



Araştırma Makalesi / Research Article

CİNSİYETE GÖRE EĞİTİM DÜZEYİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÇEVRE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: YÜKSEK GELİRLİ ÜLKELER İÇİN PANEL VAR ANALİZİ

Melike ATAY POLAT¹

Öz

Sürdürülebilir kalkınma hedefi çerçevesinde ülkeler çevresel kaliteyi iyileştirmek amacıyla çevresel duyarlılığı geliştirecek uygulamalara yönelmektedirler. Bu çalışmada yüksek gelirli ülkelerde çevresel kirliliği artırarak çevresel kaliteyi kötüleştiren karbon emisyonu ve ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, cinsiyete göre eğitim düzeyi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasındaki ilişki panel VAR yöntemi ile araştırılmıştır. Analizlerden elde edilen bulgular çevresel kaliteyi iyileştirmede eğitimin ve yenilenebilir enerjinin önemli bir rolünün olduğunu göstermektedir. Ayrıca, nedensellik ilişkisi bulgularına göre yüksek gelirli ülkelerin çevresel kirlilik göstergesi üzerine erkeklerin ve kadınların eğitim düzeylerinin, yenilenebilir enerji tüketiminin, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve GSYH'nın etkili olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Duyarlılık, Eğitim, Yenilenebilir Enerji, Panel VAR Analizi.

JEL Kodları: F2, I25, Q53, Q56.

LEVEL OF EDUCATION BY GENDER AND THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY ON ENVIRONMENTAL QUALITY: PANEL VAR ANALYSIS FOR HIGH INCOME COUNTRIES

Abstract

Within the framework of the sustainable development goal countries turn to practices that will improve environmental awareness in order to improve environmental quality. In this study the relationship between carbon emissions which worsened environmental quality by increasing environmental pollution and economic growth, renewable energy consumption, education level by gender, foreign direct investment was investigated by panel VAR method in high income countries. Findings from the analysis show that education and renewable energy play an important role in improving environmental quality. In addition according to the causality relationship findingd, it can be said that the education levels of men and women, renewable energy consumption, foreign direct investment and GDP are effective on the environmental pollution indicator of high income countries.

Keywords: Environmental awareness, education, renewable energy, panel VAR analysis.

JEL Codes: F2, I25, Q53, Q56.

¹ Doç. Dr., Mardin Artuklu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, matay@artuklu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9507-5942

Başvuru Tarihi (Received): 23.12.2021 **Kabul Tarihi** (Accepted): 29.07.2021

Giriş

Son yıllarda, iklim değişikliği ve küresel ısınma konuları uluslararası toplumların karşı karşıya kaldığı en ciddi sorunlardan biri haline gelmiştir. İklim değişikliğinde insan ve doğal faaliyetlerin etkisinin olduğu bilinmekle birlikte, iklim değişikliğine önemli katkısı bulunan sera gazı emisyonlarından biri olan karbon emisyonlarının yüzyıllar boyunca en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu yüzden dünya çapında, iklim değişikliğini önleyebilmek ve dolayısıyla çevresel bozulmayı engelleyebilmek amacıyla karbon emisyonlarının kontrol edilmesine ve azaltılmasına yönelik bir kamuoyu oluşmaktadır. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi karbon emisyonlarını artırarak çevresel bozulmaya sebep olan iki önemli faktördür (Zhu ve diğerleri, 2016). Endüstriyel gelişmenin insan sağlığına, yeşil alanlara, su kaynaklarına ve diğer önemli sosyo-ekonomik faktörlere hava ve su kirliliği, katı atık, gürültü kirliliği gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır (Ziadat, 2010). Bununla birlikte enerji arzının kömür, petrol ve doğal gaz gibi geleneksel yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanıyor olması çevresel bozulmaya sebep olan CO₂ emisyonunu hızlı bir şekilde artırmaktadır (Shafiei ve Salim, 2014). Bu faktörler çevresel kirliliğin temel belirleyicileri olmasına rağmen, çevresel bozulmayı ele alan çalışmaların çoğunluğu çevresel kirlilikle (özellikle CO₂ emisyonu) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini analiz etmekle sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin yanında karbon emisyonunu etkileyen diğer faktörlerin de araştırılması önem arz etmektedir (Zhu ve diğerleri, 2016).

Son yıllarda önemli ölçüde artış gösteren doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının karbon emisyonları üzerine etkisi çeşitli çalışmalarla ortaya konmasına rağmen bu çevresel etkinin yönü halen bir tartışma konusudur. Ülkelerin çevresel kaliteyi göz ardı edecek bir şekilde doğrudan yabancı sermaye yatırımlarını ülkelerine çekme eğilimleri literatürde kirlilik cenneti hipotezi olarak ifade edilmektedir ve bu durumda yabancı yatırımların çevresel kaliteyi bozucu etkisinin olduğu ortaya çıkmaktadır (Zhu ve diğerleri, 2016). Diğer taraftan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının giriş yaptığı ülkelerin üretkenliğini ve ekonomik büyümesini artırdığına yönelik yaygın bir anlayış da bulunmaktadır. Buna göre doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının doğrudan sermaye finansmanı sağlamasının yanında yabancı teknoloji transferi ve know-how bilgisinin de aktarılması şeklinde pozitif bir dışşallık ortaya çıkarması eğilimi ise kirlilik hale hipotezi olarak tanımlanmaktadır (Lee, 2013). Bu açıklamalar ışığında, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının karbon emisyonuna etkisinin araştırılması önemlidir.

Seragazi ve küresel ısınma tehditinin ekonomik faaliyetler neticesinde artış göstermesi, kirlilik emisyonlarının azaltılması için ülkeler üzerinde sosyal ve politik açıdan baskı oluşturmaktadır. İklim değişikliğiyle mücadele edilmesi ve enerji arzının çeşitlendirilmesi amacıyla çevre dostu özelliğinden dolayı son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik ilgi artış göstermiştir. Bu artan ilgi tarifeler, yenilenebilir teknoloji sübvansiyonları ve vergi indirimi gibi çeşitli kamu teşvik politikalarıyla desteklenmektedir (Shafiei ve Salim, 2014; Lampinen, 2018). Yenilenebilir enerjiye yönelinmesi hem enerji üretim teknolojisinin gelişmesine hem de enerji üretim ve tüketiminde daha kalifiyeli personele ihtiyacın artmasını beraberinde getirmektedir (Lucas ve diğerleri, 2018; Middleton, 2018). Dolayısıyla temiz, düşük maliyetli ve güvenilir enerjiye ulaşabilmek için yoksullukla mücadele edilmesi, uygun eğitim programlarının düzenlenmesi, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi ve ekonomik büyümenin sağlanması önemlidir (Agyekum, 2020). Uluslararası Enerji Görünümü (International Energy Outlook) 2017 raporuna göre yenilenebilir enerji dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olarak görülmektedir. Buna göre 2015-2040 yılları arasında yılda % 2.3 oranında yenilenebilir enerji tüketimi artışı olacağı tahmin edilmektedir (EIA, 2017). Böylece yenilenebilir enerji tüketimi ile kirlilik emisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi konusu akademik araştırmalarda önem kazanmıştır.

Eğitimin çevre üzerindeki etkisi, ekonomik büyüme sürecinde yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesiyle ortaya çıkmaktadır (Zafar ve diğerleri, 2020). Çevresel sorunlar doğanın ve ekolojik çevreyi anlamının yetersizliğinden ve doğal kaynakların uygun olmayan kullanımından kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı uluslararası toplumlar çevreyi korumak için çevresel eğitimin önemini anlamaya çalışmaktadırlar. Hanehalkının çevresel duyarlılığının gelişmesi ve çevreyi korumak adına çevresel sorunları çözmek önemlidir (Wang ve diğerleri, 2004). Çevresel sorunlarla mücadele etmenin bir yolu çevreyi korumak için yerel toplumla ve merkezi hükümetle işbirliği yapmaktır. Bu sorunların sürdürülebilir çözümü için kamuoyunda çevresel duyarlılığın geliştirilmesi ve genç nüfusun eğitilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla çevresel duyarlılığın gelişmesinde eğitimin rolü önemlidir. Eğitimin bir amacı etkin öğrenim stratejilerini sağlaması iken diğer amacı bireylerin yaşamlarını etkileyen konulara ilgi duymaları ve bu konularda uygulamalar yapmalarını sağlamaktır. İyi bir çevresel eğitim programı bireylerin çevresel duyarlılık ve ilgisinin gelişmesiyle beraber kavramsal anlayışa da odaklanmalıdır (Faize ve Akhtar, 2020).

Dünya Bankası ülkeleri gelir seviyesine göre dört grupta sınıflandırmıştır. Bunlar düşük gelirli ülkeler, düşük orta gelirli ülkeler, üst orta gelirli ülkeler ve yüksek gelirli ülkeler şeklindedir (Iyamu ve diğerleri 2020). Son yirmi yıldır, küresel çevre sorunlarına farkındalığın artması dünyanın pek çok gelişmiş ülkesinde belirgin hale gelmiştir. Bilimsel kanıtlar ulusal ve uluslararası düzeylerde çevresel sorunları önlemeye yönelik tedbir alınmazsa çevresel tehditlerin önemli boyutlara ulaşacağını göstermiştir (Ziadat, 2010). Yenilenemez enerji kaynaklarının iklim değişikliğinin ana nedeni olması sebebiyle gelişmiş ekonomiler CO₂ emisyonunu azaltıcı ve enerji verimliliğini artırıcı politikaların geliştirilmesine öncülük etmektedirler (Jebli ve diğerleri, 2020). Diğer taraftan hanehalkları çevre dostu bir yaşam biçiminin geliştirilebilmesi için kişisel deneyim yoluyla çevresel kaliteyi iyileştirme konusunda karar almaya ve uygulamaya yardımcı olan eğitim programlarına duyulan ihtiyacı fark etmişlerdir (Ziadat, 2010). Bu farkındalık beraberinde çoğu yüksek gelirli ülkelerde yenilenebilir enerji teknolojilerinin teşvik edilmesi amacıyla politikaların geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bununla birlikte çok sayıda gelişmiş ülke, ekonomilerindeki yenilenebilir enerji payını sübvansiyon, tarife ve araştırma geliştirme bütçesini kullanarak artırmaya çalışmaktadır (Topcu ve Tugcu, 2020). Gelişmiş ülkelerde eğitim düzeyinin yüksek olmasına bağlı olarak da çevresel duyarlılığın daha fazla olması beklenmektedir (Zafar ve diğerleri, 2020).

Yapılan çalışmalar büyük ölçüde ekonomik kalkınma ve çevresel bozulma üzerine yoğunlaşmasına rağmen; eğitim, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları gibi çevresel performansı etkileyen diğer faktörleri birlikte analiz eden çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Halbuki, çevresel duyarlılığı artırmada eğitimin başarısı kaçınılmazdır ve bu durumda yenilenebilir enerji uygulamaları da kolaylaştırılabilecektir.

Bu çalışmanın konusunu cinsiyete göre eğitim düzeyinin çevresel duyarlılığa ve dolayısıyla çevresel kirliliğe etkisinin araştırılması oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı yüksek gelirli ülkelerde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, eğitim ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının çevresel kirlilik üzerine etkisini panel VAR analizi kullanarak belirlemektir. Çalışma yüksek gelirli ülkeler için cinsiyete göre eğitim düzeyinin çevresel kirliliğe etkisini panel VAR ve panel nedensellik testlerinden yararlanarak inceleyen ilk çalışma olması bakımından çevre ekonomisi literatürüne katkı sunmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan analiz yöntemleri şu şekilde sıralanabilir: (i) yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testi, (ii) panel birim kök testi, (iii) panel VAR analizi ve (iv) panel nedensellik testidir.

Çalışmanın birinci bölümünde ilk olarak çevresel duyarlılık üzerine eğitimin etkisi teorik olarak incelenecektir. Daha sonra çalışma konusu ile ilgili literatüre yer verilecektir. Son bölümde,

çalışmada yüksek gelirli ülkeler için eğitimin, gelirin, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kirliliğe etkisi panel VAR yöntemi ile analiz edilecektir.

1. Çevre Kalitesinin İyileştirilmesi ve Çevresel Duyarlılığın Gelişmesinde Eğitimin Rolü

Ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın güçlendirilmesinde çevre bilinci önemli bir role sahiptir. Toplumun sürdürülebilir yaşamı bütün bireylerin birbirleriyle ve doğayla uyumlu bir şekilde yaşamasını ifade eder. Bu ifade sürdürülebilir kalkınmanın tanımlanmasını sağlamış ve sürdürülebilirliğin ilk tanımlarından birisi 1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan Brundtland Raporu'nda "bugünkü neslin gereksinimlerini gelecek nesillerin kendi gereksinimlerini karşılama haklarını koruyarak sağlamak" şeklinde yapılmıştır (Middleton, 2018). Ülkeler sürdürülebilir sanayi faaliyetleri ve sürdürülebilir yaşam koşullarını oluşturmak amacıyla bir araya gelmektedirler. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın on yedi hedefinden en önemlisi iklim değişikliği ile mücadele hedefidir. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde hem ulusal hem de uluslararası düzeyde çalışmalar yürütülmektedir (Zafar ve diğerleri, 2020). Çevresel duyarlılık hususunda küresel ve bölgesel düzeyde atılan adımlar 1972 Stockholm Deklarasyonu ile başlamakta ve onu sırasıyla 1987 Montreal Protokolü, 1992 Birleşmiş Milletler'in İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), 1997 Kyoto Protokolü, 2015 Paris İklim Anlaşması izlemektedir (Emiru ve Waktola, 2018). En son yapılan 2 Aralık 2018 tarihindeki 24. Birleşmiş Milletler İklim Zirvesinde (COP24) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yüksek fosil enerji tüketimlerinin seragazi emisyonlarını % 2.5 oranında artıracığı beklenmektedir. Bunun sonucunda ülkeler fosil enerji tüketimini kısmak için enerji politikası stratejilerini tekrar gözden geçirmektedirler (Zafar ve diğerleri, 2020).

Bireylerin çevre sorunlarını nasıl algıladığı ve bunlara yanıt olarak nasıl davrandığı bireysel ve toplumsal düzeylerden gelen tepkileri anlamada önemlidir. Çevre bilincini belirleyen çok sayıda faktör vardır. Bunlardan eğitim insanların çevreye karşı tutum ve davranışlarını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Wong, 2003; Hadzigeorgiou ve Skoumios, 2013). Dünyada çevresel eğitim 1970'li yıllarda popüler bir konu haline gelmiştir. Çevresel eğitimin çevresel sorunların önlenmesinde önemli bir rol oynadığı açıktır. Nitekim Brundtland Raporunda küresel sorun olarak çevresel sorunların algılanması gerektiği vurgulanmıştır. Çevresel eğitimin amacı, çevresel sorunları önlemede okur-yazar nüfusun aktif rol üstlenmesi ve çevresel konulara duyarlı veya hassas olmalarını sağlamaktır (Özden, 2008). Eğitim öğrencilerin kişisel yaşam seçimlerini, küresel değişimlere farkındalıklarını, nüfus, kaynaklar ve çevre gibi konulara bakış açılarını şekillendirmekte ve bu konulardaki kararlarını etkilemektedir. Sorumlu çevresel davranış sergileyen bireylerin faaliyetleri çevreyi korumak ve geliştirmek şeklinde ortaya çıkar. Çevresel sürdürülebilirlik bireylerin yaşam kalitelerini geliştirmelerinde kaynaklardan faydalanabilmelerini de gerektirir (Huang ve Yore, 2003).

Eğitimin yanında kamuoyunun çevresel sorunlara duyarlılığı ve çevreye bakışı ikamet yeri (kır ya da kent), cinsiyet, yaş ve gelir gibi bireysel düzeydeki özelliklere ait demografik faktörlere göre de değişiklik göstermektedir (Borick ve Rabe, 2010; Zecha, 2010). Çevre bilgisindeki artış çevreye yönelik olumlu tutumları artırır. Dünyada çevresel sorunlarla mücadelenin sosyo-ekonomik seviye, teknolojik standartlar ve cinsiyete göre değiştiği görülmektedir (Emiru ve Waktola, 2018). Paris İklim Anlaşması (2015)'nda genç nesillerin çevreye duyarlılığı konusuna odaklanılmıştır. İlkokul ve lise öğrencilerinin çevre eğitiminin geliştirilmesi çevresel yapının anlaşılmasında önemli bir konudur (Wang ve diğerleri, 2004). Ayrıca eğitilmiş bireylerin yetiştirilmesi yenilenebilir enerji üretimini teşvik ederek çevresel kalitenin artırılmasına da yardımcı olabilmektedir (Zafar ve diğerleri, 2020).

2. Literatüre Bakış

Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik arasındaki ilişkinin analizi Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi ile test edilmeye başlanmıştır. ÇKE hipotezi ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ters-U ilişkisini ifade eder. Yani çevresel kirlilik düzeyi bir ülke geliştikçe artar, fakat belli bir dönüm noktasından sonra gelirdeki artış çevresel kirliliği azaltmaya başlar (Pao ve Tsai, 2011). Grossman ve Krueger (1991) tarafından geliştirilen ÇKE hipotezi ilk olarak Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Stern (2004), Dinda (2004) gibi yazarların çalışmalarında sınanmıştır. ÇKE hipotezinin geçerliliği Pao ve Tsai (2011), Khalid ve Muhammad (2013), Zhu ve diğerleri (2016), Shahbaz ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmalarda doğrusal bir ilişki ve Park ve Lee (2011), Bimonte ve Stabile (2017) ise N-şeklinde ilişki olarak bulunmuşken, bazı çalışmalar da ise ÇKE hipotezini destekleyen kanıtlar elde edilememiştir (Chen ve diğerleri, 2019; Pata ve Caglar, 2020).

İklim değişikliği ve çevre kalitesini bozan faktörlerin insan yaşamını tehlikeye attığı ortadadır. Konu ile ilgili mevcut literatür büyük ölçüde ekonomik kalkınma ve çevresel bozulma üzerine yoğunlaşmasına rağmen, enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları gibi çevresel performansı etkileyen diğer faktörleri de dikkate alan çalışmalarda son yıllarda bir artışın yaşandığı görülmektedir. Bunlardan enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar enerjinin ekonomik faaliyetlerde önemli role sahip olduğunu ve sürdürülebilir kalkınma için önemli bir araç olduğunu ortaya koymuştur (Jebli ve diğerleri, 2020). Ancak, çevre kalitesini etkileyen unsurların belirlenmesinde kullanılan değişkenler, araştırma yöntemi, ülke/ülke grupları, zaman gibi unsurlar elde edilen analiz sonuçlarının farklı, benzer ve/veya birbirini tamamlayacak şekilde bulunmasına yol açmıştır.

Bu çalışmada literatür incelemesi öncelikle ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının çevresel etkileri üzerine hazırlanmıştır. Daha sonra çevresel duyarlılığın gelişmesinde eğitimin rolünü inceleyen çalışmalara ait literatür taramasına da yer verilmiştir.

2.1. Ekonomik Büyüme, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları-Çevre İlişkisini İnceleyen Çalışmalar

Pao ve Tsai (2011), BRICS ülkelerinde CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları ilişkisini analiz ettikleri çalışmalarında ÇKE hipotezini ve kirlilik cenneti hipotezini destekleyen sonuçlara ulaşmışlardır. Ayrıca, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ile CO₂ emisyonu arasında nedensellik ilişkisi çift yönlü bulunmuştur. Lee (2013), doğrudan yabancı sermaye girişi, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi G20 ülkeleri için analiz etmiş ve doğrudan yabancı yatırımların CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Yani, G20 ülkelerinde kirlilik cenneti hipotezi geçerli bulunmuştur. Ren ve diğerleri (2014) Çin'in sanayi sektörleri için GSYH, CO₂ emisyonu, doğrudan yabancı sermaye arasındaki ilişkiyi analiz etmiş ve doğrudan yabancı sermaye girişlerinin kirliliği artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Öztürk ve Öz (2016) Türkiye'de gelir, doğrudan yabancı yatırım girişi, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu ilişkisini araştırmış ve eşbütünleşme testi sonuçları analizde kullanılan değişkenler arasında uzun dönem ilişkisini doğrulamıştır. Ayrıca, karbon emisyonu ve doğrudan yabancı sermaye yatırım girişi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi kanıtlanmış ve kirlilik hipotezi Türkiye için geçerli bulunmuştur. Zhu ve diğerleri (2016), Güney Doğu Asya ülkelerinde doğrudan yabancı sermaye yatırımları, büyüme ve enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerine etkisini panel kantil regresyon modeli ile inceledikleri çalışmalarında doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonunu azalttığı ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerine negatif etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Akçay ve Karasoy (2018) Türkiye'de karbondioksit emisyonu ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi vektör hata düzeltme modeli ile incelemiş ve bu testin sonuçları doğrudan yabancı yatırımlardan karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini göstermiştir. Sinha ve Shahbaz (2018), Hindistan için ÇKE hipotezini

yenilenebilir enerji üretimi çerçevesinde yeni bir bakış açısıyla analiz etmişlerdir. ARDL analizi sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimi CO₂ emisyonunu azaltmaktadır. Shahbaz ve diğerleri (2019), biomass enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi MENA ülkeleri için incelemiştir. ÇKE hipotezi ve kirlilik cenneti hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır. Biomass enerji tüketiminin karbon emisyonunu azalttığı görülmüş; CO₂ emisyonu, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve biomass enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi çift yönlü tespit edilmiştir. Chen ve diğerleri (2019) Çin’de bölgesel düzeyde CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi çerçevesinde test etmiştir. Çin’de yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde negatif yönde etkisinin olduğu bulunmuştur. Charfeddine ve Kahia (2019)’ye ait çalışmada MENA ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Karbon emisyonunu azaltmak için karbon emisyonuna yol açan faktörlerin belirlenmesi gerektiğine dikkat çeken Pan ve diğerleri (2019), 34 OECD ülkesinde sembolik regresyon analizini kullanarak karbon emisyonu yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörlerin GSYH ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları olduğunu göstermişlerdir. Danish ve diğerleri (2019), BRICS ülkelerinde ekonomik kalkınma ve yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Mert ve diğerleri (2019), ARDL tekniği kullanarak 26 Avrupa ülkesi için CO₂ emisyonu, GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye girişi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Granger nedensellik bulguları ekonomik büyümenin enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye girişinin nedeni olduğunu göstermiştir. Benli (2020) Türkiye ekonomisi için doğrudan yabancı yatırımlar, karbon emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini incelemiş ve doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonlarını tetiklediği sonucuna ulaşmıştır. Jebli ve diğerleri (2020) çalışmalarında farklı gelir seviyesine sahip 102 ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu azalttığını bulmuşlardır. Sarkodie ve diğerleri (2020) ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının iklim değişikliğine etkisini 47 Sahra Altı Afrika ülkeleri için analiz etmiştir. Analiz sonuçları yenilenebilir enerjide %1’lik artışın seragazi emisyonunu yaklaşık olarak %35 azalttığını ortaya koymuştur. Doğrudan yabancı sermaye yatırımları ise çevre kirliliğine katkı sunmaktadır. Ulucak ve diğerleri (2020), AMG tahmincisinden yararlanarak OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Son çalışmalardan biri olan Hussain ve Rehman (2021), ARDL sınır testi yaklaşımından hareketle nüfus, doğrudan yabancı sermaye, büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonuna etkisini Pakistan ekonomisi için incelemiş ve yenilenebilir enerji ve doğrudan yabancı yatırımların CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

2.2. Eğitim -Çevre İlişkisini İnceleyen Çalışmalar

Eğitim ve çevresel duyarlılık konusunu biyoçeşitlilik ve hastalık riski bakımından ele alan pek çok çalışma (Sanchez-Llorens ve diğerleri 2019; Faize ve Akhtar, 2020; Ramírez ve Santana, 2019; Chirisa ve Matamanda, 2019; Ketlhoilwe, 2019) olmasına rağmen eğitimle karbon emisyonu arasındaki doğrudan ilişkiyi inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (Almeide ve diğerleri, 2018).

Holl ve diğerleri (1998) Amerika ve Kosta Rica ülkelerindeki üniversite öğrencileri üzerine eğitim ve çevre sorunları arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında çevresel kalitenin sağlanmasında çevresel eğitimin gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Huang ve Yore (2003) Avustralya, Avrupa ve Kuzey Amerika’daki ilkökul öğrencilerinin aldıkları çevresel eğitim programlarının çevresel duyarlılığa etkisini araştırmışlar ve bu eğitimi alan öğrencilerin olumlu çevresel davranış sergilediklerini ve çevresel sorunlara önemli bir şekilde ilgi gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Wong (2003), Çin’deki üniversite öğrencilerinin çevre ve kalkınma konularına bakış açılarını araştırmıştır. Bulgular öğrencilerin çoğunluğunun gelecek yıllarda Çin’de ve dünyada çevre kalitesinin azalacağına dair görüş birliği içerisinde olduğunu ortaya koymuştur. Fisman (2005)

çalışmasında kent çevre eğitimi programının öğrencilerin yerel çevre ve çevresel kavramlar hakkındaki bilgisine önemli bir katkısı olduğunu göstermiştir. Özden (2008) çalışmasında Türkiye'deki yükseköğrenim gören öğrencilerin çevresel duyarlılığını cinsiyet, sınıf düzeyi, ailenin gelir düzeyi, ailenin eğitim düzeyi, kırsal veya kent ikametleri gibi sosyoekonomik faktörleri de dikkate alarak araştırmıştır. T-testi ve ANOVA testi sonuçları kadın ilkökul öğrencilerinin çevresel duyarlılığının daha fazla olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Ziadat (2010) çalışmasında üçüncü dünya ülkesi olan Jordan'daki bireylerin genel çevresel sorunlar, hava kirliliği, su kaynakları, gürültü kirliliği gibi çevresel konulara karşı duyarlılıklarını cinsiyet, yaş, eğitim, ikamet ve sosyal statüleri açısından kıyaslayarak araştırmıştır. Bu çalışmada bölgenin tümünde kadınların çevresel duyarlılığının erkeklerin çevresel duyarlılığını aştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmacıların çevresel duyarlılığı eğitim düzeyinin derecesine (örneğin üniversite öğrencilerinin farkındalığı daha fazla) ve yaş grubuna göre (örneğin daha yaşlı kişilerin çevresel duyarlılığı daha fazla) farklılık göstermiştir. Zecha (2010), Güney Almanya ve Kuzey İspanya bölgelerinde yaşayan 14-15 yaş grubu öğrencilerinin çevresel duyarlılığını karşılaştırmış ve kültürel faktörlerin çevresel bilgi ve faaliyetlere etkisinin olduğunu ve cinsiyet açısından ise erkeklerin kadınlara göre daha duyarlı olduğunu ortaya koymuştur. Brulle ve diğerleri (2012), 2002-2010 yılları arasında Amerika'daki iklim değişikliğine yönelik kamu ilgisini zaman serisi analizi ile incelemiştir. Analiz sonuçları iklim değişikliği hakkındaki kamu duyarlılığına en fazla yapısal ekonomik faktörlerin etkisinin olduğunu göstermiştir. Hadzigeorgiou ve Skoumios (2013), çevresel duyarlılıkta eğitimin önemine vurgu yapmışlardır. Jaber ve diğerleri (2017), yenilenebilir enerji eğitimi veren devlet ve özel üniversitelerde yaş, bölüm, cinsiyet gibi durumları dikkate alarak mevcut olan enerji durumu ve yenilenebilir enerji potansiyeli ile ilgili bilgi seviyesini değerlendirmiştir. ANOVA yöntemi sonuçları üniversite, bölüm ve cinsiyet açısından öğrencilerin enerji bilgi düzeyinin anlamlı şekilde farklılık gösterdiğini, ancak yaş açısından enerji düzeyinde farklılığın anlamlı olmadığını ortaya koymuştur. Lucas ve diğerleri (2018) yenilenebilir enerji piyasasının gelişimini engelleyen konulardan birisinin beşeri sermaye kaynakları olduğunu ifade ederek eğitimin önemine vurgu yapmıştır. Emiru ve Waktola (2018), çalışmasında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde 2015 Paris İklim Sözleşmesi çerçevesinde mevcut çevresel koşullar, çevresel sorunlar gibi konularda yüksek öğrenim gören gençlerin bilgi ve çevresel duyarlılığını araştırmıştır. Parametrik olmayan test sonuçları öğrencilerin çevresel duyarlılıklarının yetersiz olduğunu göstermiştir. Sánchez-Llorens ve diğerleri (2019), İspanya için ilkökul eğitimi ve ortaokul eğitimi düzeyinde çevresel duyarlılık durumunu karşılaştırmış ve ilkökul öğrencilerinin ortaokul öğrencilerine göre çevresel duyarlılığının daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Faize ve Akhtar (2020), lisans öğrencilerinde çevresel eğitimi geliştirmek için çevresel bilgi ve çevresel duyarlılık durumlarını araştırmıştır. Bulgular çevresel bilgi ve çevresel duyarlılık arasında anlamlı pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Zafar ve diğerleri (2020) çalışmasında, 1990-2015 döneminde OECD ülkeleri için eğitim, yenilenebilir enerji, doğal kaynak bolluğu, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve ekonomik büyümenin karbon emisyonuna etkisini analiz etmiştir. Sonuçlar çevresel kaliteyi iyileştirmede yenilenebilir enerjinin önemli rolü olduğunu göstermiştir. Eğitim karbon emisyonunu azaltırken, doğal kaynak bolluğu ve yabancı doğrudan yatırımlar çevresel kaliteyi bozmaktadır. Bununla birlikte, bireysel ülke analizleri yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediğini doğrulamaktadır. Ayrıca karbon emisyonu, eğitim ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

3. Ampirik Analiz

Bu çalışmada CO₂ emisyonu ile GSYH, cinsiyete göre eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasındaki ilişki panel VAR yöntemi kapsamında panel nedensellik testi, etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlere geçmeden önce modelde kullanılan değişkenlerin seçilme nedenleri ile veri ve ampirik model hakkında açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Teorik Arka Plan

Ampirik analizlere başlamadan önce modelde kullanılacak değişkenlerin neden seçildikleri ile ilgili açıklamalara yer vermek gerekmektedir. Ampirik olarak yapılan pek çok çalışmada iklim değişikliğinin başlıca nedeni olarak sera gazı emisyonlarından biri olan ve hızlı bir artış sergileyen CO₂ emisyonu dikkate alınmıştır (Charfeddine ve Kahia, 2019). Çevre literatürü çevresel kaliteyi etkileyen çok sayıda faktörün olduğunu göstermekte iken, bu bölümde mevcut literatürden hareketle çevreyi etkilediği düşünülen ekonomik büyüme, eğitim, yenilenebilir enerji ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının seçilme nedenleri üzerinde durulacaktır.

Bir ekonomi, büyümesinin ilk evresinde hava kirliliği, ormansızlaşma, toprak ve su kirliliğinden dolayı çevresel tahribatla karşı karşıya kalır. Ekonomi gelişmeye başladığı zaman gelir seviyesindeki artış ve çevre bilincinin gelişmesiyle birlikte tahribatın hızı yavaşlar ve belli bir gelir seviyesinde çevresel bozulma düşmeye başlar ve çevresel kalite gelişir. Çevresel bozulma ve gelir arasındaki ilişkiyi gösteren hipotez ters-U şeklindedir. Bu olay çevre ekonomisi literatüründe ÇKE hipotezi olarak adlandırılır (Sinha ve Shahbaz, 2018). Eğitim düzeyinin de çevresel kalitenin gelişmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu durum ÇKE hipotezi kapsamında gelirden meydana gelen artışın eşik değere ulaştıktan sonra çevresel duyarlılığı arttırarak çevresel bozulmayı azalttığı şeklinde yorumlanır. Bu sürecin işleyişi ise şu şekildedir: Çevresel duyarlılığın gelişmesi bireylerin eğitim düzeyindeki artışa bağlıdır ve eğitim ile bireylerin çevreye değer verdikleri görülmektedir. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması ise eğitimle birlikte bireylerin çevreyi koruma isteklerinin olması ile mümkündür (Zafar ve diğerleri 2020). Doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ekonomik büyümeye katkısının yanında enerji tüketimine yönelik talebi arttırması çevresel kirliliğin artmasına sebep olmaktadır. Buna karşılık doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmesiyle birlikte CO₂ emisyonunu azaltıcı etkisi de söz konusudur (Lee, 2013).

3.2. Veri ve Model

Bu çalışmada 18 yüksek gelirli ülke⁴ için 1995-2015 döneminde çevresel kirlilik, gelir, yenilenebilir enerji tüketimi, cinsiyete göre eğitim düzeyi ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasındaki dinamik ve içsel ilişkiyi araştırmak için Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) panel VAR yaklaşımına başvurulmuştur. CO₂ emisyonu çevresel kirlilik düzeyini ölçmek için kullanılmaktadır. Veri bin metrik tondur. CO₂ emisyonuna ait istatistikler Dünya Bankası (World Bank Indicators)'dan alınmıştır. Kişi başına reel GSYH ekonomik büyümenin ölçülmesinde kullanılan en yaygın göstergedir. Reel GSYH, bir ülkenin üretiminin bir önceki yıla göre nasıl arttığını ya da azaldığını anlatan GSYH büyüme oranının hesaplanmasını sağlamaktadır (David, 2019). Bu çalışmada kişi başına GSYH verisi 2010 yılı dolar fiyatlarıyla Dünya Bankası (World Bank Indicators)'dan alınmıştır. Doğrudan yabancı sermaye girişi doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ölçülmesinde kullanılmaktadır. Veri 2010 yılı dolar fiyatlarıyla Dünya Bankası (World Bank Indicators)'dan alınmıştır. Yenilenebilir enerji CO₂ emisyonu üretmeyen enerji olarak bilinmektedir. Bunlar hidrolik enerji, biyokütle, jeotermal, güneş enerjisi gibi kaynaklardır. Yenilenebilir enerji göstergesi olarak yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı yüzde olarak Dünya Bankası (World Bank Indicators)'dan alınmıştır. Eğitim düzeyi eğitim gören 25 yaş nüfusun sayısı, ortaöğretime kayıt oranı, okula kayıtlı nüfus, lisansüstüne kayıtlı ve lisansüstü mezunu öğrenci sayısı gibi çeşitli okullaşma oranlarıyla açıklanabilir (Lucas ve diğerleri, 2018). Eğitim bireylerin toplumda etkin bir rol üstlenmelerini, toplumla uyum içerisinde yaşayabilmelerini ve hak ve sorumluluklarının farkında olmalarını sağlar. Dünyada en temel insan hakkı olarak kabul edilen eğitimin hem erkek hem de kadın gibi insan kaynağı

⁴ Almanya, Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Fransa, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Kore, Letonya, Litvanya, Norveç, Polonya, Romanya, Slovenya ve Yeni Zelanda'dır.

açısından kullanılma hakkı maddi imkansızlıklar, sosyal gelişme düzeyi ve kültürel yapı gibi engellerle karşı karşıya kalındığında sınırlı olmaktadır. Bununla birlikte, kadınlar eğitim hakkının kullanılmasında erkeklere göre daha fazla engelle karşılaşmaktadırlar (Atik ve Atay Polat, 2017). Tüm bireylerin eğitim hakkından eşit olarak yararlanamaması çevresel sorunlara bakışı ve çevreye olan duyarlılığı da etkileyebilir. Bu çalışmada cinsiyete göre eğitim düzeyini temsil etmesi açısından çevresel bozulma konusunu anlayacak ve gerekli önlemleri alacak seviyede olan ortaöğretime kayıtlı öğrencilerin toplam kayıt oranı içindeki payı yüzde olarak Dünya Bankası (World Bank Indicators)'dan alınmış ve ilgili verinin seçiminde Sánchez-Llorens ve diğerleri (2019) ve Zafar ve diğerleri (2020) çalışmaları dikkate alınmıştır. Yıllık olarak alınan veriler incelenen ülkeler için 1995-2015 yılları arasında mevcut olduğundan dolayı veri aralığı bu yıllar arasıyla sınırlı kalmıştır. Bazı veriler bin metrik ton olarak bazıları ise ABD doları şeklinde alındığı için verilerin analizlerde kullanılmadan önce normalleştirilmesi gerekmektedir. Panel veri analizinde yüksek standart hatalı değişkenlerin varlığında modelde ortaya çıkan problemlerin önlenmesi, standart hataların düşme eğilimi göstermesi (Bagci, 2019) ve serilerin dinamik özelliklerinin olası çarpıklığını azaltmak için doğal logaritma alınması gerekmektedir. Logaritmik dönüşüm neticesinde ortaya çıkan veriler esneklik katsayısını göstermektedir (Lee, 2003).

Tablo 1: *Analizlerde Kullanılan Değişkenlere Ait Açıklamalar*

Değişken Adı	Açıklama	Türü	Kaynak
CO ₂	Karbondioksit Emisyonu	Bin Metrik ton	WDI
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	(2010 yılı dolar fiyatlarıyla)	WDI
Eğitim_E	Erkeklerin Eğitim Düzeyi	Ortaöğretime kayıtlı erkek öğrencinin toplam kayıt oranı içindeki payı (%)	WDI
Eğitim_K	Kadınların Eğitim Düzeyi	Ortaöğretime kayıtlı kadın öğrencinin toplam kayıt oranı içindeki payı (%)	WDI
Yenilenebilir	Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı (%)	WDI
DYY	Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları	(2010 yılı dolar fiyatlarıyla)	WDI

Not: Her bir değişken nüfusa bölünerek kişi başı olarak alınmıştır.

Cinsiyete göre kişi başına düşen eğitim düzeyi (Eğitim_E ve Eğitim_K), kişi başına düşen doğrudan yabancı sermaye yatırımları (DYY), kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi (Yenilenebilir) ve kişi başına düşen GSYH'nın (GSYH) bağımsız değişken olduğu ve kişi başına CO₂ emisyonunun (CO₂) bağımlı değişken olduğu model denklem (1)'de yer almaktadır:

$$CO_2 = f(GSYH, Eğitim_E, Eğitim_K, Yenilenebilir, DYY) \quad (1)$$

Ampirik tahminler için, model değişkenlerinin logaritmik dönüşümleri yapılmıştır. Ampirik analizde kullanılan ve ÇKE hipotezine dayanan doğrusal modelin logaritmik dönüşümlü hali aşağıdaki gibidir:

$$\ln CO_{2,it} = u_{it} + \beta_1 \ln GSYH_{it} + \beta_2 \ln Eğitim_E_{it} + \beta_3 \ln Eğitim_K_{it} + \beta_4 \ln Yenilenebilir_{it} + \beta_5 \ln DYY_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Burada, i ; birim sayısını (1, ..., 18), t ; zaman serisini (1995, ..., 2015), β_i ; GSYH, Eğitim_E, Eğitim_K, DYY ve Yenilenebilir değişkenlerinin esnekliklerini ve u ise hata terimini göstermektedir.

Tablo 2, 18 yüksek gelirli ülkenin 2015 yılındaki özet istatistiklerini içermektedir. Ortalama en yüksek kişi başına düşen CO₂ emisyonuna 11.19655 bin metrik ton ile Çek Cumhuriyeti, en düşük 3.404134 ile Letonya ülkesi sahiptir. Ortalama en yüksek kişi başına düşen gelir düzeyi 65457.65 dolar ile Norveç iken, en düşük 5343.841 ile Romanya ülkesidir. Ortalama kişi başına düşen erkeklerin eğitim düzeyi 85.75369 ile 117.0601 arasında; ortalama kişi başına düşen kadınların eğitim düzeyi 86.42009 ile 131.6346 arasında değerler almaktadır. Ortalama kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketiminin en fazla olduğu ülke Norveç (%58.11023) iken en düşük olduğu

ülke ise Kore (%1.010599)'dir. Ortalama en yüksek kişi başına düşen doğrudan yabancı sermaye yatırımı 18.04332 ile İrlanda ülkesinde, en düşük 1.010599 ile Kore'dir.

Tablo 2: Yüksek Gelirli Ülkeler İçin Özet İstatistikleri

Ülkenin Adı	CO ₂	GSYH	Eğitim_E	Eğitim_K	Yenilenebilir	DDY
Almanya	9.756144	35546.85	103.7113	100.1386	7.244073	2.326319
Avusturya	7.974594	38328.75	102.3541	97.77892	27.91355	4.015463
Çek Cum.	11.19655	13387.32	93.89175	95.77877	8.771213	5.043564
Finlandiya	10.78329	37774.28	115.3296	125.2190	32.66752	4.536090
Fransa	5.689235	33671.00	106.3619	106.5838	10.44072	2.113020
İngiltere	8.377534	37647.83	102.9958	104.7156	2.652079	4.294662
İrlanda	9.541737	42254.89	107.7961	114.6872	3.968110	18.04332
İspanya	6.639904	23823.84	113.2688	118.9547	10.83142	2.925164
İsveç	5.412069	43487.29	117.0601	131.6346	41.24092	5.140086
İtalya	7.278150	29696.90	97.81813	98.34829	8.925086	1.015412
Kore	10.07785	18572.10	97.12323	97.44020	1.144231	1.010599
Letonya	3.404134	8545.133	98.67358	99.42592	35.59050	4.211985
Litvanya	4.228591	8578.382	101.7735	100.8345	18.65300	3.495263
Norveç	9.222137	65457.65	114.6791	113.6671	58.11023	2.897215
Polonya	8.150345	8670.019	100.1639	98.88379	8.176229	3.437980
Romanya	4.404206	5343.841	85.75369	86.42009	18.18808	3.560332
Slovenya	7.494282	17749.89	99.75586	100.6258	15.63515	1.868325
Yeni Zelan.	7.961912	26673.52	113.2572	119.3156	29.54305	2.179216
<i>Panel</i>						
<i>Ortalama</i>	7.644036	27511.64	103.9871	106.1362	18.87195	4.006334
<i>Maksimum</i>	13.17317	102913.5	142.9338	175.2213	60.18813	80.79114
<i>Minimum</i>	2.682623	1577.323	73.11390	75.23840	0.443590	0.001672

3.3. Yöntem ve Ampirik Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan tahmin yöntemleri yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testi, panel birim kök testi, panel VAR analizi ve panel nedensellik testidir. Birim kök testi, serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Granger nedensellik testi yüksek gelirli ülkelerde CO₂ emisyonu, eğitim, gelir, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında varolabilecek nedenselliğin yönünü tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca eğitim, gelir, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerine kısa ve uzun dönem etkilerinin tespit edilmesinde panel VAR modelinden yararlanılmıştır.

Panel VAR analizlerinden elde edilen sonuçlar ise şu şekilde özetlenebilir:

- Uygulanan VAR analizi regresyon sonuçları GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve erkeklerin eğitim düzeyinin CO₂ emisyonunu azalttığını; buna karşılık kadınların eğitim düzeyi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının CO₂ emisyonunu arttırdığını ortaya koymuştur.
- Panel Granger nedensellik testi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiş ve CO₂ emisyonu ile GSYH, erkeklerin eğitim düzeyi, kadınların eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi arasında; GSYH ile erkeklerin eğitim düzeyi, kadınların eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında; yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve erkeklerin eğitim düzeyi ile kadınların eğitim düzeyi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca, CO₂ emisyonundan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına, erkeklerin eğitim düzeyinden yenilenebilir enerji tüketimine, kadınların eğitim düzeyinden yenilenebilir enerji tüketimine, yenilenebilir enerji tüketiminden doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarından erkeklerin eğitim düzeyine ve kadınların eğitim düzeyine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

- iii. CO₂ emisyonu değişkeni için varyans ayrıştırma analiz sonuçlarına göre CO₂ emisyonunun önemli bir kısmı kendisi tarafından açıklanmakta iken CO₂ emisyonunun etkisini sırasıyla erkeklerin eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, kadınların eğitim düzeyi ve GSYH izlemektedir.
- iv. CO₂ emisyonu değişkeni için elde edilen etki tepki analiz sonuçları ise yenilenebilir enerji tüketimi, erkeklerin eğitim düzeyi ve GSYH şoklarının CO₂ emisyonunu düşürdüğü; doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve kadınların eğitim düzeyi şoklarının CO₂ emisyonunu yükselttiğini ortaya koymuş ancak bu etkilerin uzun dönemde ortadan kalktığı görülmüştür.

3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılık Testi ile Homojenlik Testi

Modelde yer alan ülkelerin, hanehalklarının veya firmaların birbiriyle ilişkisinin olması durumu yatay kesit bağımlılığı kavramıyla açıklanabilir. Bu yüzden panel veri analizlerine başlamadan önce yatay kesit bağımlılığının incelenmesi tutarlı sonuçların elde edilmesi ve sonraki aşamada kullanılacak birim kök testlerinin belirlenmesi için önemlidir. Çünkü yatay kesit bağımlılığı olmaması durumunda birinci nesil birim kök testlerinin, yatay kesit bağımlılığının bulunmasında ise ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Serilerde yatay kesit bağımlılığının olup olmadığını incelemek için Pesaran (2004)'ın geliştirdiği CD testi ve Breusch ve Pagan (1980)'nin geliştirdiği LM testlerinden yararlanılmaktadır. Aşağıdaki denklemde CD testi için açıklamalar bulunmaktadır.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \rho_{ij} \right) \quad (3)$$

CD yatay kesit bağımlılığını gösteren denklemdeki N birim, T ise zamanı göstermektedir. Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığının incelenmesinde aşağıda yer alan LM testi de kullanılmaktadır.

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Bu denklemde i birimi ve t zamanı göstermektedir. Bu testlerde sıfır hipotezi panel veride yatay kesit bağımlılığı olmadığı; alternatif hipotez yatay kesit bağımlılığı olduğu şeklinde kurulur. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan serilerin homojen mi yoksa heterojen mi olduklarını belirlemek için Pesaran ve Yamagata'nın (2008) geliştirmiş oldukları Delta testinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada T>N olduğu için LM_{adj} yatay kesit bağımlılığı dikkate alınarak ilgili testin sonuçları yorumlanmıştır. Yatay kesit bağımlılığının ve homojenliğin tespit edilmesine yönelik uygulama sonuçları Tablo 3'te yer almaktadır.

Yatay kesit bağımlılığı sonuçlarına göre CO₂ emisyonu, GSYH, Eğitim_E, Eğitim_K, yenilenebilir ve DYY değişkenlerinde yatay kesit bağımlılığı tespit edilmiştir. Ayrıca homojenlik testi sonuçları model için homojenlik varsayımının geçerli olduğu sıfır hipotezinin %1 anlamlılık düzeyi için reddedildiğini göstermiştir.

Tablo 3: Yatay Kesit Bağımlılık ve Homojenlik Testleri Sonuçları

Değişkenler		LM	CD _{LM}	CD	LM _{adj}
<i>LnCO₂</i>	Test İstatistiği	212.632	3.409	-2.026	-0.767
	P-Değeri	0.001*	0.000*	0.021**	0.778
<i>LnGSYH</i>	Test İstatistiği	570.129	23.846	0.565	9.708
	P-Değeri	0.000*	0.000*	0.286	0.000*
<i>LnEğitim_E</i>	Test İstatistiği	322.391	9.683	-1.494	1.360
	P-Değeri	0.000*	0.000*	0.068***	0.087***
<i>LnEğitim_K</i>	Test İstatistiği	279.105	7.209	-1.245	1.415
	P-Değeri	0.000*	0.000*	0.107	0.079***
<i>LnYenilenebilir</i>	Test İstatistiği	209.271	3.217	-2.413	-2.036
	P-Değeri	0.002*	0.001*	0.008*	0.979
<i>LnDDY</i>	Test İstatistiği	259.088	6.065	-1.796	1.809
	P-Değeri	0.000*	0.000*	0.036**	0.035**
<i>Homojenlik</i>		Model			
<i>Delta</i>	Test İstatistiği	8.165			
	P-Değeri	0.000*			
<i>Delta_{adj}</i>	Test İstatistiği	8.786			
	P-Değeri	0.000*			

Not: *, ** ve *** serileri sırası ile %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu açıklar.

3.2.2. Panel Birim Kök Testi

Panel veri analizine başlamadan önce serilerin durağanlığı araştırılmalıdır. Durağan bulunmayan serilerle analizlerin yürütülmesi durumunda sapmalı ve sahte regresyon sonuçlarının elde edilmesi mümkün olmaktadır. Panel veri ile değişkenlerin durağanlık sınamasında birim kök testleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada serilerin durağanlık sınaması yatay kesit bağımlılığı varlığında ikinci kuşak panel birim kök testleri ile incelenmiştir. Modeldeki değişkenlerin durağanlık sınaması Pesaran (2007)'in geliştirdiği CIPS panel birim kök testi ile yapılmış ve bu testin sonuçları Tablo 4'teki gibidir. Tablo 4'de yer alan CIPS panel birim kök testi sonuçları DYY değişkeni dışında diğer serilerin %1 anlamlılık düzeyinde birinci farkında durağan olduğunu ortaya koymaktadır. Sonraki aşamada panel VAR analizinden yararlanılarak analizler yapılmıştır.

Tablo 4: CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

CIPS		
Değişkenler	Düzyey	Birinci Fark
$LnCO_2$	-1.63	-3.07*
$LnGSYH$	-2.26	-2.96*
$LnEğitim_E$	-1.92	-2.54*
$LnEğitim_K$	-2.24	-2.93*
$LnYenilenebilir$	-2.35	-3.17*
$LnDDY$	-2.87*	-3.57*

Not: Test istatistikleri sabitli model için hazırlanmıştır. *, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde seriler durağandır. CIPS için %1, %5 ve %10 kritik değerlerinin sırayla -2.47, -2.26 ve -2.14 olduğu görülmektedir.

3.2.3. Panel VAR Analizi

Geleneksel VAR yönteminin panel veri setine uyarlanmasıyla ortaya çıkan panel VAR modeli değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde ve değişkenlerin gecikmeli değerlerini açıklama derecesinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Standart VAR modellerine benzer şekilde, panel VAR modellerindeki tüm değişkenler endojen ve birbirine bağımlı olarak kabul edilir ve bir kesitsel boyut eklenir. VAR modeli ile rassal şokların değişkenlere olan dinamik etkileri ortaya çıkarılmakta ve böylece içsel-dışsal değişken ayırımına gidilmemektedir. Bu sayede değişkenlerin hem kendi gecikmeleri hem de diğer değişkenlerinin gecikmeli değerleri ile açıklama yüzdesi belirlenmektedir (Bağcı, 2019; Charfeddine ve Kahia, 2019). Ayrıca, panel VAR modeli katsayılarıdaki ve şokların varyansındaki zaman değişimini kolayca yakalayabilmektedir (Ouyang ve Li, 2018). Literatürdeki sonuçların tutarsız olmasından dolayı bu çalışmada model yapısındaki etkilere duyarlı olan panel VAR modeli kullanılmıştır. Standart VAR analizine dayanan bu yöntem, özellikle zaman boyutunun yeterince uzun olmadığı modellerde yatay kesit boyutunun avantajına sahiptir (Lin ve Wang, 2019). Panel VAR analizi üç aşama izlenerek uygulanmaktadır. İlk olarak Granger nedensellik testi sonuçlarına yer verilmektedir. İkinci olarak varyans ayrıştırması yöntemi ile değişkenler arasındaki dinamik etkiler araştırılmaktadır. Üçüncü olarak değişkenler arasındaki ilişkinin grafiksel sunumu etki-tepki fonksiyonları ile incelenmektedir. Panel VAR yöntemine ait testlerin uygulamasına geçmeden önce uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Andrews ve Lu (2001), Hansen (1982)'in aşırı tanımlama kısıtlamalarına dayalı olarak GMM (Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi) modelleri için tutarlı moment ve model seçim kriterlerini (MMSC) önermiştir. Modellerin uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde maksimum olabilirlik yaklaşımına dayanan Akaike bilgi kriteri (AIC), Bayesyan bilgi kriteri (BIC) ve Hannan Quinn bilgi kriterine (HQIC) kullanılmaktadır (Gabriel ve Ribeiro, 2019).

Tablo 5: Gecikme Sayısının Belirlenmesi

Gecikme	CD	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	-0.3314	125.26	-479.36	-90.73	-246.78
2	0.3568	79.472	-323.61	-64.52	-168.56
3	0.5709	36.325	-165.21	-35.67	-87.693

Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesine ait sonuçlara Tablo 5'de yer verilmiştir. Tablo 5'e göre, gecikme uzunluğunu belirlemek için kullanılan bilgi kriterlerinin tamamı 1 dönem gecikmenin en uygun gecikme uzunluğu olduğunu göstermiştir. Uygun gecikme sayısından hareketle oluşturulan VAR modelleri aşağıdaki gibidir:

$$\text{LnCO}_{2it} = \alpha_1 + a_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + a_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + a_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + a_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + a_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + a_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{1it} \quad (5)$$

$$\text{LnGSYH}_{it} = \beta_1 + b_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + b_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + b_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + b_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + b_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + b_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{2it} \quad (6)$$

$$\text{LnEğitim}_{Eit} = \varphi_1 + c_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + c_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + c_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + c_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + c_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + c_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{3it} \quad (7)$$

$$\text{LnEğitim}_{Kit} = \lambda_1 + d_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + d_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + d_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + d_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + d_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + d_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{4it} \quad (8)$$

$$\text{LnYenilenebilir}_{it} = \nu_1 + e_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + e_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + e_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + e_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + e_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + e_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{5it} \quad (9)$$

$$\text{LnDDY}_{it} = \infty_1 + f_{1i}\text{LnGSYH}_{it-1} + f_{2i}\text{LnEğitim}_{Eit-1} + f_{3i}\text{LnEğitim}_{Kit-1} + f_{4i}\text{LnYenilenebilir}_{it-1} + f_{5i}\text{LnDYY}_{it-1} + f_{6i}\text{LnCO}_{2it-1} + u_{6it} \quad (10)$$

Burada $i \in \{1, 2, \dots, 18\}$, $t \in \{1995, 1996, \dots, 2015\}$ 'dir.

Bir gecikme sayısı ile uygulanan panel VAR analizine ait regresyon sonuçları Tablo 6'daki gibidir. Tablo 6, her değişkenin kendisi ve diğer değişkenlerin bir gecikmesi ile olan ilişkilerini panel VAR analizi sonuçları ile göstermektedir. GSYH ve kadınların eğitim düzeyi değişkenleri kendisinin bir gecikmesini açıklamaktadır. CO2 emisyonu ile GSYH, erkeklerin eğitim düzeyi, kadınların eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının bir gecikmesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 6: Panel VAR Modeli Regresyon Sonuçları

	<i>LnCO₂</i>	<i>LnGSYH</i>	<i>LnEğitim_E</i>	<i>LnEğitim_K</i>	<i>LnYenilenebilir</i>	<i>LnDDY</i>
<i>L.LnCO₂</i>	-0.011 (0.821)	-0.048 (0.085)***	-0.701 (0.001)*	0.338 (0.063)***	-0.094 (0.020)**	0.007 (0.030)**
<i>L.LnGSYH</i>	1.288 (0.000)***	0.169 (0.056)***	1.664 (0.030)**	-2.751 (0.000)*	0.364 (0.010)*	0.015 (0.093)***
<i>L.LnEğitim_E</i>	-0.088 (0.004)*	-0.028 (0.039)**	-0.115 (0.439)	0.432 (0.003)*	0.067 (0.002)*	-0.001 (0.595)
<i>L.LnEğitim_K</i>	-0.145 (0.000)*	-0.037 (0.021)**	-0.401 (0.048)**	0.862 (0.000)*	0.051 (0.065)***	0.000 (0.972)
<i>L.LnYenilenebilir</i>	-0.152 (0.012)**	0.133 (0.000)*	0.314 (0.213)	0.053 (0.807)	0.016 (0.814)	-0.011 (0.032)**
<i>L.LnDDY</i>	0.801 (0.336)	1.792 (0.000)*	-3.372 (0.005)*	1.788 (0.095)***	-1.001 (0.210)	0.291 (0.000)*

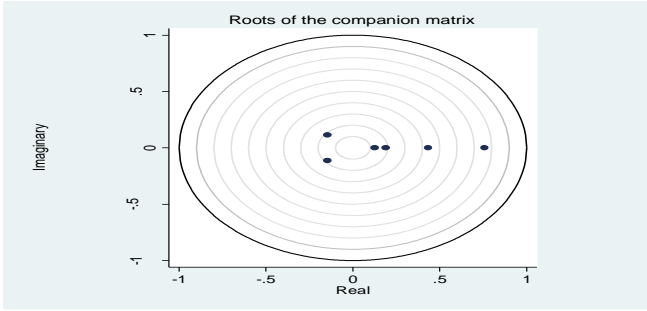
Not: *, ** ve *** serileri sırası ile %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu açıklar.

GMM yaklaşımı çerçevesinde regresyon analizi sonuçları çevresel kaliteyi iyileştirmede yenilenebilir enerjinin önemli bir rolünün olduğunu göstermektedir. Bu bulgu Sinha ve Shahbaz (2018), Chen ve diğerleri (2019) Jebli ve diğerleri (2020) Ulucak ve diğerleri (2020) ve Zafar ve diğerleri (2020) çalışmalarında elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Ayrıca, erkeklerin eğitim düzeyinin karbon emisyonunu azaltıcı yönde etkisinin bulunmasına karşılık kadınların eğitim düzeyinin karbon emisyonunu artırdığı ortaya çıkmıştır. Bu bulgular eğitim düzeyinin çevresel kirlilik üzerine etkisinin olduğunu bulan Huang ve Yore (2003), Ziadat (2010), Zafar ve diğerleri (2020), Zecha (2010), Jaber ve diğerleri (2017) ve Faize ve Akhtar (2020)

çalışmalarını desteklemektedir. GSYH arttığı zaman CO2 emisyonunun azaldığı görülmüş ve Zhu ve diğerleri (2016) ile Pan ve diğerleri (2019) çalışmalarıyla benzer sonuçlara sahiptir. Doğrudan yabancı yatırımların ise çevresel kaliteyi bozduğu görülmüştür. Dolayısıyla, yüksek gelirli ülkelerde kirlilik cenneti hipotezi desteklenmiştir. Bu bulgu ise Pao ve Tsai (2011), Lee (2013) ve Shahbaz ve diğerleri (2019) çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Bu çalışmada, her bir endojen değişkendeki dışsal şokların etkisi incelenmektedir. Etki tepki fonksiyonlarını ve varyans ayrıştırılmayı tahmin etmeden önce tahmin edilen panel VAR modelinin kararlılık durumu kontrol edilmelidir. Ortaya çıkan özdeğerler tablosu, tahminlerin kararlı olduğunu doğrulamaktadır. VAR analizinin güvenilir sonuç verip vermediği modelin istikrar koşulunun test edilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Şekil 1, bir gecikmeli VAR modelinin istikrar koşulunu sağlayıp sağlamadığını göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

Şekil 1: VAR İstikrar Koşulu



Modeldeki değişkenlerin gecikmelerinin birim çemberin içinde bulunmasından dolayı panel VAR modeli istikrar koşulunu sağlamaktadır. VAR istikrar koşulu sağlandığı zaman nedensellik testi sonuçları güvenilir olmakta ve etki-tepki fonksiyonlarını içeren grafikler sağlıklı sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte gecikmelerin birim çemberin içinde bulunması farklı varyansın olmadığını ve böylece varyans ayrıştırmasının uygulanabileceğini ifade etmektedir.

3.2.3.1. Panel VAR Granger Nedensellik Analizi

Nedensellik analizi iki değişken arasında neden-sonuç ilişkisinin çift yönlü mü yoksa tek yönlü mü olduğunun belirlenmesinde kullanılan bir testtir. 1969 yılında Granger tarafından geliştirilen nedensellik testinde sıfır hipotezi x 'in Granger nedeni değildir şeklinde kurulurken, alternatif hipotez y 'nin Granger nedeni değildir şeklinde kurulmaktadır. Panel VAR analizi ile tahmin yapılırken değişkenlerin dıştan içe doğru sıralanmasında Granger nedensellik testinden yararlanılmaktadır. Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) ile modeldeki tahmincilerin gecikmeleri araç değişken olarak kullanılarak panel VAR modeli tahmin edilmektedir (Daşçı ve Cemaloğlu, 2018). Bu çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik sınavında Wald testinden yararlanılmıştır. Granger nedensellik testi sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7'de yer alan Granger nedensellik analizi sonuçları CO₂ emisyonu ile GSYH, CO₂ emisyonu ile erkeklerin eğitim düzeyi, CO₂ emisyonu ile kadınların eğitim düzeyi, CO₂ emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi, GSYH ile erkeklerin eğitim düzeyi, GSYH ile kadınların eğitim düzeyi, GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi, GSYH ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları, erkeklerin eğitim düzeyi ile kadınların eğitim düzeyi ve yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 7: Panel VAR Granger Nedensellik Wald Testi Sonuçları

İçsel	Dışsal	Chi2	Olasılık Değeri*	Karar
LnCO ₂	LnGSYH	2.975	0.085***	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _E	10.870	0.001*	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _K	3.455	0.063***	Sfır hipotezi red
	LnYenilenebilir	5.380	0.020**	Sfır hipotezi red
	LnDDY	4.686	0.030**	Sfır hipotezi red
	tamamı	33.563	0.000*	Sfır hipotezi red
LnGSYH	LnCO ₂	23.168	0.000*	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _E	4.704	0.030**	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _K	14.308	0.000*	Sfır hipotezi red
	LnYenilenebilir	6.634	0.010*	Sfır hipotezi red
	LnDDY	2.819	0.093***	Sfır hipotezi red
	tamamı	42.402	0.000*	Sfır hipotezi red
LnEğitim _E	LnCO ₂	8.521	0.004*	Sfır hipotezi red
	LnGSYH	4.269	0.039**	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _K	8.831	0.003*	Sfır hipotezi red
	LnYenilenebilir	9.199	0.002*	Sfır hipotezi red
	LnDDY	0.283	0.595	Sfır hipotezi kabul
	tamamı	35.121	0.000*	Sfır hipotezi red
LnEğitim _K	LnCO ₂	12.557	0.000*	Sfır hipotezi red
	LnGSYH	5.329	0.021**	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _E	3.914	0.048**	Sfır hipotezi red
	LnYenilenebilir	3.400	0.065***	Sfır hipotezi red
	LnDDY	0.001	0.972	Sfır hipotezi kabul
	tamamı	30.392	0.000*	Sfır hipotezi red
Ln Yenilenebilir	LnCO ₂	6.349	0.012**	Sfır hipotezi red
	LnGSYH	12.875	0.000*	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _E	1.548	0.213	Sfır hipotezi kabul
	LnEğitim _K	0.060	0.807	Sfır hipotezi kabul
	LnDDY	4.585	0.032**	Sfır hipotezi red
	tamamı	38.976	0.000*	Sfır hipotezi red
LnDDY	LnCO ₂	0.926	0.336	Sfır hipotezi kabul
	LnGSYH	15.144	0.000*	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _E	7.918	0.005*	Sfır hipotezi red
	LnEğitim _K	2.789	0.095***	Sfır hipotezi red
	LnYenilenebilir	1.569	0.210	Sfır hipotezi kabul
	Tamamı	46.602	0.000*	Sfır hipotezi red

H₀: Dışsal değişken içsel değişkenin nedeni değildir

Not: *, ** ve *** serileri sırası ile %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu açıklar.

Ayrıca, CO₂ emisyonundan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına, erkeklerin eğitim düzeyinden yenilenebilir enerji tüketimine, kadınların eğitim düzeyinden yenilenebilir enerji tüketimine, yenilenebilir enerji tüketiminden doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına doğru, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarından erkeklerin eğitim düzeyine ve doğrudan yabancı

sermaye yatırımlarından kadınların eğitim düzeyine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen nedensellik sonuçları Pao ve Tsai (2011), Danish ve diğerleri (2019), Shahbaz ve diğerleri (2019) ve Zafar ve diğerleri (2020)'nin elde ettikleri sonuçları destekler niteliktedir.

3.2.3.2. Varyans Ayırıştırması Analizi

Varyans ayırıştırması analizi, modeldeki değişkenlerin kendilerinde ve diğer değişkenlerinde meydana gelen şokların yüzde olarak görülmesini ve bu şokların değişkenlerin gecikmelerine göre ayırıştırılmasını sağlamaktadır. Modelde ygörülmesini ve bu şokların değişkenlerin gecikmelerine göre ayırıştırılmasını sağlamaktadır. Modelde yer alan değişkenlerde meydana gelen bir değişimin yüzde olarak ne kadarının kendisinden ne kadarının diğer değişkenlerden kaynaklandığını göstermek amacıyla varyans ayırıştırması analizinden yararlanılmaktadır. Değişkenlerdeki etkilenme çoğunlukla kendisinden kaynaklanan şoklar tarafından ortaya çıkıyorsa bu değişken dışsal, şok diğer değişkenlerden kaynaklanıyorsa bu değişken içsel kabul edilmektedir. Tablo 8, çalışmada yer alan değişkenler için varyans ayırıştırma analizi sonuçlarını göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

Tablo 8: Yüksek Gelirli Ülkelerde CO₂ Emisyonu İçin Varyans Ayırıştırma Sonuçları

LnCO ₂ (Tepki) Öngörü zamanı	Etki					
	LnCO ₂	LnGSYH	LnEğitim _E	LnEğitim _K	LnYenilenebilir	LnDDY
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	0.9208859	0.0024329	0.0423876	0.0083968	0.0119399	0.0139571
3	0.9099321	0.0028862	0.0447866	0.0101582	0.0159727	0.0162641
4	0.9082088	0.003065	0.0455884	0.101919	0.0160832	0.0168627
5	0.9069713	0.0032172	0.0463933	0.0101841	0.0161175	0.0170292
6	0.9069713	0.0033047	0.0463933	0.0101841	0.0161175	0.0170292
7	0.9067112	0.0033539	0.0465849	0.0101952	0.0161169	0.0170379
8	0.9065551	0.0033818	0.0467011	0.0102057	0.0161161	0.0170402
9	0.9064627	0.0033977	0.0467701	0.010213	0.0161155	0.0170407
10	0.9064627	0.0033977	0.0467701	0.0102134	0.0161155	0.0170407

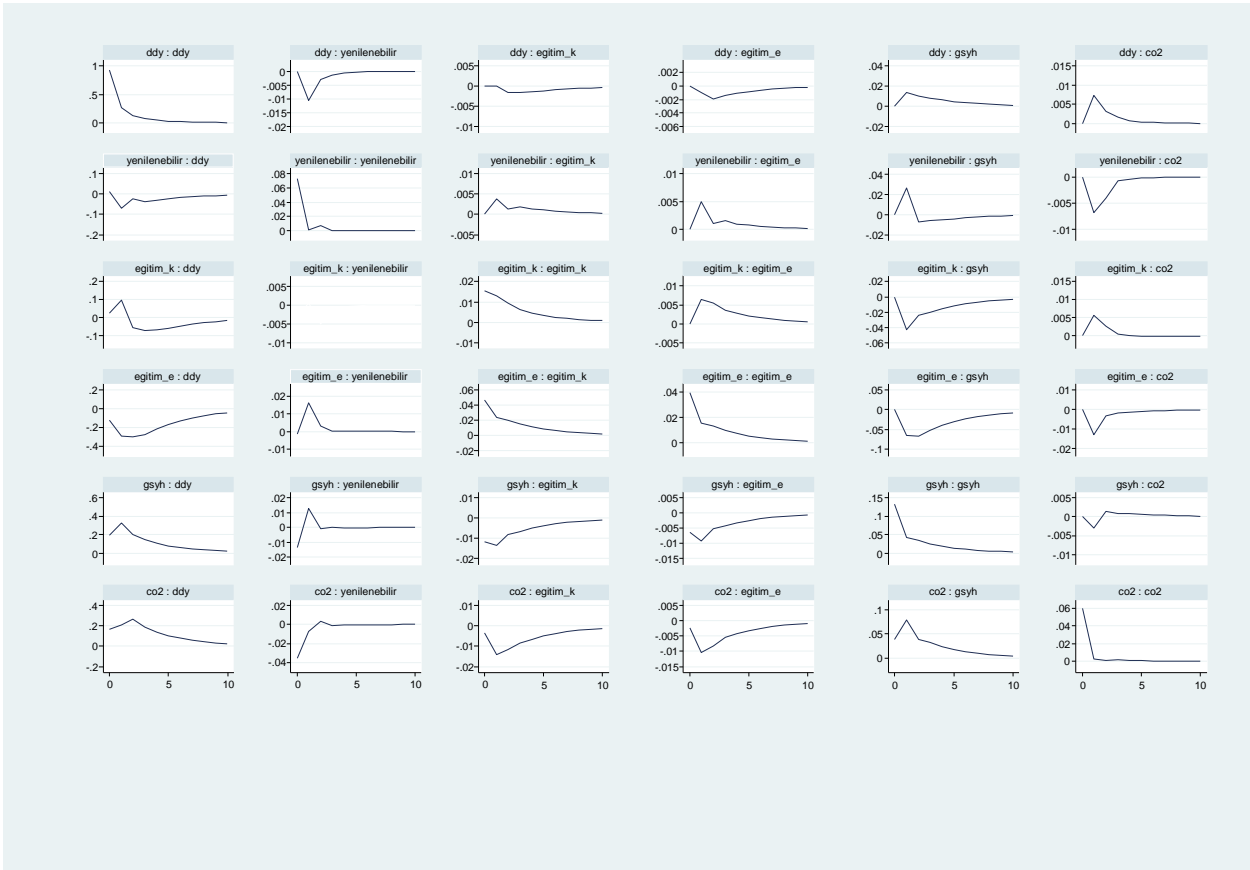
Tablo 8'de CO₂ emisyonu üzerinde kendisi ve diğer değişkenlerin yarattığı şoklar 10 gecikmeye kadar gösterilmiştir. CO₂ emisyonunda meydana gelen değişimin birinci gecikmede tamamı kendisi tarafından, ikinci gecikmede ise %92'si kendisi tarafından açıklanmaktadır. Ayrıca, gecikme sayısındaki artışla birlikte CO₂ emisyonundaki değişim üzerinde erkeklerin eğitim düzeyinin açıklayıcı etkisinin artış gösterdiği görülmektedir. Erkeklerin eğitim düzeyini sırasıyla yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, kadınların eğitim düzeyi ve GSYH takip etmektedir.

3.2.3.3. Etki-Tepki Fonksiyonları Analizi

Etki-tepki fonksiyonları ile hata terimlerinde meydana gelen bir birimlik sapmanın modelin değişkenleri üzerindeki şu anki ve gelecekteki etkisi ölçülmektedir. Modelde etkin olan değişkenlerin grafiksel gösterimi ve değişkenlerin şoklara nasıl tepki verdiğinin tespitinde etki-tepki fonksiyonlarından yararlanılmaktadır (David, 2019). Etki-tepki fonksiyonlarında ihtiyaç olan güven aralıklarının tespiti Monte Carlo simülasyonları ile yapılmıştır.

Modelden hareketle ortaya çıkan nedensellik ilişkilerinin sonucunda yapısal şokların anlamlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki dinamik ilişkilerin belirlenmesi amacıyla panel VAR etki-tepki fonksiyonlarına ait sonuçlar Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2: Yüksek Gelirli Ülkelerde Panel VAR Etki-Tepki Fonksiyonları Sonuçları



Şekil 2’de her değişkenin kendi değişkeni ve diğer değişkenler üzerinde oluşturduğu etkiler grafiklerde yer almaktadır. Dolayısıyla grafiklerde CO₂ emisyonu, GSYH, eğitim düzeyleri, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları değişkenlerinde ortaya çıkan bir standart sapmalı şoka verilen tepkiler yer almaktadır. Yüksek gelirli ülkeler için etki-tepki fonksiyonları sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

- i. Doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve kadınların eğitim düzeyi şokları karşısında CO₂ emisyonu başlangıçta yükselmekte ve uzun dönemde şokların etkisi ortadan kalkmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi, erkeklerin eğitim düzeyi ve GSYH şokları karşısında ise CO₂ emisyonu başlangıçta düşmekte ve uzun dönemde şokların etkisi ortadan kalkmaktadır.
- ii. Yenilenebilir enerji tüketimi ve erkeklerin eğitim düzeyi şokları doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının bir miktar düşmesine; kadınların eğitim düzeyi, GSYH ve CO₂ emisyonu şokları ise bir miktar yükselmesine sebep olmaktadır.
- iii. Doğrudan yabancı sermaye yatırımları yenilenebilir enerji tüketiminin düşmesine sebep olurken; erkeklerin eğitim düzeyi, GSYH ve CO₂ emisyonu şokları ise yenilenebilir enerji tüketimini yükseltmektedir. Uzun dönemde artış ve azalış yönündeki bu etkinin ortadan kalktığı söylenebilir.
- iv. Yenilenebilir enerji tüketimi şokları kadınların eğitim düzeyinde bir miktar artışa sebep olurken; doğrudan yabancı sermaye yatırımları, erkeklerin eğitim düzeyi, GSYH ve CO₂ emisyonu şokları bu değişken üzerinde azaltıcı bir etki ortaya çıkarmaktadır.
- v. Erkeklerin eğitim düzeyi doğrudan yabancı sermaye yatırımları, GSYH ve CO₂ emisyonu şokları karşısında azalış gösterirken; yenilenebilir enerji tüketimi ve kadınların eğitim düzeyi şokları artışa neden olmaktadır.

vi. Son olarak doğrudan yabancı sermaye yatırımları, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu şokları GSYH'yı yükseltmekte iken; kadınların ve erkeklerin eğitim düzeyi şokları düşmesine sebep olmaktadır.

4. Sonuç

Sanayileşme sürecinin başlamasıyla birlikte artan üretim ve tüketim faaliyetlerinin yanında kentleşme ve yeni kalkınma arayışları çevresel bozulma göstergesi olan CO₂ emisyonunu artırmıştır. Çevresel sorunların ortaya çıkardığı iklim değişikliği ve küresel ısınma sorunlarına bir çözüm bulma anlayışı çerçevesinde geliştirilen sürdürülebilir kalkınma kavramı, ülkelerin çevre kalitesinin iyileştirilmesi ve çevresel sorunlara farkındalığın artırılmasını zorunlu kılmıştır. Çevresel sorunlara karşı mücadele etmenin küresel bir boyut kazanmasıyla araştırmacılar, politika yapımcılar ve uluslararası organizasyonlar bu sorunların nedenlerini ve çözüm yollarını araştırma çabası içerisine girmişlerdir. Çevresel sorunlarla başedebilmek için öncelikle bireylerin çevre bilinci ve çevresel duyarlılık konularında bilgilendirilmesi gerekmektedir ki bunun da yollarından biri eğitimden geçmektedir. Bu çalışmada yüksek gelirli ülkeler için 1995-2015 verileri ile CO₂ emisyonu üzerine GSYH, cinsiyete göre eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının etkisinin incelenmesi amacıyla panel VAR analizinden yararlanılmıştır. İlk olarak veriler arasında yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik durumları incelenmiş ve verilerde yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik tespit edilmiştir. Dolayısıyla verilerin durağanlık sınamaları ikinci nesil panel birim kök testi olan CIPS testi ile araştırılmış ve sonuçta DDY serisinin dışındaki değişkenlerin birinci farkında durağan oldukları tespit edilmiştir.

VAR analizinden elde edilen regresyon sonuçlarına göre GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi ve erkeklerin eğitim düzeyi CO₂ emisyonunu azaltmasına rağmen, kadınların eğitim düzeyi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları CO₂ emisyonunu artırmıştır. Panel Granger nedensellik bulguları ise CO₂ emisyonu ile GSYH, erkeklerin eğitim düzeyi, kadınların eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi arasında; GSYH ile erkeklerin eğitim düzeyi, kadınların eğitim düzeyi, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında; yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve erkeklerin eğitim düzeyi ile kadınların eğitim düzeyi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisini ortaya koymuştur. Etki tepki analiz sonuçları yenilenebilir enerji tüketimi, erkeklerin eğitim düzeyi ve GSYH şoklarının CO₂ emisyonunu düşürdüğünü; doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve kadınların eğitim düzeyi şoklarının CO₂ emisyonunu yükselttiğini ortaya koymuş ancak bu etkilerin uzun dönemde ortadan kalktığı görülmüştür.

Yüksek gelirli ülkeler için ele alınan dönemde CO₂ emisyonunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla hazırlanan bu çalışmada GSYH, cinsiyete göre eğitim düzeyi, doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmelerinde eğitim önemlidir. Çünkü eğitim çevresel duyarlılığı artırarak çevre dostu politikaların oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Bundan dolayı çevresel duyarlılığa katkı sunacak olan derslerin müfredatlara eklenmesiyle çevresel kalite iyileştirilebilir. Çevresel kirliliğin azaltılmasında yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilebilmesi için bu enerji teknoloji bilgisiyle donanımlı bireylerin yetiştirilebilmesine yönelik eğitim politikalarının düzenlenmesi önem arz etmektedir. Ayrıca doğrudan yabancı yatırımların çevresel kalite üzerine olumsuz etkisinin giderilebilmesi için doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji sektörüne yönlendirilmesi teşvik edilebilir. Bu çalışma farklı gelir grubu sınıflandırmasında yer alan ülkelerde ilköğretim, lise, üniversiteye kayıt oranı gibi diğer eğitim düzeylerinin de çevresel kirlilik göstergelerine etkisini analiz etmek suretiyle geliştirilebilir.

Kaynakça

- Agyekum, E. B. (2020). Energy poverty in energy rich Ghana: a SWOT analytical approach for the development of Ghana's renewable energy. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 40, 1-9.
- Akçay, S., ve Karasoy, A. (2018). Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 73(2), 501-526.
- Atik, H., ve Atay Polat, M. (2017). *Ekonomik kalkınma ve kadınların elde ettikleri kazanımlar: Türkiye'deki istatistikî bölge birimleri üzerine bir analiz*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Bagci, H. (2019). Petrol fiyatları, petrol tüketimi ve finansal gelişmişlik ilişkisi. *Business and Economics Research Journal*, 10(3 Special Issue), 597-616.
- Benli, M. (2020). Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımlar, karbon emisyonu ve iktisadi büyüme: Veriye dayalı bir analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 35-59.
- Bimonte, S., ve Stabile, A. (2017). EKC and the income elasticity hypothesis: land for housing or land for future?. *Ecological Indicators*, 73, 800-808.
- Borick, C. P., ve Rabe, B. G. (2010). A reason to believe: examining the factors that determine individual views on global warming. *Social Science Quarterly*, 91(3), 778-800.
- Brulle, R. J., Carmichael, J., ve Jenkins, J. C. (2012). Shifting public opinion on climate change: an empirical assessment of factors influencing concern over climate change in the U.S., 2002-2010. *Climate Change*, 114, 169-188.
- Charfeddine, L., ve Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO₂ emissions and economic growth in the MENA region: A Panel Vector Autoregressive (PVAR) Analysis. *Renewable Energy*, 139, 198-213.
- Chen, Y., Zhao, J., Lai, Z., Wang, Z., ve Xia, H. (2019). Exploring the effects of economic growth, and renewable and non-renewable energy consumption on China's CO₂ emissions: Evidence from a Regional Panel Analysis. *Renewable Energy*, 140, 341-353.
- David, O. O. (2019). Nexus between telecommunication infrastructures, economic growth and development in Africa: Panel Vector Autoregression (P-VAR) analysis. *Telecommunications Policy*, 43, 1-17.
- Daşçı, E., ve Cemaloğlu, N. (2018). Beşeri sermayeye yapılan harcamaların ekonomik büyümeye etkisi: panel VAR analizi. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 1-16.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Energy Information Administration-EIA. (2017). *International Energy Outlook 2017*. Erişim adresi: [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf).
- Emiru, T.S., ve Waktola, D.K. (2018). The environmental awareness of higher education students and the implications for the Paris Climate Agreement: Empirical evidences from Ethiopia and USA. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(3), 216-233.
- Faize, F. A., ve Akhtar, M. (2020). Addressing environmental knowledge and environmental attitude in undergraduate students through scientific argumentation. *Journal of Cleaner Production*, 252, 1-8.
- Fisman, L. (2005). The effects of local learning on environmental awareness in children: An empirical investigation. *The Journal of Environmental Education*, 36(3), 39-50.

- Gabriel, L. F., ve Ribeiro, L.C.d.S. (2019). Economic growth and manufacturing: an analysis using panel VAR and intersectoral linkages. *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 43-61.
- Grossman, G., ve Krueger, A. (1991). *Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement* (Cambridge Working Paper No. 3194). Erişim adresi: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf.
- Hadzigeorgiou, Y., ve Skoumios, M. (2013). The development of environmental awareness through scholl science: problems and possibilities. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8, 405-426.
- Holl, K. D., Daily, G. C., Daily, S. C., Ehrlich, P. R., ve Bassin, S. (1998). Knowledge of and attitudes toward population growth and the environment: university students in Costa Rica and the United States. *Environmental Conservation*, 26(1), 66-74.
- Huang, H. P., ve Yore, L. D. (2003). A comparative study of Canadian and Taiwanese grade 5 children's environmental behaviours, attitudes, concerns, emotional dispositions and knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1, 419-448.
- Hussain, I., ve Rehman, A. (2021). Exploring the dynamic interaction of CO2 emission on population growth, foreign investment, and renewable energy by employing ARDL bounds testing approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11.
- Iyamu, H. O., Anda, M., ve Ho, G. (2020). A review of municipal solid waste management in the BRIC and High-Income Countries: A Thematic Framework for Low-Income Countries. *Habitat International*, 95, 1-15.
- Jaber, J. O., Awad, W., Rahmeh, T. A., Alawin, A. A., Al-Lubani, S., Dalu, S. A., ve diğerleri. (2017). Renewable energy education in faculties of engineering in Jordan: Relationship between demographics and level of knowledge of senior students. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 452-459.
- Jebli, M. B., Farhani, S., ve Guesmi, K. (2020). Renewable energy, CO₂ emissions and value added: Empirical evidence from countries with different income levels. *Structural Change and Economic Dynamic*, 53, 402-410.
- Lampinen, A. (2018). Dealing with Victor's History in renewable energy education for transportation applications. *Solar Energy*, 173, 272-276.
- Lee, J. W. (2013). The Contribution of foreign direct investment to clean energy use, carbon emissions and economic growth. *Energy Policy*, 55, 483-489.
- Lin, B., ve Wang, Y. (2019). Inconsistency of economic growth and electricity consumption in china: A panel VAR approach. *Journal of Cleaner Production*, 229, 144-156.
- Lucas, H., Pinnington, S., ve Cabeza, L. F. (2018). Education and training gaps in the renewable energy sector. *Solar Energy*, 173, 449-455.
- Khalid, A., ve Muhammad, J. (2013). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: An aggregate and disaggregate analysis. *Energ Policy*, 62, 1525-1532.
- Mert, M., Bölük, G., ve Çağlar, A. E. (2019). Interrelationships among foreign direct investments, renewable energy, and CO₂ emissions for different European country groups: a panel ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(1), 21495-21510.
- Middleton, P. (2018). Sustainable living education: techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*, 174, 1016-1018.

- Pan, X., Uddin, Md. K., Ai, B., Pan, X., ve Saima, U. (2019). Influential factors of carbon emissions intensity in OECD countries: Evidence from symbolic regression. *Journal of Cleaner Production*, 220, 1194-1201.
- Pao, H. T., ve Tsai, C. M. (2011). Multivariate Granger causality between CO₂ emissions, energy consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): evidence from a panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. *Energy*, 36, 685-693.
- Park, S., ve Lee, Y. (2011). Regional model of EKC for air pollution: Evidence from the Republic of Korea. *Energy Policy*, 39(10), 5840-5849.
- Pata, U. K. ve Caglar, A. E. (2020). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: Evidence from Augmented ARDL approach with a structural break. *Energy*, 1-37.
- Ren, S., Yuan, B., Ma, X., ve Chen, X. (2014). International trade, FDI (foreign direct investment) and embodies CO₂ emissions: A case study of Chinas industrial sectors. *China Economic Review*, 28, 123-134.
- Ouyang, Y., ve Li, P. (2018). On the nexus of financial development, economic growth and energy consumption in China: New perspective from a GMM panel VAR approach. *Energy Economics*, 71, 238-252.
- Özden, M. (2008). Environmental awareness and attitudes of student teachers: An empirical research. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 17(1), 40-55.
- Öztürk, Z., ve Öz, D. (2016). The relationship between energy consumption, income, foreign direct investment, and CO₂ emissions: The case of Turkey. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 269-288.
- Sarkodie, S. A., Adams, S., ve Leirvik, T. (2020). Foreign direct investment and renewable energy in climate change mitigation: Does governance matter?. *Journal of Cleaner Production*, 263, 1-11.
- Sánchez-Llorens, S., Agullò-Torres, A., Campo-Gomis, F. J. D., ve Martínez-Poveda, A. (2019). Environmental consciousness differences between primary and secondary school students. *Journal of Cleaner Production*, 227, 712-723.
- Shafiei, S., ve Salim, R. A. (2014). Non-renewable and renewable energy consumption and CO₂ emissions in OECD countries: A comparative analysis. *Energy Policy*, 66, 547-556.
- Shafik, N., ve Bandyopadhyay, S. (1992). Economic growth and environmental quality: Time series and cross country evidence. *The World Bank*, Washington, DC.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Sinha, A., ve Shahbaz, M. (2018). Estimation of Environmental Kuznets Curve for CO₂ emission: Role of renewable energy generation in India. *Renewable Energy*, 119, 703-711.
- Ulucak, R., ve Danish, Ozcan, B. (2020). Relationship between energy consumption and environmental sustainability in OECD countries: The role of natural resources rents. *Resources Policy*, 69, 1-10.
- Wang, J., Yunyan, H., Ya, L., Xiang, H., Xiafei, W., ve Yuanmei, J. (2004). An analysis of environmental awareness and environmental education for primary school and high school students in Kunming. *Chinese Education & Society*, 37(4), 24-31.

- WDI. (2019). World development indicators. Erişim Adresi: <https://databank.worldbank.org/>.
- Wong, K. K. (2003). The environmental awareness of university students in Beijing, China. *Journal of Contemporary China*, 12(36), 519-536.
- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Sinha, A., Sengupta, T., ve Qin, Q. (2020). How renewable energy consumption contribute to environmental quality? The role of education in OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 268, 1-12.
- Ziadat, A. H. (2010). Major factors contributing to environmental awareness among people in third world Countr/Jordan. *Environmental Development Sustainable*, 12, 135-145.
- Zecha, S. (2010). Environmental knowledge, attitudes and actions of Bavarian (Southern Germany) and Asturian (Northern Spain) Adolescents. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19(3), 227-240.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., ve Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, 58, 237-248.