testi aracılığıyla incelenecektir. Panel veri analizinde serilerin durağanlık özelliklerini ortaya koyabilmek için birinci ve ikinci nesil panel birim kök testleri kullanılmaktadır. İki test yapısından uygun olanını seçebilmek için seriler arasında yatay kesit bağımlılığın varlığı araştırılmalıdır. Bu amaç için Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD (cross-section dependence) testi uygulanacaktır.

Zaman boyutunun birim boyutundan geniş olması durumunda test istatistiği denklem 2'deki gibi yazılabilmektedir:

$$CD = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=j}^{N-1} \sum_{i=j+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \sim N(0,1). \quad (2)$$

Burada artıklar arasındaki basit korelasyon katsayısını ifade eden ρ_{ij} en küçük kareler yönteminden yararlanarak tahmin edilen denklemlerden elde edilmektedir. Temel hipotez $H_0: \rho_{ij} = cor(u_{it}, u_{jt}) = 0 \ i \neq j$ şeklinde kurulur ve yatay kesit bağımlılığın olmadığına işaret etmektedir. Test istatistiği standart normal dağılım özelliğini sergilemektedir (Pesaran, 2004). CD testi sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Değişkenler	Test istatistiği	Olasılık
LnGDP	15,44	0,000
LnGDP ²	15,46	0,000
LnGDP ³	15,47	0,000
LnCO ₂	1,09	0,275
LnREC	0,38	0,705

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

Tablo 2'de sunulan sonuçlar LnCO₂ ve LnREC serileri hariç diğer değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının söz konusu olduğunu göstermektedir. Bu durumda serilerin birim kök içerip içermediklerini ortaya koyabilmek için hem birinci hem de ikinci nesil panel birim kök testleri uygulanacaktır. Birinci nesil panel birim kök testlerin özelliği seriler arasında yatay kesit bağımlılığın olmadığını varsaymaktadır. İkinci nesil panel birim kök testleri ise seriler arasında yatay kesit bağımlılığı söz konusu olduğunda kullanılabilir. İkinci nesil panel birim kök testlerinden Pesaran (2007)'in önerdiği CADF (Cross-Sectionally Augmented Dickey Fuller) testi ve birinci nesil panel birim kök testlerinden Im-Pesaran-Shin (1997) testi yardımıyla serilerin durağanlığı ortaya konulacaktır. Serilerin durağanlık sonuçları Tablo 3'te sunulmaktadır.

	Değişkenler	t bar istatistiği	z bar istatistiği	Olasılık
	Düzyer seviyeleri			
Pesaran (2007)	LnGDP	-2,176	0,323	0,627
	LnGDP ²	-2,073	0,571	0,716
	LnGDP ³	-2,018	0,701	0,758
	İlk Farklar			
	Δ LnGDP	-3,511*	-2,887*	0,000
	Δ LnGDP ²	-3,349*	-2,498*	0,006
Δ LnGDP ³	-3,227**	-2,204**	0,014	
		İstatistik	Olasılık	
IPS (1997)	LnCO ₂	-1,8446**	0,0326	
	LnREC	-2,6909*	0,0036	

Temel hipotez serinin durağan olmadığını ifade etmektedir.

* ve ** sırasıyla 0,01 ve 0,05 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 3. Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Tablo 3'te özetlenen sonuçlara göre karbondioksit emisyonu ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri düzeyde durağan, I(0), LnGDP, LnGDP² ve LnGDP³ değişkenleri ise ilk farkları durağandır, I(1). Birim kökün incelenmesinde yapısal kırılmaların göz ardı edilmesi, sözkonusu testlerin gücünü bozabilir ve yanıltıcı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir (Chen vd., 2021). Yapısal kırılmalar, modele dışsal olan şoklardır ama kalıcı bir etkisi söz konusu olabilir. Bu nedenle çalışmada, yapısal kırılmayı dikkate alan Karavias ve Tzavalis (2014) tarafından geliştirilen test de uygulanmıştır. Bu testin bazı avantajları bulunmaktadır. Kırılma döneminin hem bilindiği ve hem de bilinmediği durumlarda kullanılabilen bu test, ayrıca bir yandan serilerde yapısal kırılmanın

varlığına izin verirken diğer yandan değişkenlerde yatay kesit bağımlılığa ve değişen varyansa izin vermektedir (Chen vd., 2021). Serilerin hem tek kırılmalı hem de çoklu kırılmalı olmasına olanak tanımaktadır. Bu testler, hem zaman boyutunun küçük hem de büyük olduğu durumlarda uygulanabilir (Karavias ve Tzavalis, 2014). Kırılma tarihleri bilinmediğinde, testin kritik ve p değerlerini hesaplamak için bootstrap prosedürü kullanılır. Kritik ve p değerleri, 100 olarak ayarlanan bootstrap replikasyonuna göre hesaplanmaktadır. Hataların normal dağılmaması durumunda da kullanılması mümkündür. Testlerin hem homojen hem de heterojen alternatiflere karşı gücü vardır (Chen vd., 2021). Temel hipotez, paneldeki tüm serilerin birim kök içerdiğini ifade etmektedir. Alternatif hipotez, serilerin bir kısmının veya tamamının durağan olduğunu ve deterministik spesifikasyonda (sabit ve trend) kırılmaların varlığını göstermektedir. minZ istatistik değeri aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir:

$$z \equiv \min_{\lambda \in I} C(k, \sigma_u^2, \lambda)^{-\frac{1}{2}} Z(\lambda) < c_{min, \alpha}$$

Bu durumda $H_0: \varphi = 1$ reddedilecektir.

Burada $c_{min, \alpha}$ z istatistiğinin α anlamlılık düzeyinde sol kuyruk kritik değerini ifade etmektedir. $\hat{\lambda}_{min}$ tüm λ için $C(k, \sigma_u^2, \lambda)^{-\frac{1}{2}} Z(\lambda)$ minimum değerinin elde edildiği kırılma dönemini göstermektedir. Hesaplanan minZ istatistik değeri Karavias ve Tzavalis (2014)'in Tablo 1 kritik değerleriyle karşılaştırılmaktadır. Yapısal kırılmalı panel birim kök testi sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir.

Değişkenler	Düzye		İlk farklar	
	minZ-istatistiği	%5 Bootstrap kritik değeri	minZ-istatistiği	%5 Bootstrap kritik değeri
LnGDP	-0,1889	-2,0461	-6,6956	3,4344
LnGDP ²	0,2587	-2,3374	-6,4256	-1,1868
LnGDP ³	0,6082	-2,8398	-6,0561	-2,7260
LnCO ₂	-2,4250	-0,6912		
LnREC	-6,0978	-1,2578		

Bootstrap replikasyonu 100 olarak alınmıştır.

Tablo 4. Yapısal Kırılmalı Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Yapısal kırılmayı dikkate alan panel birim kök testinde serilerin minZ-istatistik değerleri %5 anlamlılık seviyesine göre, Karavias ve Tzavalis (2014)'in Tablo 1 kritik değerleriyle karşılaştırılmıştır. Düzeyde LnGDP, LnGDP² ve LnGDP³ serileri için temel hipotez reddedilemezken, ilk farklar için reddedilmiştir. LnCO₂ ve LnREC serileri için ise düzeyde temel hipotez reddedilmiştir. Buna göre LnGDP, LnGDP² ve LnGDP³ serilerinin I(1), LnCO₂ ve LnREC serilerinin I(0) olduğu yani serilerin farklı dereceden bütünlünen oldukları görülmüştür.

Bütünlüne dereceleri I(0) ve I(1) farklı olan serilerin uzun dönemde eşbütünlünen olup olmadıklarını ortaya koyabilmek için panel ARDL (Autoregressive Distributed Lag) modeli tahmin edilecektir. ARDL (p, q) dinamik panel regresyonunu aşağıdaki gibi yazmak mümkündür (Pesaran vd., 1999):

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^p \varphi_{ij} Y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij} X_{i,t-j} + \vartheta_i + u_{it} \quad (3)$$

Burada $i=1,2,3,\dots,N$ birim sayısını, $t=1,\dots,T$ zaman boyutunu j gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. $X_{i,t}$ açıklayıcı değişkenlerin, $Y_{i,t}$ gecikmeli açıklanan değişkenin parametrelerini göstermektedir. ϑ_i birimlere ait sabit etkileri göstermektedir.

Hata düzeltme katsayısını dikkate almak için denklem 3 aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir:

$$\Delta Y_{it} = \tau_i (Y_{i,t-1} - \theta_i X_{i,t}) + \sum_{j=1}^{p-1} \varphi'_{i,j} \Delta Y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta'_{i,j} \Delta X_{i,t-j} + \vartheta_i + u_{it} \quad (4)$$

Burada τ_i hata düzeltme terimini göstermektedir. θ_i $Y_{i,t}$ ile $X_{i,t}$ arasındaki uzun dönem ilişkiyi ifade etmektedir. $\varphi'_{i,j}$ ve $\delta'_{i,j}$ kısa dönem katsayıları göstermektedir. τ_i 'nin eksi işaretli ve istatistiki olarak anlamlı bulunması serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğine işaret etmektedir.

Genellikle havuzlanmış ortalama grup ve ortalama grup tahmincisi olmak üzere iki tahmincinin kullanıldığı görülmektedir (Blackburne ve Frank, 2007). İki tahminciden hangisinin uygulanacağına karar verebilmek için Hausman (1978) testi kullanılacaktır. Hausman test istatistiği değeri 6,73 ($p=0,0810$) olarak bulunmuştur. Temel hipotez H_0 : PMG etkin tahmincidir şeklinde kurulur. Elde edilen Hausman testi sonuçlarına göre temel hipotez reddedilemez. Dolayısıyla PMG tahmincisinin tutarlı ve etkin olduğu sonucuna varılabilir. Tablo 5'te havuzlanmış ortalama grup tahmin sonuçları sunulmaktadır.

Uzun dönem katsayılar incelendiğinde, LnGDP, LnGDP² ve LnGDP³ değişkenlerin katsayılarının tümünün istatistiksel olarak anlamlı ve katsayı işaretlerinin sırasıyla $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 < 0$ ve $\alpha_3 > 0$ olduğu görülmektedir. Yani teoride açıkladığımız durum VI söz konusudur. N tipli ÇKE hipotezinin geçerli olabilmesi için ikinci koşulun $\alpha_2^2 - 3\alpha_1\alpha_3 > 0$ sağlanması gerekmektedir. Katsayı büyüklüklerine bakılarak hesaplamalar yapıldığında $\alpha_2^2 - 3\alpha_1\alpha_3 = 0,043 > 0$ 'dır ve buna göre koşul sağlanmış ve N tipli ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair bulgu elde edilmiştir. Bu bulgu, birinci dönüm noktasından sonra iktisadi büyüme devam ettikçe, N şeklinde ikinci bir dönüm noktasının

ortaya çıkabileceğini ileri sürmektedir. Bu bulgu, Álvarez-Herranz ve Balsalobre-Lorente (2016) ve Awan ve Azam (2021)'in çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Uzun dönem ilişkisine bakıldığında, yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yöndedir. Buna göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın CO₂ emisyonunu %1,09 oranında azaltacağı söylenebilir. Bu sonuçlar literatürdeki önceki bulgularla da uyumludur (López-Menéndez vd., 2014; Shafiei ve Salim 2014; Álvarez-Herranz ve Balsalobre Lorente, 2016; Al-Mulali vd., 2016).

Kısa dönem katsayıları incelendiğinde, hata düzeltme terimi negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu bir dönemde meydana gelen sapmaların %18'inin bir sonraki dönemde düzeleceğine işaret etmektedir.

Değişkenler	
Uzun Dönem Katsayılar	
LnGDP	44,6466 *** (25,9296)
LnGDP ²	-6,0306 *** (3,2061)
LnGDP ³	0,2712 ** (0,1313)
LnREC	-1,0951 * (0,2088)
Kısa Dönem Katsayılar	
Hata Düzeltme Katsayısı	-0,1832 ** (0,0778)
ΔLnGDP	53,6427 (289,4162)
ΔLnGDP ²	-7,4407 (35,3766)
ΔLnGDP ³	0,3287 (1,4458)
ΔLnREC	-0,3516 (0,2137)
Sabit	-19,25077 ** 8,216203
Hausman testi	6,73
Olasılık	0,0810
Log Likelihood	190,4082
Gözlem sayısı	125

*, ** ve *** sırasıyla 0,01, 0,05 ve 0,1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.
Standart hatalar parantez içerisinde verilmektedir.

Tablo 5. Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmin Sonuçları

6 Sonuç

Orta Asya ülkeleri bağlamında iktisadi büyüme-çevre ilişkisini ortaya koymayı amaçladığımız çalışmada söz konusu ülkelerin 1993-2018 dönemini kapsayan yıllık verileri kullanılmıştır. İktisadi büyüme-çevre arasındaki hem kısa hem de uzun dönem ilişkileri incelemek için panel ARDL modeli uygulanmıştır.

Elde edilen bulgulara göre ele alınan dönem itibarıyla Orta Asya ülkeleri için N-tipli ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulunmuştur. Bu ülkeler için yenilenebilir enerji tüketiminin çevre üzerinde olumlu etkisi söz konusudur. Bu bulgu, iklim değişikliğiyle mücadele için daha yeşil enerjiye geçişi teşvik etmenin önemli olduğunu göstermektedir. Orta Asya ülkelerinde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen hükümetin çabaları, ekonomik büyümeyi yakalarken iklim değişikliğinin etkisini de göz ardı etmemelidir. Çalışmanın bulguları, politika yapıcılar açısından özellikle yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımları ve çevre bilincini artırmak için yeşil ekonomiye önem vermeleri gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Kaynakça

- Ahmad, M., Ahmed, Z., Yang, X., Hussain, N., Sinha, A., 2021. Financial development and environmental degradation: do human capital and institutional quality make a difference? *Gondwana Res.* <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.09.012>.
- Adeel-Farooq, R.M., Raji, J.O. and Adeleye, B.N. 2021. Economic growth and methane emission: testing the EKC hypothesis in ASEAN economies, *Management of Environmental Quality*, **32**(2), p. 277-289. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2020-0149>
- Al-Mulali U., Ozturk I., Solarin S.A., 2016. Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in seven regions: the role of renewable energy. *Ecol Indic*, **67**,267–282.
- Al-mulali, U. Choong Weng-Wai, Low Sheau-Ting, Abdul Hakim Mohammed, 2015. Investigating the environmental Kuznets curve (ÇKE) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation, *Ecological Indicators*, **48**, p.315-323,
- Álvarez-Herranz A, Balsalobre Lorente D., 2016. Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve. *Environ Sci Pollut Res*, **23**(16), p.16478–16494.
- Altıntaş, H., & Kassouri, Y. 2020. Is the environmental kuznets curve in Europe related to the per-capita ecological footprint or CO2 emissions? *Ecological Indicators*, **113**, 106187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106187>
- Anwar, M. A., Zhang, Q., Asmi, F., Hussain, N., Plantinga, A., Zafar, M. W., & Sinha, A. 2022. Global Perspectives on Environmental Kuznets Curve: A Bibliometric Review. *Gondwana Research*, **103**, p. 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2021.11.010>
- Ansari, M. A., et al. 2020. An environment kuznets curve for ecological footprint: Evidence from GCC countries. *Carbon Management Taylor & Francis*, **11**(4), p. 1–14. <https://doi.org/10.1080/17583004.2020.1790242>
- Awan, M., Abdul & Azam Khan, Muhammad. 2021. Evaluating the impact of GDP per capita on environmental degradation for G-20 economies: Does N-shaped environmental Kuznets curve exist?. *Environment Development and Sustainability*, 10.1007/s10668-021-01899-8.
- Bella, B. 2018. Estimating the tourism induced environmental Kuznets curve in France, *Journal of Sustainable Tourism*, **26**(12), p.2043-2052, DOI: 10.1080/09669582.2018.1529768
- Blackburne, E.F., ve Frank, M.W. 2007. Estimation of nonstationary heterogeneous panels. *The Stata Journal*, **7**(2), p. 197–208.
- Chen, P., Karavias, Y., and Tzavalis, E., 2021. Panel Unit Root Tests with Structural Breaks. Submitted to the Stata Journal.
- Danish, & Wang, Z. 2019. Investigation of the ecological footprint's driving factors: What we learn from the experience of emerging economies. *Sustainable Cities and Society*, **49**. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101626>.Return to ref 2019 in article
- Danish, U. R., & Khan, S. U. D. 2020. Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society Elsevier*, **54**, 101996. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101996>
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. 2019. Investigation of environmental kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, Elsevier BV, 650, 2483–2489. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>
- Dinda, S., 2004. Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecol Econ*, **49**(4), p.431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>.
- Grossman, G.M., Krueger A.B., 1995. Economic growth and the environment. *Q J Econ*, **110**, p.353–37.
- Gyamfi, B.A., Adedoyin, F.F., Bein, M.A. et al. 2021. Environmental implications of N-shaped environmental Kuznets curve for E7 countries. *Environ Sci Pollut Res*, **28**, 33072–33082 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12967-x>
- Hartman, R., O-Sung Kwon, 2005. Sustainable growth and the environmental Kuznets curve, *Journal of Economic Dynamics and Control*, **29**(10), p. 1701-1736
- Hasanov, F.J., Hunt, L.C. & Mikayilov, J.I. 2021. Estimating different order polynomial logarithmic environmental Kuznets curves. *Environ Sci Pollut Res*, **28**, p. 41965–41987 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13463-y>
- Hausman, J.A., 1978. Specification tests in econometrics. *Econometrica*, **46**(6), p.1251-1271.

- Husain, H., 2016. Determinants of environmental degradation and empirical investigation of Kuznets curve: A comparative of India and Bangladesh. *Asian Journal of Empirical Research*, **6**(5), p. 131–141. doi:10.18488/journal.1007/2016.6.5/1007.5.131.141.
- Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y. 1997. Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, Mimeo, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- Karavias, Y., Tzavalis, E. 2014. Testing for unit roots in short panels allowing for a structural break. *Computational Statistics and Data Analysis*, **76**(C), p.391–40.
- Kiliç, C., & Balan, F. 2018. Is there an environmental Kuznets inverted-U shaped curve?. *Panoeconomicus*, **65**(1), p. 79-94.
- Kongsamut, P., Rebelo, S., & Xie, D. 2001. Beyond Balanced Growth. *The Review of Economic Studies*, **68**(4), p. 869–882. <http://www.jstor.org/stable/2695912>
- Koilo, Viktoriia., 2019. Evidence of the Environmental Kuznets Curve: Unleashing the Opportunity of Industry 4.0 in Emerging Economies. *Journal of Risk and Financial Management* **12**, p.122. doi:10.3390/jrfm12030122.
- Kuznets, 1955. Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, **45** (1), p. 1-28.
- Lawson, L. A., Martino, R., & Nguyen-Van, P. 2020. Environmental convergence and environmental kuznets curve: A unified empirical framework. *Ecological Modelling*, Elsevier, **437**, 109289.
- Lieb, C.M. 2003. The environmental Kuznets curve: a survey of the empirical evidence and of possible causes. University of Heidelberg. Discussion Paper No. 391
- López-Menéndez AJ, Moreno B, Pérez R., 2014. Environmental costs and renewable energy: re-visiting the environmental Kuznets curve. *J Environ Manag*, **145**, p.368–373.
- Maneejuk, N. Ratchakom, S. Maneejuk, P. Yamaka, W. 2020. Does the Environmental Kuznets Curve Exist? An International Study. *Sustainability*, **12**, p.9117. <https://doi.org/10.3390/su12219117>
- Maslow, A.H. 1943. A theory of human motivation. *Psychol Rev*, **50**, p. 370–396.
- Miah, D., Hossain, F., and Koike, M., 2010. Global observation of ÇKE hypothesis for CO₂, SO_x and NO_x emission: A policy understanding for climate change mitigation in Bangladesh. *Energy Policy*, **38**(8), 4643–4651. doi:10.1016/j.enpol.2010.04.022.
- Mushtaq, M., & Ahmed, S. 2021. Environmental Kuznets Curve: Moderating role of financial development. *Economic Journal of Emerging Markets*, **13**(1), p. 27–40. <https://doi.org/10.20885/ejem.vol13.iss1.art3>
- Muhammed, N., Akther, S., and Muhammed, N., 2011. Environmental Kuznets curve: The case of bangladesh for waste emission and suspended particulate matter. *The Environmentalist*, **31**, p. 59–66. doi:10.1007/s10669-010-9303-8.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. 2010. Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, **38**(1), p. 661–666. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.005>.
- Ngarambe, J., Lim, H. S., & Kim, G. 2018. Light pollution: is there an environmental Kuznets curve? *Sustainable cities and society*, **42**, 337-343.
- Our world in data, 2022. <https://ourworldindata.org/>
- Panayotou T., 1993. Empirical test and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. World Employment Research Programme, Working Paper, International Labour Office, Geneva
- Pesaran, M. H., 2007. A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-section Dependence, *Journal of Applied Econometrics*, **22**, p.265–312.
- Pesaran, M. Hashem, 2004, General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, University of Cambridge Working Paper, 0435, Internet Address: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=572504, Date of Access: 10.09.2014.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P., 1999. Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, **94**, p. 621–634. doi:10.1080/01621459.1999.10474156.
- Pincheira, R. and Zuniga, F., 2021. Environmental Kuznets curve bibliographic map: a systematic literature review. *Account Finance*, **61**, p.1931-1956. <https://doi.org/10.1111/acfi.12648>
- Rashdan M.O.J., Faisal F, Tursoy T, Pervaiz R. 2021. Investigating the N-shape ÇKE using capture fisheries as a biodiversity indicator: empirical evidence from selected 14 emerging countries. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021 Jul;28(27):36344-36353. doi: 10.1007/s11356-021-13156-6. Epub 2021 Mar 10. PMID: 33694110.

- Ridzuan, S., 2019. Inequality and the environmental Kuznets curve. *Journal of cleaner production*, **228**, p.1472-1481.
- Porrini, Donatella. 2016. The Choice between Economic Policies to Face Greenhouse Consequences. In *Greenhouse Gases*. London: InTech. doi:10.5772/62255.
- Sinha, Avik & Shahbaz, Muhammad & Balsalobre, Daniel, 2018. "N-shaped Environmental Kuznets Curve: A Note on Validation and Falsification," MPRA Paper 99313, University Library of Munich, Germany, revised 16 Mar 2020.
- Shafiei, S., Salim R.A. 2014. Non-renewable and renewable energy consumption and CO2 emissions in OECD countries: a comparative analysis. *Energ Policy*, **66**, p. 547–556.
- Shafik N, Bandyopadhyay S., 1992. Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence. The World Bank Washington DC Background Paper for the World Development Report
- Suki, N. M., et al. 2020. Revisiting the environmental kuznets curve in Malaysia: The role of globalization in sustainable environment. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, 264, 121669. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121669>
- Sultana, N., Rahman, M.M. & Khanam, R. (2022). Environmental kuznets curve and causal links between environmental degradation and selected socioeconomic indicators in Bangladesh. *Environ Dev Sustain*, **24**, p. 5426–5450 <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01665-w>
- Thompson, A. 2012. Water abundance and an ÇKE for water pollution, *Economics Letters*, 117(2), 2012, P. 423-425.
- Terrell, T.D. 2020. Carbon flux and N- and M-shaped environmental Kuznets curves: evidence from international land use change. *J Environ Econ Pol*, 1(20), 2160–6544.
- Tirgil, A., Acar, Y. & Ozgur, O. 2021. Revisiting the environmental Kuznets curve: evidence from Turkey. *Environ Dev Sustain*, **23**, 14585–14604 <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01259-6>.
- Vita, Giuseppe Di. 2008. Is the Discount Rate Relevant in Explaining the Environmental Kuznets Curve? *Journal of Policy Modeling*, **30**, 191–270.
- Wawrzyniak, D., 2018. Weryfikacja środowiskowej krzywej Kuznetsa dla krajów Unii Europejskiej. *Ekonomista*, **3**, 318-324.
- World Bank, 2022. World Development Indicators <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Air Quality, 2022b. <https://www.iqair.com/ru/switzerland>
- World Air Quality, 2022a. <https://www.iqair.com/kyrgyzstan/bishkek>
- Xu, C., Zhang Yiwen, Baodong Cheng, Lingchao Li, Mengzhen Zhang, 2020. Study on environmental Kuznets Curve for noise pollution: A case of 111 Chinese cities, *Sustainable Cities and Society*, **63**.
- Yang G, Sun T, Wang J, Li X., 2015. Modeling the nexus between carbon dioxide emissions and economic growth. *Energ Policy*, **86**,104–117.
- Zambrano-monserrate, M.A. and Fernandez, M.A., 2017. An environmental Kuznets curve for N2O emissions in Germany: An ARDL approach. *Natural Resources Foru*, 41(2), 119–127. doi:10.1111/1477-8947.12122.
- Zhang J. 2021. Environmental Kuznets Curve Hypothesis on CO2 Emissions: Evidence for China. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(3), 93. <https://doi.org/10.3390/jrfm14030093>