


E-7 Ülkelerinde Tarım, Sanayi ve Ekonomik Büyüme Çevresel Bozulmaya Neden Olur Mu?

Mücahit ÜLGER^{1*} 

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur Meslek Yüksekokulu, Finans-Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Kırşehir

*Sorumlu Yazar: mucahit.ulger@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.10.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.12.2024 Kabul Tarihi: 20.12.2024

ÖZ

Bu çalışma, 1992-2020 dönemi yıllık verileri kullanarak E-7 ülke grubunda (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Rusya ve Türkiye) tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Çevresel bozulmanın en önemli göstergelerinden biri olan karbon emisyonu göstergesi kullanılmıştır. Panel ARDL yöntemiyle yapılan analiz sonucunda, ekonomik büyüme, tarımsal katma değer ve sanayi katma değerinin uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu belirlenmiştir. Uzun dönem analiz sonuçlarına göre, tarımsal katma değerdeki %1'lik artış, karbon emisyonunu %0.54 oranında azaltırken; sanayi katma değerindeki %1'lik artış, karbon emisyonunu %1.55 oranında artırmaktadır. Ayrıca, ekonomik büyümede %1'lik artış, karbon emisyonunu %0.61 oranında artırmaktadır. Kısa dönem analiz sonuçlarına göre, ekonomik büyüme karbon emisyonunu anlamlı şekilde artırırken, tarımsal ve sanayi katma değerlerinin karbon emisyonu üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, politika yapıcılar için önemli ipuçları sunmaktadır. Çalışmada, tarım sektöründe yenilenebilir enerji kullanımı ve daha temiz üretim tekniklerinin teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Sanayi sektöründe ise yeşil teknolojilere geçişin teşvik edilmesi, AR-GE faaliyetlerinin desteklenmesi ve karbon vergisi gibi düzenleyici önlemler önerilmektedir. Bu politika önerileri, E-7 ülkelerinde sürdürülebilir kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Tarımsal katma değer, sanayi katma değeri, ekonomik büyüme, karbon emisyonu

Do Agriculture, Industry and Economic Growth Cause Environmental Degradation in E-7 Countries?

ABSTRACT

This study analyzes the effects of agriculture, industry, and economic growth on environmental degradation in the E-7 country group (Brazil, China, India, Indonesia, Mexico, Russia and Turkey) using annual data from the 1992-2020 period. Carbon emissions, one of the most significant indicators of environmental degradation, were used as the key metric. The analysis, conducted using the Panel ARDL method, reveals that economic growth, agricultural value-added, and industrial value-added have statistically significant long-term effects on carbon emissions. According to the long-term results, a 1% increase in agricultural value-added reduces carbon emissions by 0.54%, while a 1% increase in industrial value-added raises carbon emissions by 1.55%. Furthermore, a 1% increase in economic growth leads to a 0.61% increase in carbon emissions. In the short-term analysis, economic growth significantly increases carbon emissions, while the effects of agricultural and industrial value-added on carbon emissions are found to be insignificant. These findings provide important insights for policymakers. The study emphasizes the need to promote the use of renewable energy and cleaner production techniques in the agricultural sector. For the industrial sector, policies encouraging the transition to green technologies, supporting R&D activities, and implementing regulatory measures such as carbon taxes are recommended. These policy suggestions are essential for achieving sustainable development and environmental sustainability goals in the E-7 countries.

Key words: Agricultural value added, industrial value added, economic growth, carbon emissions

GİRİŞ

Çevresel bozulma ve iklim değişikliği, günümüzün en önemli küresel sorunları arasında yer almakta ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının merkezinde bulunmaktadır. Bu yüzden ülkelerin belirlemiş olduğu kalkınma politikalarındaki temel konulardan birisi, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaktır (Gurbuz vd., 2021). Sanayileşme, doğal kaynakların aşırı tüketimi, sera gazı emisyonlarının artması ve ormansızlaşmanın bir sonucu olarak çevresel dengenin bozulması, yalnızca ekosistemleri değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik yapıları da olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, çok yönlü politikalar ve uluslararası iş birliği, iklim değişikliğine karşı etkili çözümler bulmak ve çevresel bozulmayı önlemek için gereklidir.

Bu sürecin en önemli unsurlarından biri, fosil yakıtların hızla tüketilmesi ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonlarıdır. Sera gazı emisyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan karbon (CO₂) salınımı, iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden biri haline gelmiştir. Özellikle CO₂ miktarındaki önemli artış, çevre ve insan sağlığı için önemli bir tehdit haline gelmektedir (Javid ve Sharif, 2016). Enerji üretimi, ulaşım, sanayi ve tarım sektörlerindeki yüksek karbon yoğunluklu faaliyetler, atmosferdeki CO₂ birikimini artırarak dünya çapında sıcaklıkların artmasına neden olmaktadır. Ülkelerin ekonomik büyüme stratejileri ve enerji politikaları, karbon emisyonlarını doğrudan etkilediğinden, çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyüme arasında dengeli bir ilişki kurmak oldukça önemlidir.

Karbon emisyonu, çevresel kaliteyi tespit etmek için en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Çünkü CO₂ emisyonu, küresel etkileri olan bir kirletici olarak kabul edilmektedir. Ayrıca sera gazı, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi dünyadaki canlı yaşamını etkileyen sorunlarla doğrudan ilişkilidir (Gokmenoglu ve Taspinar, 2018). Bu yüzden tarım ve sanayi gibi temel sektörlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, karbon emisyonlarının izlenmesi ve azaltılması, sürdürülebilir kalkınma için dengeli politikalar geliştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Tarım sektörü, ekonomik büyümeye önemli katkılar sunarken çevresel bozulma üzerinde de kayda değer bir etkiye sahiptir. Tarım sektörü, hammadde ve gıda tedarik ederek, rekabeti artırarak ve istihdam yaratarak ekonomiyi desteklemektedir (Gokmenoglu vd., 2019). Ancak bu faaliyetler, çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi zorluklar yaratmaktadır. Bu nedenle, tarım ve çevre birbirinden ayrılmaz bir şekilde iç içedir. Özellikle yoğun tarımsal faaliyetler, arazi kullanım değişiklikleri, ormansızlaşma ve toprağın yanlış yönetimi, doğal ekosistemlerin dengesini bozmakta ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır.

Tarımsal faaliyet kapsamında yapılan kimyasal gübre kullanımı, hayvancılıktan kaynaklanan metan gazı ve tarım arazisi yaratmak için ormanların yok edilmesi karbon emisyonunu artıran faktörlerdendir (Rafiq vd., 2016). Ayrıca, küresel su tüketimlerinin yaklaşık %70'i hayvancılık ve mahsul sulama gibi tarımsal amaçlar için kullanılmaktadır (Pellegrini vd., 2016). Bunun yanında, hemen hemen tüm ekonomik sektörlerde olduğu gibi tarım sektörü de büyüme amaçları doğrultusunda yoğun bir şekilde fosil enerji kullanmaktadır. Bu durum, dünyanın birçok bölgesinde CO₂ emisyonlarının artmasına neden olmaktadır (Ben Jebli ve Ben Youssef, 2017b). Dolayısıyla, biyoyakıt üretiminin desteklenmesi ve yenilikçi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması yoluyla tarımın çevresel etkisinin azaltılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik öneme sahiptir (Ben Jebli ve Ben Youssef, 2019).

Çizelge 1. Dünya tarım üreticisi sıralamasında ilk 10 ülke.

Ülkeler	Tarımsal Katma Değer		
	2018*	2019*	2020*
Çin	978	1020	1130
Hindistan	433	475	499
ABD	185	179	199
Endonezya	133	142	145
Nijerya	89	103	104
Brezilya	84	78	84
Pakistan	77	66	65
Rusya	56	59	59
Japonya	52	53	53
Türkiye	45	48	48
Dünya	3420	3522	3717

Not: * Tarımsal Katma Değer (milyar ABD \$)

Kaynak: WDI: Dünya Kalkınma Göstergeleri (World Development Indicators)

Çizelge 1’de, 2018-2019-2020 yıllarına ait tarım sektöründe önde gelen on ülkenin performansına ilişkin veriler yer almaktadır. Listeye bakıldığında, E-7 ülkelerinden (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Rusya ve Türkiye) Meksika haricinde diğer ülkelerin yer alması dikkat çekmektedir. Listenin ilk sırasında Çin yer alırken, onuncu sırada Türkiye bulunmaktadır. Referans dönemde, tarımsal üretimde belirgin bölgesel farklılıklar dikkat çekmektedir. Özellikle Çin, Hindistan, Endonezya ve Nijerya gibi ülkelerde tarımsal üretimin artış gösterdiği görülürken, Pakistan’da üretimin azaldığı tespit edilmiştir. Bu üretim trendleri, ülkelerin tarım politikalarına, iklim koşullarına, girdi kullanımına ve küresel piyasalardaki değişimlere bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Çevresel bozulmaya önemli ölçüde katkıda bulunan sanayi sektörü, aynı zamanda ekonomik büyümenin itici gücü olarak önemli bir rol oynamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin hızlı sanayileşmesi, CO₂ emisyonlarının artışında önemli bir rol oynamaktadır (Li ve Lin, 2015). Sanayileşme süreci, daha fazla doğal kaynağın kullanılması anlamına geldiğinden, üretime dayalı büyüme stratejilerinde çevresel sürdürülebilirlik genellikle göz ardı edilmektedir. Ülkelerin kendi kendine yetebilmesi ve ekonomik kalkınmayı sağlamak amacıyla sanayi faaliyetlerine öncelik verilmesi, doğal ekosistemlerin tahribatına ve yüksek karbon emisyonuna yol açmaktadır (Mahmood vd., 2020).

Sanayileşme ile birlikte enerji, hammadde ve su tüketiminde önemli ölçüde artış meydana gelmektedir. Bu da atmosferdeki karbon emisyonlarını artırarak iklim değişikliğini hızlandırabilir. Endüstriyel faaliyetlerin yoğunlaşması, hava ve su kirliliği, atık yönetimi sorunları ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çevresel etkileri doğurmaktadır. Bu nedenle, ekonomik büyüme ile çevre arasında bir gerilim vardır. Yine de gelişmekte olan ülkelerde ekonomik kalkınma öncelikli hedef olduğundan, çevresel faktörler çoğunlukla büyüme stratejilerinin en son aşamasında dikkate alınmaktadır (Mahmood vd., 2020).

Çizelge 2’de, 2018-2019-2020 yıllarına ait sanayi sektöründe önde gelen on ülkenin performansına ilişkin veriler yer almaktadır. Listeye bakıldığında, E-7 ülkelerinden Çin, Hindistan ve Rusya’nın olduğu dikkat çekmektedir. Listenin ilk sırasında Çin yer alırken, onuncu sırada İtalya bulunmaktadır. Referans dönemde, sanayi faaliyetlerinde ülkeler arasında farklı eğilimler gözlemlenmiştir. Almanya, Hindistan, Güney Kore, Birleşik Krallık, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde sanayi üretiminde azalma görülürken, diğer ülkelerde hem artış hem de düşüşler kaydedilmiştir. Bu dalgalanmalar, küresel ekonomik koşullar, pandeminin etkileri, enerji maliyetleri ve ticaret politikalarındaki değişimlerle ilişkilendirilebilir.

Çizelge 2. Dünya sanayi üreticisi sıralamasında ilk 10 ülke.

Ülkeler	Sanayi Katma Değeri		
	2018*	2019*	2020*
Çin	5514	5510	5558
ABD	3825	3908	3687
Japonya	1462	1474	1469
Almanya	1085	1049	1038
Hindistan	713	697	672
Güney Kore	587	539	535
Birleşik Krallık	513	506	469
Fransa	479	475	444
Rusya	539	544	443
İtalya	448	432	409
Dünya	23593	23462	22358

Not: * Sanayi Katma Değeri (milyar ABD \$)

Kaynak: WDI

Son yıllarda küresel düzeyde meydana gelen farklı doğa olayları ve bu olayların şiddetindeki artış, iklim değişikliğinin etkilerini giderek daha görünür bir hale getirmiştir. Kuraklık, sıcaklık dalgalanmaları, seller ve kasırgalar gibi iklim kaynaklı olaylar, sadece doğal çevreyi değil, aynı zamanda ekonomik faaliyetleri ve insan yaşamını da derinden etkilemektedir. Bu bağlamda çalışmanın motivasyonu ekonomik büyüme ile tarım ve sanayi sektörlerinin karbon emisyonuna olan katkılarını derinlemesine incelemek ve bu etkileşimleri ortaya koyarak sürdürülebilir kalkınma politikalarına ışık tutmaktır. Bu motivasyondan hareketle çalışmanın amacı, 1992-2020 dönemi yıllık verilerle E-7 ülke grubunda tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Çalışma, E-7 ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma politikaları çerçevesinde

ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerini incelemeyi amaçlamakta ve politika yapıcılara özellikle sektörel bazda çevre dostu çözümler sunmayı hedeflemektedir.

Bu çalışmada E-7 ülke grubunun seçilmesinin birkaç önemli nedeni bulunmaktadır. Birincisi, E-7 ülkeleri, küresel ekonominin yükselen güçleri olarak dikkat çekmekte ve yüksek ekonomik büyüme oranları sergilemektedir. Ancak bu büyüme, genellikle enerji yoğun tarım ve sanayi tarafından desteklendiğinden, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde ciddi baskılar yaratmaktadır. İkinci olarak, E-7 ülkeleri, doğal kaynak rezervleri ve nüfusları nedeniyle küresel emisyonların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Son olarak, E-7 ülkeleri, gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer alırken hem de küresel ekonomik güç dengelerini değiştiren bir yapıya sahiptirler.

Literatür

Bu çalışma tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Daha iyi bir genel bakış için literatür incelemesi üç bölüme ayrılmıştır. İlk olarak tarım ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bildirilmiştir. Daha sonra, sanayinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz eden çalışmalar incelenmiştir. Son olarak, tarım ve sanayinin karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi aynı anda ele alan çalışmalara odaklanılmıştır. Ayrıca literatürü kendi içerisinde zaman serisi ve panel veri çalışmaları olarak ikiye ayırmak, analiz yöntemlerinin çeşitliliğini vurgulamak açısından faydalı olacaktır.

Literatürde tarım sektörünün karbon emisyonları üzerindeki etkisi, ülkelerin ekonomik yapıları, enerji politikaları ve tarımsal faaliyetlerinin niteliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çalışmalarda henüz bir fikir birliğinin olmadığı görülmektedir. Bu yüzden, tarım sektöründe sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılması ve düşük karbonlu kalkınma stratejilerine öncelik verilmesi gerektiğini vurgulamakta ve her ülkenin kendi özgün koşullarına göre politikalar geliştirmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Zaman serisi kullanılarak yapılan çalışmalar içerisinde Ben Jebli ve Ben Youssef (2017a) Tunus ekonomisinde 1980-2011 döneminde reel GSYH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ticaret açıklık oranı, tarımsal katma değer ve kişi başına düşen karbon emisyonu arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkileri araştırmıştır. Uzun vadeli parametre tahminleri, tarımsal katma değerinin karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir.

Pakistan için yapılan çalışmalardan Gokmenoglu ve Taspinar (2018), 1971-2014 döneminde enerji kullanımı, tarımsal katma değer, kişi başına GSYH ve kişi başına GSYH'nin karesinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Tarımsal katma değerinin karbon emisyonu üzerinde elastik olmayan pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı şekilde Waheed vd. (2018), 1990-2014 döneminde benzer sonuca ulaşmıştır.

Doğan (2019), Çin ekonomisi için 1971-2010 döneminde tarım ile karbon emisyonları arasındaki uzun vadeli ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmanın sonuçları tarımın uzun vadeli karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Gokmenoglu vd. (2019), Çin örneğinde 1971-2014 dönemi için reel gelir, enerji tüketimi tarım ve karbon emisyonları arasındaki uzun vadeli denge ilişkisini araştırmıştır. Tarımsal gelişmenin karbon emisyonları üzerinde pozitif elastik olmayan bir etkiye sahip olduğunu belirlemiştir.

Burakov (2019), Rusya için 1990-2016 döneminde enerji kullanımı, GSYH (Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla), GSYH'nin karesi ve GSYH'deki tarım payının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. GSYH'deki tarım payının karbon emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Agboola ve Bekun (2019), Nijerya için 1981–2014 döneminde tarımsal üretimin karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Tarımsal üretimin karbon emisyonları üzerinde pozitif ancak önemsiz bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Raihan ve Tuspekova (2022a), Brezilya için 1990-2019 döneminde ekonomik büyümenin, fosil yakıt enerjisi kullanımının, yenilenebilir enerji kullanımının, kentleşmenin, turizmin, tarımsal katma değerinin ve ormanlık alanların karbon emisyonları üzerindeki dinamik etkilerini ampirik olarak araştırmıştır. Tarımsal katma değerinin karbon emisyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmaların tersi sonuca ulaşan çalışmalardan Dogan (2016), Türkiye ekonomisinde 1968-2016 döneminde GSYH, GSYH'nin karesi, enerji kullanımı, tarım ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Tarımın her iki dönemde de karbon emisyonlarını negatif etkilediğini ortaya koymuştur.

Ben Jebli ve Ben Youssef (2019), Brezilya için 1980-2013 döneminde kişi başına düşen yanıcı yenilenebilir enerji ve atık tüketimi, tarımsal katma değer, karbon emisyonları ve reel GSYH arasındaki dinamik ilişkileri incelemiştir. Uzun vadeli sonuçlar, tarımın karbon emisyonlarını azaltmaya katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Prastiyo vd. (2020), Endonezya ekonomisinin 1970-2015 döneminde tarımın karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgular, tarımın karbon emisyonları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Gurbuz vd. (2021), Azerbaycan'da 1992-2014 döneminde tarım ile karbon emisyonları arasındaki uzun dönemli ilişki ampirik olarak analiz etmiştir. Tarımsal katma değer ile karbon emisyonları arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Panel verisi kullanılarak yapılan çalışmalar içerisinde BRICS ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) için Liu vd. (2017b), 1992-2013 dönemi verileriyle yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji, tarım ve kişi başına karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tarımın karbon emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde Balsalobre-Lorente vd. (2019), 1990-2014 döneminde tarımsal faaliyetleri, enerji kullanımını, ticaret açıklığını ve mobil kullanımını çevresel bozulmanın itici güçleri olarak değerlendirerek karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırmış ve benzer sonuca ulaşmıştır.

Qiao vd. (2019), G20 ülkeleri için 1990-2014 döneminde ekonomik büyüme, tarım, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre tarım, karbon emisyonlarını önemli ölçüde artırmaktadır.

Eyuboglu ve Uzar (2020), Kolombiya, Hindistan, Endonezya, Kenya, Malezya, Meksika ve Polonya ülkelerinden oluşan şanslı yedi ülke için 1995-2014 döneminde tarımın ve yenilenebilir enerjinin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bulgular, tarımın karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir.

Aydoğan ve Vardar (2020), E7 ülkelerinde 1990-2014 döneminde tarım, GSYH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tarım ile karbon emisyonu arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Pata (2021) ise BRIC ülkelerinde 1971-2016 dönemi için küreselleşme ve tarımsal faaliyetlerin ekolojik ayak izi ve karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Tarımsal katma değer karbon emisyonu üzerindeki etkisinin pozitif ancak önemsiz bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmaların tersi sonuca ulaşan çalışmalardan Liu vd. (2017a), Endonezya, Malezya, Filipinler ve Tayland ülkelerinden oluşan dört ASEAN ülkesi için 1970-2013 döneminde tarımsal katma değer, yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başına karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Tarımın artmasının karbon emisyonlarını azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Ben Jebli ve Ben Youssef (2017b) beş Kuzey Afrika ülkesi (Cezayir, Mısır, Fas, Sudan ve Tunus) için 1980-2011 döneminde tarımsal katma değer, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonu ve reel GSYH arasındaki dinamik bağlantıları araştırmıştır. Bulgular tarımsal katma değerdeki bir artışın karbon emisyonlarını azalttığını göstermektedir. Sarkodie vd. (2019) 14 Afrika ülkesinde 1990-2013 döneminde karbon emisyonları, modern tarım, ticaret açıklığı, toplam ve ayırık enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Tarımın karbon emisyonları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu önceki çalışmaları takiben, şu hipotezler öne sürülmektedir:

H₁: E-7 ülkelerinde tarımsal katma değer karbon emisyonunu azaltmaktadır.

H₂: E-7 ülkelerinde tarımsal katma değer karbon emisyonunu artırmaktadır.

Sanayileşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini inceleyen literatürde, çoğunlukla sanayileşmenin karbon emisyonunu artırdığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Bu durum, neredeyse her ülkede benzer sonuçlara ulaşıldığına işaret etmektedir. Özellikle ülke grubu üzerinde yapılan çalışmalarda bir fikir birliğinin olduğu görülmektedir.

Zaman serisi çalışmalarından Shahbaz vd. (2014), Bangladeş için 1975-2010 dönemi boyunca çeyrek verileriyle sanayileşme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sanayileşmedeki artışın ilk aşamalarda belirli bir noktaya kadar karbon emisyonunu arttırdığını bulmuştur.

Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2016), Benin'de 1980-2012 döneminde elektrik tüketimi ve sanayileşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sonuçlar, uzun vadede sanayileşmenin karbon emisyonunu artıracığını göstermektedir.

Pata (2018), Türkiye için 1974-2013 döneminde kişi başına düşen GSYH, finansal gelişme, kişi başına düşen enerji tüketimi, kentleşme, sanayileşme ve kişi başına düşen karbon emisyonları arasındaki dinamik ilişkiyi incelemiştir. Uzun ve kısa vadede sanayileşme kişi başına düşen karbon emisyonlarını artırmaktadır.

Çin için yapılan çalışmalarda Liu ve Bae (2018), 1970-2015 döneminde kişi başına karbon emisyonları, enerji yoğunluğu, kişi başına reel GSYH, sanayileşme, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketiminin payı arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Uzun vadeli parametre tahminleri sanayileşmenin karbon emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Aynı şekilde Aslam vd. (2021b), 1962-2018 döneminde sanayileşme, ekonomik büyüme, ticaret açıklığı ve nüfus yoğunluğu ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sonuç olarak sanayileşmenin karbon emisyonunu artırdığı belirlenmiştir.

Ullah vd. (2020), Pakistan'da 1980-2018 döneminde sanayileşme, kentleşme, GSYH ve insan sermayesi değişkenlerini karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sonuçlar, sanayileşmenin karbon emisyonlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Munir ve Ameer (2020) ise yine Pakistan'da 1975-2016 döneminde doğrudan yabancı yatırımın, ekonomik büyümenin ve sanayileşmenin karbon emisyonları

üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonları üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Mahmood vd. (2020), Suudi Arabistan'da 1968-2014 döneminde kişi başına düşen karbon emisyonları üzerinde sanayileşme ve kentleşmenin etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığı tespit edilmiştir.

Ghazouani (2022), Tunus ekonomisinde 1980-2016 dönemine ait verilerle doğrudan yabancı yatırım girişlerinin, kentleşmenin, sanayileşmenin ve teknolojik yeniliğin karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Raihan ve Tuspekova (2022c), Rusya'da 1990-2020 döneminde enerji tüketimi, sanayileşme ve orman alanının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonu üzerinde artışına yol açacağı tahmin edilmiştir.

Tersi sonuca ulaşan çalışmadan Aslam vd. (2021a), Malezya için 1971-2016 yıllık verilerle GSYH, küreselleşme, sanayileşme ve ticaret açıklığı ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonları üzerinde olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir.

Panel veri çalışmalarından Ahmad vd. (2013), Dört büyük Güney Asya Bölgesel İşbirliği Teşkilatı ülkesi (SAARC - South Asian Association for Regional Cooperation) için 1980-2008 döneminde sanayileşme ve nüfusun karbon emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak sanayileşmenin karbon emisyonunu arttığı belirlenmiştir.

Asane-Otoo (2015), 45 Afrika ülkesinde 1980-2009 dönemi için kişi başına düşen gelir, enerji yoğunluğu, sanayileşme, kentleşme, nüfus ve ticaret açıklığının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonları üzerinde önemli pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Raheem ve Ogebe (2017), 20 Afrika ülkesinde 1980-2013 döneminde kentleşme ve sanayileşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar, sanayileşmenin karbon emisyonunu artırdığını göstermektedir.

BRICS ülkelerinde yapılan çalışmalardan Wang ve Zhang (2020), 1996-2014 döneminde Ar-Ge yatırımı, enerji yapısı, yenilenebilir enerji tüketimi, sanayi ve kentleşmenin karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgular, sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığını göstermektedir. Aynı ülke grubu için Voumik ve Sultana (2022), 1972-2021 döneminde sanayileşmenin, kentleşmenin ve yenilenebilir enerjinin karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bulgular, artan sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığını ortaya koymaktadır.

Sikder vd. (2022), 23 gelişmekte olan ülke için 1995-2018 döneminde enerji kullanımı, sanayileşme, büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Uzun vadeli sonuçlar, sanayileşmenin karbon emisyonlarını artırdığını ortaya koymaktadır.

U. Mentel vd. (2022), 44 Sahra Altı Afrika ülkesinden oluşan bir örnekleme 2000-2015 döneminde sanayi katma değeri, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bulgular, sanayi katma değerinin karbon emisyonları üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu belirtmektedir.

G. Mentel vd. (2022), 48 ülkeden oluşan bir örnekleme 2000-2018 döneminde sanayileşmenin, yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına düşen karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Ampirik sonuçlar, sanayileşmenin karbon emisyonları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Azam vd. (2022), Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC - Organization of Petroleum Exporting Countries) üyesi altı ülkede 1975-2018 döneminde kentleşme, sanayileşme, enerji kullanımı, milli gelir, uluslararası ticaret ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bulgular, sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığını ortaya koymaktadır.

Salahodjaev vd. (2023), İslam İşbirliği Teşkilatı ülkeleri (OIC - Organisation of Islamic Cooperation) için 1995-2020 döneminde sanayileşme ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Ampirik sonuçlar, sanayileşmenin karbon emisyonları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu önceki çalışmaları takiben, şu hipotez öne sürülmektedir:

H₃: E-7 ülkelerinde sanayi katma değeri karbon emisyonunu artırmaktadır.

Tarım ve sanayi sektörlerinin birlikte ele alınarak karbon emisyonları üzerindeki etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışmaları, bu iki sektörün karbon emisyonu üzerindeki etkilerinin farklılaştığını göstermektedir.

Rafiq vd. (2016), 53 ülke (30 düşük-orta gelirli ve 23 yüksek gelirli) için 1980-2010 döneminde tarım, sanayi, hizmet sektörü, nüfus, büyüme, ticaret açıklığı, enerji yoğunluğu, yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisini test etmiştir. Sonuçlar tarımın karbon emisyonunu azaltmada önemli bir rol oynarken, sanayileşmenin karbon emisyonunu arttırdığını göstermektedir.

Anwar vd. (2020), 33 BRI ülkesi için 1986-2017 döneminde kişi başına sanayi katma değer, kişi başına düşen tarımsal katma değer, ulaştırma yükü ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kişi başına

sanayi katma değerinin karbon emisyonunu önemli ölçüde artırdığını, kişi başına düşen tarımsal katma değer ise karbon emisyonunu önemli ölçüde azalttığını belirlemiştir.

Raihan ve Tuspekova (2022b), Türkiye’de 1990-2020 döneminde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kullanımı, kentleşme, turizm, sanayileşme, tarım ve orman alanları ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sanayileşmenin karbon emisyonlarını artıracaklarını ortaya koyarken, tarımın karbon emisyonlarını azaltacağını belirlemiştir.

Bu bulgular, sanayi sektörünün genellikle karbon emisyonuna katkı sağladığını, tarımın ise karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermekte ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışma, E-7 ülkelerinde tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini inceleyerek literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Çalışma, yükselen ekonomiler arasında yer alan E-7 ülkelerine odaklanarak bu grup için sektörel bazda karbon emisyon dinamiklerini analiz etmektedir. Bu durum, literatürde farklı ülke grupları üzerine yoğunlaşan çalışmalara (Anwar vd., 2020; Rafiq vd., 2016) yeni bir perspektif kazandırmaktadır. Literatürde genelde sanayi sektörünün ve tarım sektörünün karbon emisyonlarına etkisi ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir (Dogan, 2016; Ghazouani, 2022). Çalışma, her iki sektörü karşılaştırmalı olarak E-7 ülkelerinde analiz ederek bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, 1992-2020 dönemine ait yıllık uzun veriler kullanılarak yapılan analiz, zaman içindeki değişimleri daha kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Son olarak bu çalışmada, çeşitli ekonomik faktörlerin karbon emisyonları üzerindeki hem kısa hem de uzun vadeli etkilerini test eden daha çekici bir tahmin tekniği olan panel ARDL yöntemi kullanılmaktadır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, E-7 ülkelerinde 1992-2020 dönemi yıllık verilerle tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın referans dönemi kısıtlardan dolayı 1992-2020 yıllık verilerinden oluşmaktadır. Tarım göstergesi olarak tarımsal katma değer GSYH içerisindeki yüzdelik payı (Balsalobre-Lorente vd., 2019; Burakov, 2019; Eyuboglu ve Uzar, 2020; Raihan ve Tuspekova, 2022b; Sarkodie vd., 2019), sanayi göstergesi olarak sanayi katma değerinin GSYH içerisindeki yüzdelik payı (Ahmad vd., 2013; Al-Mulali ve Ozturk, 2015; Raihan ve Tuspekova, 2022b; Sikder vd., 2022; Wang ve Zhang, 2020; Yang ve Khan, 2022) ve karbon emisyonu göstergesi olarak CO₂ emisyonu kiloton cinsinden (Asumadu-Sarkodie ve Owusu, 2016; Gokmenoglu ve Taspinar, 2018; Rafiq vd., 2016; Raihan ve Tuspekova, 2022a; Voumik ve Sultana, 2022; Waheed vd., 2018) belirlenmiştir. Çizelge 3’te tahmin edilecek modellerde yer alan değişkenlerin detayları gösterilmiştir.

Çizelge 3. Değişkenlerin tanımlanması.

Değişken Adı	Kısa adı	Tanımı	Kaynak/Dönem
Tarımsal Katma Değer	LTR	Tarımsal katma değer GSYH içerisindeki yüzdelik payı	WDI/1992-2020
Sanayi Katma Değeri	LS	Sanayi katma değerinin GSYH içerisindeki yüzdelik payı	WDI/1992-2020
CO ₂ Emisyonu	LCO2	Kiloton (kt)	WDI/1992-2020
Ekonomik Büyüme	LGDP	Kişi başına düşen GSYH (sabit 2015 ABD Doları)	WDI/1992-2020

Çalışmanın ekonometrik modeli, ilgili literatürden yararlanılarak denklem 1’deki gibi oluşturulmuştur.

$$LCO2_{it} = a_{it} + \beta_{1i}LTR_{it} + \beta_{2i}LS_{it} + \beta_{3i}LGDP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Burada yer alan *i* panel verinin birim, *t* ise zaman boyutunu temsil etmekte, ε ise hata terimlerini göstermektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada öncelikle değişkenlerin durağanlığının hangi birim kök testleri ile belirlemek için yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı varsa sonuçlar tutarsız ve sapmalı olarak belirlenecektir. Serilerde yatay kesit bağımlılığı mevcutsa, ikinci nesil birim kök testleri kullanılmalıdır.

Serilerde yatay kesit bağımlılığının varlığının ölçülmesi için Breusch ve Pagan (1980) tarafından literatüre kazandırılan CDLM1 testi ve Pesaran (2004) CDLM2 testi kullanılmıştır. Bu testlerin tamamında temel hipotez yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulurken, alternatif hipotez yatay kesit bağımlılığı vardır şeklinde kurulmaktadır. Testlerin fonksiyonel biçimde gösterimi şu şekildedir (Breusch ve Pagan, 1980; Pesaran, 2004):

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (2)$$

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_i^2 j - 1)} \sim N(0,1) \quad (3)$$

Bu testler; $T > N$ ve $N > T$ olması halinde kullanılabilir ve tutarlı sonuçlar vermektedir. Bu testlerden elde edilecek test sonuçlarında $p < 0.05$ ise %5 anlamlılıkta temel hipotez reddedilmekte, alternatif hipotezi kabul edilmektedir. Yani birimler arası incelendiğinde yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmektedir (Erdemli ve Çelik, 2017).

Yatay kesit bağımlılığı, bir ülke ekonomisinde yaşanan bir şokun diğer ülke ekonomilerini etkilemesini ifade eder. Kesitler arası bağımlılığın varlığı, modelde ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanmasını gerektirir (Nazlıoğlu, 2010).

Panel veri analizinde durağanlık analizine geçmeden önce yapılan bir diğer ön test eğim katsayılarının homojen mi yoksa heterojen mi olduğunu belirleme durumudur. Ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları modelinde, homojenlik testi Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Eğim Katsayısı Homojenlik Testi ile belirlenmiştir. Homojenite testinde, “Eğim katsayıları homojendir” boş hipotezine karşılık, “Eğim katsayıları heterojendir” diyen alternatif hipotezini sınamaktadır.

Çalışmada kullanılan değişkenler için yapılan yatay kesit bağımlılık ve homojenite test sonuçları çizelge 4 ve 5’te açıklanmaktadır.

Çizelge 4. Yatay kesit bağımlılık test sonuçları.

	LCO2	LGDP	LTR	LS
Breusch-Pagan (1980)	392.1192	488.453	383.35	125.59
LM	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Pesaran (2004) CDLM	57.2649	72.129	55.9125	16.1396
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)

Çizelge 4’te yatay kesit bağımlılık test sonuçları gösterilmektedir. Çizelgeye bakıldığında %1 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiş, bütün serilerde yatay kesit bağımlılık olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, bir ülkede meydana gelen ekonomik bir şokun diğer ülkeleri de etkileceğini göstermektedir.

Çizelge 5. Homojenlik testi.

	L(CO2)=f(LGDP, LTR,LS)	
	t-ist. Değeri	Prob. değeri
Delta Tilde	18.192	0.000*
Delta	19.997	0.000*

Çizelge 5’te homojenlik test sonuçları gösterilmektedir. Modelin homojen olduğu üzerine kurulu eğim homojenliği test sonuçları %1 anlamlılık seviyesinde reddedilmiş ve katsayıların heterojen olduğu belirlenmiştir.

Yatay kesit gözlemleri ile çalışmak zaman boyutuna ait özellikleri ve sorunları beraberinde getirmektedir. Çizelge 5’te de görüldüğü gibi kullanılan değişkenler yatay kesit bağımlılığı göstermektedir. Bu sonuç birim kök testi seçimi konusunda bilgi vermektedir. Bu çalışmada da ikinci nesil birim kök testlerinden Pesaran CADF birim kök testi kullanılarak değişkenlerin durağanlık düzeyleri belirlenmiştir. CADF, yatay kesit bağımlılığının olduğu durumlarda kullanılan ikinci nesil birim kök testidir. Pesaran (2007) tarafından ortaya konulan CADF birim kök testi, ADF testine gecikmeli yatay kesit ortalamalarının eklenmesiyle genişletilmiştir (Pesaran, 2007). Bu test, Monte Carlo kalıntılara dayanarak $N > T$ ve $N < T$ durumunda etkin sonuçlar verebilmektedir (Erdemli ve Çelik, 2017).

Çizelge 6. CADF birim kök test sonuçları.

Değişkenler	Pesaran CADF(2007) Birim Kök Testi			
	t-bar	cv5	cv1	Olasılık
LCO2	-2.174	-2.330	-2.570	0.129
Δ LCO2	-2.927	-2.330	-2.570	0.001
LGDP	-2.036	-2.330	-2.570	0.226
Δ LGDP	-2.540	-2.330	-2.570	0.000
LTR	-2.624	-2.330	-2.570	0.008
LS	-2.110	-2.330	-2.570	0.170
Δ LS	-2.955	-2.330	-2.570	0.000

Δ fark değerlerini göstermektedir.

Çizelge 6’de Pesaran (2007)’in geliştirdiği ve yatay kesit bağımlılığı sorununa dikkate alan CADF birim kök testi sonuçlarına bakıldığında LCO2, LGDP ve LS değişkenleri birinci farkında durağanken, LTR değişkeni düzeyde durağandır. Durağan olmayan değişkelerinde birincil farkı alındıktan sonra durağan hale geldiği görülmüştür. Dolayısıyla farklı düzeyde durağan olan veriler nedeniyle çalışmada, bu duruma uygun analiz yöntemi olan Panel ARDL yöntemi kullanılacaktır.

Çizelge 7. Panel ARDL tahmin sonuçları.

Değişkenler	Katsayı	St. hata	t-ist	Olasılık
Bağımlı Değişken: LCO2				
Uzun Dönem				
LGDP	0.6121	0.0849	7.2052	0.0000
LTR	-0.5408	0.1615	-3.3479	0.0012
LS	1.5508	0.2057	7.5391	0.0000
Kısa Dönem				
COINTEQ01	-0.1962	0.1079	-1.8173	0.0072
LGDP	0.9404	0.1741	5.3993	0.0000
LTR	0.1031	0.1574	0.6554	0.5140
LS	-0.0129	0.2295	-0.0562	0.9553

Çizelge 7 Panel ARDL kısa ve uzun dönem bulgularını göstermektedir. Uzun dönem bulguları değerlendirildiğinde karbon emisyonu üzerinde ekonomik büyüme, tarımsal katma değer ve sanayi katma değerinin etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik büyümedeki %1’lik bir artış karbon emisyonu %0.61 oranında artırmaktadır. Tarımsal katma değerdeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu %0.54 oranında azaltmaktadır. Bu bulgular, Dogan (2016), Ben Jebli ve Ben Youssef (2019), Prastiyo vd. (2020), Gurbuz vd. (2021), Liu vd. (2017a), Ben Jebli ve Ben Youssef (2017b) ve Sarkodie vd. (2019) tarafından yapılan çalışmalarla örtüşmektedir. Bu bağlamda belirlenen “H1: E-7 ülkelerinde tarımsal katma değer karbon emisyonunu azaltmaktadır.” hipotezi doğrulanarak, “H2: E-7 ülkelerinde tarımsal katma değer karbon emisyonunu artırmaktadır.” hipotezi reddedilmiştir. Bu durum, tarım sektöründe kullanılan çevre dostu yöntemlerin, karbon emisyonlarını azaltmadaki potansiyel rolüne dikkat çekmektedir. Özellikle yenilikçi sulama sistemleri, organik tarım uygulamaları ve düşük karbon ayak izine sahip üretim teknikleri, bu etkiyi daha da güçlendirebilir.

Buna karşın, sanayi katma değerindeki %1’lik artış karbon emisyonlarını %1.55 oranında artırmaktadır. Bu bulgular literatürdeki çalışmalarla (Ahmad vd., 2013; Asane-Otoo, 2015; Azam vd., 2022; G. Mentel vd., 2022; U. Mentel vd., 2022; Raheem ve Ogebe, 2017; Salahodjaev vd., 2023; Shahbaz vd., 2014; Sikder vd., 2022; Voumik ve Sultana, 2022; Wang ve Zhang, 2020) benzerdir. Bu bağlamda belirlenen “H3: E-7 ülkelerinde sanayi katma değeri karbon emisyonunu artırmaktadır.” hipotezi doğrulanmıştır. Bu durum, sanayi sektöründe temiz enerji kullanımı, enerji verimliliği artırıcı yatırımlar ve yeşil üretim tekniklerinin yaygınlaştırılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Kısa dönem analizleri değerlendirildiğinde, hata düzeltme katsayısının (uyum hızı parametresi) negatif (COINTEQ01: -0,1962) ve %5 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durum geçen yılki dengesizliğin %19’unun bu yıl düzelebileceği anlamına gelmektedir (Barış ve Barış, 2024). Kısa dönem analizine bakıldığında, uzun dönem katsayılarına göre anlamlılığı farklı elde edilmiştir. Kısa dönemde karbon emisyonu üzerinde ekonomik büyümenin etkisi anlamlı iken, tarımsal katma değer ve sanayi katma değerinin karbon emisyonu üzerindeki etkisi anlamsız olarak bulunmuştur. Bu dönemde de ekonomik büyümedeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu %0.94 oranında artırmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, 1992-2020 yılları arasındaki yıllık verilerle E-7 ülke grubunda tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkilerini incelemektedir. Panel ARDL analizinden elde edilen uzun dönem bulgularına göre, ekonomik büyüme, tarımsal katma değer ve sanayi katma değerinin karbon emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal katma değerdeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu %0.54 oranında azaltırken, sanayi katma değerindeki %1’lik bir artış karbon emisyonunu %1.55 oranında artırmaktadır. Sanayi katma değerinin karbon emisyonunu artırma etkisi, tarım katma değerinin karbon emisyonunu azaltma etkisinden daha güçlüdür. Ekonomik büyümede %1’lik artış ise karbon emisyonunu %0.61 oranında artırmaktadır.


Ancak kısa dönemde tarımsal ve sanayi katma değerlerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisi anlamlı bulunmazken, ekonomik büyümenin %1'lik artışı karbon emisyonlarını %0.94 oranında artırmaktadır. Bu durum, kısa vadede ekonomik büyüme ve çevresel etkiler arasında bir çatışma olduğunu ancak uzun vadede tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilir kalkınma stratejilerine katkıda bulunabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, E-7 ülkelerinde sürdürülebilir kalkınma stratejileri için bazı önemli politika önerilerini beraberinde getirmektedir:

Çevre üzerinde olumlu etkileri olan daha temiz tarımsal üretim elde etmek için güneş veya rüzgar enerjisi gibi temiz yenilenebilir enerjilerin teşvik edilmesi gerekmektedir (Ben Jebli ve Ben Youssef, 2017b). Tarımsal üretimde bir iyileşme elde etmek için, hükümetlerin daha verimli enerji altyapılarını teşvik etmesi ve tarım sektöründe daha temiz ve daha verimli enerji kaynaklarına dönüşümü sübvanses etmesi önemlidir (Sebri ve Abid, 2012). Çiftçilere yönelik eğitimlerle karbon azaltıcı uygulamaların önemi de vurgulanabilir. Çiftçilerin karbon azaltıcı faaliyetlerinden gelir elde etmesini sağlayacak karbon ticareti mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Sanayi faaliyetlerinin karbon emisyonlarını önemli ölçüde artırdığı göz önünde bulundurularak, sanayi sektörünün yeşil teknolojilere geçişini teşvik eden politikalar geliştirilmelidir. Bunun için düşük karbon teknolojilerine geçiş için AR-GE çalışmaları desteklenebilir. Sanayi kaynaklı emisyonların azaltılması için karbon vergisi uygulanabilir. Çevreye duyarlı üretim yapan firmalar için yeşil üretim belgeleri oluşturularak bu firmaların pazar avantajı elde etmesi sağlanabilir.

Gelecekteki araştırmacılar, bu güncel konu üzerine çalışmalarını farklı bölgelerde genişleterek bölgesel farklılıkları karşılaştırmalı olarak analiz edebilir. Tarım ve sanayi sektörlerinin karbon emisyonları üzerindeki etkileri, her bölgenin ekonomik yapısı, enerji kullanımı ve çevresel politikalarına göre farklılık gösterebilir.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Mücahit ÜLGER  <https://orcid.org/0000-0003-0300-099X>

KAYNAKLAR

- Agboola, M. O. ve Bekun, F. V. 2019. Does agricultural value added induce environmental degradation? Empirical evidence from an agrarian country. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(27): 27660-27676.
- Ahmad, N., Iqbal, A. ve Mahmood, H. 2013. CO2 Emission, population and industrial growth linkages in selected South Asian countries: A co-integration analysis. *World Applied Sciences Journal*, 21(4): 615-622.
- Al-Mulali, U. ve Ozturk, I. 2015. The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84: 382-389.
- Anwar, A., Ahmad, N. ve Madni, G. R. 2020. Industrialization, freight transport and environmental quality: evidence from belt and road initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7): 7053-7070.
- Asane-Otoo, E. 2015. Carbon footprint and emission determinants in Africa. *Energy*, 82: 426-435.
- Aslam, B., Hu, J., Hafeez, M., Ma, D., AlGarni, T. S., Saeed, M., Abdullah, M. A. ve Hussain, S. 2021a. Applying environmental Kuznets curve framework to assess the nexus of industry, globalization, and CO2 emission. *Environmental Technology & Innovation*, 21: 101377.
- Aslam, B., Hu, J., Shahab, S., Ahmad, A., Saleem, M., Shah, S. S. A., Javed, M. S., Aslam, M. K., Hussain, S. ve Hassan, M. 2021b. The nexus of industrialization, GDP per capita and CO2 emission in China. *Environmental Technology & Innovation*, 23: 101674.
- Asumadu-Sarkodie, S. ve Owusu, P. A. 2016. Carbon dioxide emission, electricity consumption, industrialization, and economic growth nexus: The Beninese case. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(11): 1089-1096.
- Aydoğan, B. ve Vardar, G. 2020. Evaluating the role of renewable energy, economic growth and agriculture on CO2 emission in E7 countries. *International Journal of Sustainable Energy*, 39(4): 335-348.
- Azam, M., Rehman, Z. U. ve Ibrahim, Y. 2022. Causal nexus in industrialization, urbanization, trade openness, and carbon emissions: empirical evidence from OPEC economies. *Environment, Development and Sustainability*: 1-21.
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Bekun, F. V. ve Osundina, O. A. 2019. Do agricultural activities induce carbon emissions? The BRICS experience. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 25218-25234.
- Barış, S. ve Barış, A. 2024. Jeopolitik Riskler Savunma Harcamalarını Etkiliyor mu? Panel ARDL Yaklaşımı İle Bir Analiz. *International Journal of Social Inquiry*, 17(1): 69-85.

- Ben Jebli, M. ve Ben Youssef, S. 2017a. Renewable energy consumption and agriculture: evidence for cointegration and Granger causality for Tunisian economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(2): 149-158.
- Ben Jebli, M. ve Ben Youssef, S. 2017b. The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological indicators*, 74: 295-301.
- Ben Jebli, M. ve Ben Youssef, S. 2019. Combustible renewables and waste consumption, agriculture, CO2 emissions and economic growth in Brazil. *Carbon Management*, 10(3): 309-321.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. 1980. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1): 239-253.
- Burakov, D. 2019. Does agriculture matter for environmental Kuznets Curve in Russia: evidence from the ARDL bounds tests approach. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 11(3): 23-34.
- Dogan, N. 2016. Agriculture and Environmental Kuznets Curves in the case of Turkey: evidence from the ARDL and bounds test. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, 62(12).
- Doğan, N. 2019. The impact of agriculture on CO2 emissions in China. *Panoeconomicus*, 66(2): 257-271.
- Erdemli, M. ve Çelik, H. 2017. G7 ile birlikte Türkiye’de AR&GE harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13): 122-137.
- Eyuboglu, K. ve Uzar, U. 2020. Examining the roles of renewable energy consumption and agriculture on CO2 emission in lucky-seven countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(36): 45031-45040.
- Ghazouani, T. 2022. The effect of FDI inflows, urbanization, industrialization, and technological innovation on CO2 emissions: Evidence from Tunisia. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(4): 3265-3295.
- Gokmenoglu, K. K. ve Taspinar, N. 2018. Testing the agriculture-induced EKC hypothesis: the case of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: 22829-22841.
- Gokmenoglu, K. K., Taspinar, N. ve Kaakeh, M. 2019. Agriculture-induced environmental Kuznets curve: the case of China. *Environmental Science and Pollution Research*, 26: 37137-37151.
- Gurbuz, I. B., Nesirov, E. ve Ozkan, G. 2021. Does agricultural value-added induce environmental degradation? Evidence from Azerbaijan. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 23099-23112.
- Javid, M. ve Sharif, F. 2016. Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54: 406-414.
- Li, K. ve Lin, B. 2015. Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO2 emissions: does the level of development matter? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52: 1107-1122.
- Liu, X. ve Bae, J. 2018. Urbanization and industrialization impact of CO2 emissions in China. *Journal of cleaner production*, 172: 178-186.
- Liu, X., Zhang, S. ve Bae, J. 2017a. The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries. *Journal of cleaner production*, 164: 1239-1247.
- Liu, X., Zhang, S. ve Bae, J. 2017b. The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. *Applied energy*, 204: 489-496.
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y. ve Furqan, M. 2020. Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy Reports*, 6: 1553-1560.
- Mentel, G., Tarczyński, W., Dylewski, M. ve Salahodjaev, R. 2022. Does renewable energy sector affect industrialization-CO2 emissions nexus in Europe and Central Asia? *Energies*, 15(16): 5877.
- Mentel, U., Wolanin, E., Eshov, M. ve Salahodjaev, R. 2022. Industrialization and CO2 emissions in Sub-Saharan Africa: the mitigating role of renewable electricity. *Energies*, 15(3): 946.
- Munir, K. ve Ameer, A. 2020. Nonlinear effect of FDI, economic growth, and industrialization on environmental quality: evidence from Pakistan. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 31(1): 223-234.
- Nazlıoğlu, Ş. 2010. Makro iktisat politikalarının tarım sektörü üzerindeki etkileri: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için bir karşılaştırma [Yayınlanmamış Doktora Tezi, TC Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri].
- Pata, U. K. 2018. The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: evidence from ARDL bounds testing procedure. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8): 7740-7747.
- Pata, U. K. 2021. Linking renewable energy, globalization, agriculture, CO2 emissions and ecological footprint in BRIC countries: A sustainability perspective. *Renewable Energy*, 173: 197-208.
- Pellegrini, G., Ingrao, C., Camposeo, S., Tricase, C., Conto, F. ve Huisingh, D. 2016. Application of water footprint to olive growing systems in the Apulia region: a comparative assessment. *Journal of cleaner production*, 112: 2407-2418.

- Pesaran, M. H. 2004. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. In IZA Discussion Paper (Vol. 1240, pp. 1-39).
- Pesaran, M. H. 2007. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, 22(2): 265-312.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. 2008. Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1): 50-93.
- Prastiyo, S. E., Irham, Hardyastuti, S. ve Jamhari, f. 2020. How agriculture, manufacture, and urbanization induced carbon emission? The case of Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(33): 42092-42103.
- Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H. ve Dong, K. 2019. The greenhouse effect of the agriculture-economic growth-renewable energy nexus: evidence from G20 countries. *Science of the Total Environment*, 671: 722-731.
- Rafiq, S., Salim, R. ve Apergis, N. 2016. Agriculture, trade openness and emissions: an empirical analysis and policy options. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 60(3): 348-365.
- Raheem, I. D. ve Ogebe, J. O. 2017. CO2 emissions, urbanization and industrialization: evidence from a direct and indirect heterogeneous panel analysis. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 28(6): 851-867.
- Raihan, A. ve Tuspekova, A. 2022a. Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, tourism, agricultural value-added, and forested area on carbon dioxide emissions in Brazil. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 12(4): 794-814.
- Raihan, A. ve Tuspekova, A. 2022b. Dynamic impacts of economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agriculture, and forests on carbon emissions in Turkey. *Carbon Research*, 1(1): 20.
- Raihan, A. ve Tuspekova, A. 2022c. Nexus between energy use, industrialization, forest area, and carbon dioxide emissions: New insights from Russia. *Journal of Environmental Science and Economics*, 1(4): 1-11.
- Salahodjaev, R., Djalilov, B., Kobiljonov, I., Otajonov, S. ve Kasimova, N. 2023. Industrialization and CO2 emissions: accounting for the role of renewable energy in OIC member states. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(5): 37-43.
- Sarkodie, S. A., Ntiamoah, E. B. ve Li, D. (2019). Panel heterogeneous distribution analysis of trade and modernized agriculture on CO2 emissions: the role of renewable and fossil fuel energy consumption. *Natural Resources Forum*,
- Sebri, M. ve Abid, M. 2012. Energy use for economic growth: A trivariate analysis from Tunisian agriculture sector. *Energy policy*, 48: 711-716.
- Shahbaz, M., Uddin, G. S., Rehman, I. U. ve Imran, K. 2014. Industrialization, electricity consumption and CO2 emissions in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31: 575-586.
- Sikder, M., Wang, C., Yao, X., Huai, X., Wu, L., KwameYeboah, F., Wood, J., Zhao, Y. ve Dou, X. 2022. The integrated impact of GDP growth, industrialization, energy use, and urbanization on CO2 emissions in developing countries: evidence from the panel ARDL approach. *Science of the Total Environment*, 837: 155795.
- Ullah, S., Ozturk, I., Usman, A., Majeed, M. T. ve Akhtar, P. 2020. On the asymmetric effects of premature deindustrialization on CO2 emissions: evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 13692-13702.
- Voumik, L. C. ve Sultana, T. 2022. Impact of urbanization, industrialization, electrification and renewable energy on the environment in BRICS: fresh evidence from novel CS-ARDL model. *Heliyon*, 8(11).
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S. ve Chen, W. 2018. Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of cleaner production*, 172: 4231-4238.
- Wang, Q. ve Zhang, F. 2020. Does increasing investment in research and development promote economic growth decoupling from carbon emission growth? An empirical analysis of BRICS countries. *Journal of cleaner production*, 252: 119853.
- Yang, X. ve Khan, I. 2022. Dynamics among economic growth, urbanization, and environmental sustainability in IEA countries: the role of industry value-added. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(3): 4116-4127.