

TÜRKİYE’DE SANAYİ, TARIM VE EKONOMİK BÜYÜMENİN KARBON EMİSYONU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Hakan ATEŞ¹

Ali ŞEN²

1. GİRİŞ

Küresel ısınma ile iklim değişikliği, geleceği tehdit eden ve şiddeti gün geçtikçe artan çevre sorunları arasında gösterilmektedir. Bu sorunların nedenleri, akademisyenler tarafından yoğun biçimde araştırılmakta ve dünya genelinde küresel ısınma ve iklim değişikliğinin çevre üzerindeki etkisinin azaltılması yönünde fikir birliği sağlanmaktadır. Çünkü sürdürülebilir ekonomik düzeni oluşturmak, her ülkenin ana amaçları arasındadır (Li vd. 2018; Saleem vd. 2025). Bu sorunla mücadelede küresel boyutta önemli bir girişim olan Kyoto Protokolünün 1997 yılında kabul 2005 yılında yürürlüğe girmesi önemli bir adım olmuştur. Bir diğer önemli gelişme ise 2015 senesinde imzalanan Paris Antlaşması’dır. Bu iki girişimin ana amacı, çevrenin bozulmasına izin vermeden ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek ve politika yapıcılara yeni adımlar için yol göstermektir (Akın, 2025). Dolayısıyla karbon emisyonunu önlemek maksadıyla çevresel sorunlara neden olabilecek sektörleri belirlemek fayda sağlamaktadır.

Bu bağlamda tarım sektörü ele alındığında, ülke ekonomileri içerisinde önemli bir yere sahip olduğu ve çevre ile

¹ Öğr. Gör., Ataşehir Adıgüzel Meslek Yüksekokulu, ORCID: 0000-0002-0232-9227.

² Prof. Dr., İnönü Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-9456-2220.

iç içe olduğu görülmektedir. Dünya nüfusunun sürekli arttığı ve gıdaya olan ihtiyacın göz önüne alındığı durumda tarım sektöründe verimliliğin artması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda çiftçiler üretim hacminin ve verimliliğin yükselmesi amacıyla gübre, pestisit gibi ilaçların kullanımını artırmaktadır (Baweja vd. 2020). Bunun yanı sıra hayvancılık sonucu oluşan metan gazı ve tarım arazilerini genişletmek amacıyla ormanların kesilmesi çevresel sorunlara yol açan etmenler arasındadır (Rafiq vd. 2016; Kraham 2017). Tarım sektöründe yenilenemeyen enerji kaynaklarının yoğunluğu yüksektir. Yani endüstrileşen tarım sektöründe yakıt ile çalışan çiftlik ekipmanları kullanımı oldukça sık kullanım alanı bulmaktadır (Chel ve Kaushik, 2011). Bu faaliyetlerin ana sonuçları su, hava ve toprak üzerinde biyolojik çeşitlilik kaybı olarak görülmektedir. Ek olarak ekolojik sistemin bozulması sonucunda bitki ve hayvan nesillerinin tükenmesi tehlikesi ile yüzleşilmektedir (Nowak ve Schenieder, 2017).

Çevre kirliliğinde kayda değer paya sahip olan sanayi sektörü ise, ekonomik büyüme için motor görevi üstlenmektedir. Sanayi devriminin endüstriyel üretime fırsat tanınması ekosistemin zarar görmesine yol açmaktadır. Sanayileşmenin artması sonucu ortaya çıkan fabrikaların bacalarından havaya zehirli gazların yayılması ve üretim esnasında ortaya çıkan atıklar su, hava ve toprağa yayılarak çevre üzerinde tahribata neden olabilmektedir (Canpolat ve Fendoğlu, 2018; Saxena, 2025). Ek olarak sanayileşmenin ileri safhalarında enerjiye olan talepte artış yaşanmakta ve bu durum da ekosistemde bozulmalara ve karbon salınımında artışlara neden olmaktadır (Sadorsky, 2013; Erdoğan, 2020). Sanayi sektörü ile ekonomik büyüme sağlanmakta fakat çevre göz ardı edilmektedir. Ekonomik gelişimi sağlama hedefi ile yola çıkılması çevre ile ilgili politikalar büyüme evrelerinin ileriki aşamalarında gündemde yer edinmektedir (Mahmood vd. 2020).

Küresel ısınma, çevresel tahribat ve iklim değişikliği sorunlarının çözümü için öncelikle karbon salınımının ortaya çıkış faktörlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, Türkiye’de tarım ve sanayi sektörü ile ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisini incelemektir. Türkiye hem tarım arazilerine hem de sanayi ağına sahip olması dolayısıyla bölgesinde dikkat çeken bir ülkedir. Türkiye’nin tarım ve sanayi alanlarındaki yapısı çevresel baskıları da beraberinde getirmektedir. Özellikle ekonomik büyümenin ve enerji ile iç içe olan sanayi sektörünün CO₂ emisyonları üzerindeki rolü, Türkiye için kritik politika tercihleri oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, 1960-2024 dönemi için zaman serisi tekniği kullanılmıştır. Analiz kapsamında tarımsal katma değer, sanayi katma değeri, kişi başına düşen GSYH, kişi başına düşen GSYH’ın karesi ve CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Literatürde Türkiye için bu değişkenleri eşanlı inceleyen bir çalışmaya rastlanılmaması, bu araştırmayı hem teorik hem de uygulamalı bakımdan anlamlı kılmaktadır. Çalışma; giriş, literatür incelemesi, veri seti ve ekonometrik yöntem, ampirik bulgular ile sonuç ve önerilerden oluşmaktadır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Ekonomik büyüme, sektörler ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, son dönemlerde akademik literatürde sıklıkla yer almaktadır. Bu bağlamda farklı ülke/ülke grupları ve dönemler için yapılan ampirik araştırmalar tarım, sanayi, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma göstergeleri arasındaki ilişkileri çeşitli ekonometrik teknikler ile analiz etmektedir.

Diñçer ve Akın (2025) çalışmasında tarımda başarılı olan 12 ülke için 1990-2022 döneminde tarımsal faktör verimliliği ile ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisini analiz

etmiştir. AMG testine göre, tarımsal faktör verimliliğindeki artış CO₂ emisyonunu 7 ülkede (Çin, ABD, Rusya, Fransa, Kanada, Endonezya ve Avustralya) azaltırken; 4 ülkede (Hindistan, Brezilya, Arjantin ve Türkiye) artırmaktadır. Ek olarak Almanya dışında kalan 11 ülkenin ekonomik büyümesinde artış olması çevresel kaliteyi bozmaktadır

Ülger (2025) çalışmasında E-7 ülkeleri için 1992-2020 dönemindeki tarım, sanayi, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi panel ARDL testi ile incelemiştir. Bulgulara göre, uzun dönemde tarımsal katma değer CO₂ emisyonunu azaltırken; sanayi katma değeri ve ekonomik büyüme CO₂ emisyonunu artırmaktadır.

Amin ve Rahman (2024) çalışmasında Bangladeş için 1990-2022 dönemindeki tarım, sanayi ve ekonomik büyümenin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini test etmiştir. Doğrusal ve asimetrik ARDL testlerine göre kısa ve uzun dönemde sanayi sektörü CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Asimetrik ARDL testine göre ise, kısa ve uzun vadede tarım sektörü CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Kurniawan (2024) çalışmasında Endonezya için 1990-2020 dönemindeki sanayi sektörünün ve enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini VECM tekniği ile incelemiş ve uzun dönemde sanayi katma değerindeki artışın CO₂ emisyonunu artırdığını ispatlamıştır.

Özen vd. (2024) çalışmasında Türkiye için 1990-2020 dönemindeki sanayi, tarım, kentleşme, insani gelişme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analizine göre, tarımdan CO₂ emisyonuna tek yönlü nedensellik varken, sanayileşme ile CO₂ arasında nedensellik yoktur.

Aluwani (2023) çalışmasında Güney Afrika için 1990-2021 dönemindeki tarım, yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari

açıklığın CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. ARDL sınır testine göre, tarımsal katma değerın büyümesi CO₂ emisyonunu artırmaktadır.

Dallı ve Kütükçü (2022) çalışmasında Türkiye için 1974-2019 dönemindeki tarım, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırım ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. ARDL testi sonucuna göre, tarımsal katma değer kısa dönemde CO₂ emisyonunu azaltmaktadır. Yanı sıra ÇKE (Çevresel Kuznets Eğrisi) hipotezi geçerlidir.

Eştürk vd. (2023) çalışmasında 10 OECD ülkesi için 2000-2019 dönemindeki tarım ve sanayi sektörünün çevre üzerindeki etkisini ele almıştır. Panel veri analizine göre, tarımsal katma değer, tarım arazi alanı ve imalat katma değeri CO₂ emisyonunu artırmıştır.

Huang vd. (2023) çalışmasında G-20 ülkeleri için 1990-2020 dönemindeki sanayi katma değeri, fosil enerji tüketiminin CO₂ üzerindeki etkisini analiz etmiştir. CS-ARDL tahmincisinden elde edilen bulguya göre, sanayi katma değeri CO₂ emisyonu üzerinde önemli ve pozitif etkiye sahiptir.

İzgi (2023) çalışmasında Türkiye için 1990-2014 dönemindeki imalat sanayi, enerji tüketimi ve CO₂ arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Ekonometrik testler sonucunda enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve imalat sanayinin CO₂ emisyonunu artırdığı bulunmuştur. Yanı sıra ÇKE hipotezi doğrulanmıştır.

Karaca ve Çımat (2023) çalışmasında Türkiye için 1960-2015 dönemindeki sanayi, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini ARDL sınır testi ile incelemiştir. Bulgulara göre, uzun dönemde sanayi ve enerji tüketimi CO₂ emisyonunu artırırken, ekonomik büyüme azaltmaktadır.

Oğul (2023) çalışmasında Türkiye için 1990-2018 dönemindeki tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisine odaklanmıştır. ARDL testine göre, tarımsal katma değer ve ekonomik büyüme CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Ek olarak ÇKE hipotezi uzun dönemde geçerli iken, kısa dönemde geçerli değildir.

Shaari vd. (2022) çalışmasında Malezya için 1989-2019 dönemindeki sektörel enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini analiz etmiştir. ARDL testi sonuçlarına göre sanayi sektöründeki enerji tüketimi CO₂ emisyonunu artırırken, tarım sektöründeki enerji tüketimi CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Çetin vd. (2020) çalışmasında Türkiye için 1968-2016 dönemindeki tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Ekonometrik testler ışığında tarımsal katma değer ve tarım arazilerinin CO₂ emisyonunu azalttığı sonucu elde edilmiştir. Ayrıca ÇKE hipotezi geçerlidir.

Okumuş (2020) çalışmasında Türkiye için 1968-2014 dönemindeki tarım, enerji tüketimi, kentleşme, dışa açıklık ve CO₂ arasındaki bağlantısını analiz etmiştir. ARDL analizinden elde edilen bulgulara göre, kısa ve uzun dönemde tarımsal katma değer CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Ayrıca ÇKE hipotezinin geçerli olduğu belirtilmiştir.

Prastiyo vd. (2020) çalışmasında Endonezya için 1970-2015 dönemindeki tarım, sanayi, ekonomik büyüme ve kentleşmenin çevre üzerindeki etkisini incelemiştir. Tarım sektörü, imalat sanayi ve ekonomik büyümenin artması CO₂ emisyonunu artırmaktadır.

Doğan (2019) çalışmasında Çin için 1971-2010 dönemindeki tarım sektörü, ekonomik büyüme ve çevre arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Çeşitli ekonometrik testlerden

elde edilen bulguya göre, tarım sektörü CO₂ emisyonunu artırmaktadır. Ayrıca ÇKE hipotezi doğrulanmıştır.

Mahmood vd. (2019) çalışmasında Suudi Arabistan için 1971-2019 dönemindeki tarım ile ekonomik büyümenin CO₂ üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Ekonometrik testlerden elde edilen bulgulara göre tarımsal katma değer artması CO₂ emisyonunu azaltmaktadır. Ek olarak ÇKE hipotezi geçerlidir.

Waheed vd. (2018) çalışmasında Pakistan için 1990-2014 dönemindeki tarım, yenilenebilir enerji ve CO₂ bağlantısını incelemiştir. ARDL tekniğine göre uzun vadede tarımsal üretim CO₂ emisyonunu artırırken, orman alanlarının genişlemesi CO₂ emisyonunu azaltmaktadır.

Samargandi (2017) çalışmasında Suudi Arabistan için 1970-2014 dönemindeki sanayi, tarım ve hizmetler sektörü ile ekonomik büyümenin CO₂ üzerindeki etkisini araştırmıştır. Analizden elde edilen bulgulara göre, sanayi ve hizmetler sektörü CO₂ emisyonları üzerinde önemli ve pozitif etkili iken; tarım sektörünün CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi negatif ve önemsizdir. Yanı sıra EKC hipotezinin varlığına ulaşılamamıştır.

Alam (2015) çalışmasında Bangladeş, Hindistan, Nepal ve Sri Lanka için 1972-2010 dönemindeki sanayi, tarım ve hizmetler sektörü ile ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Ekonometrik testlerden elde edilen bulgulara göre, tarım sektörünün CO₂ emisyonu üzerinde anlamlı negatif etkisi olurken; sanayi ve hizmetler sektörünün CO₂ üzerinde anlamlı pozitif etkisi söz konusudur. Ayrıca ÇKE hipotezi geçerli değildir.

3. VERİ SETİ VE EKONOMETRİK YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye’de 1960-2024 dönemi için tarım sektörü, sanayi sektörü, ekonomik büyüme ile çevre kalitesi

arasındaki dinamik ilişkiler zaman serisi tekniğiyle analiz edilmektedir. Modelde tarım sektörünü temsilen tarımsal katma değer (%GSYH), sanayi sektörünü temsilen sanayi katma değer (%GSYH), ekonomik büyüme değişkenini temsilen kişi başına reel GSYH (sabit 2015 ABD doları) ve çevreyi temsilen CO₂ emisyonu (metrik ton) kullanılmıştır. Analiz aşamasında verilerin logaritmaları alınmış ve ekonometrik paket programlarından faydalanılarak değerlendirilmiştir. Alam (2015), Samargandi (2017), Doğan (2019), Mahmood vd. (2019), Prastiyo vd. (2020), Amiin ve Rahman (2024), Ülger (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmalardan hareketle, çalışmanın modeli (1)'nolu denklemde belirtilmiştir.

$$\ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDP^2_t + \beta_3 \ln TAR_t + \beta_4 \ln SAN_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1)'nolu denklemde t zaman boyutunu, ε_t hata terimini belirtmektedir. Veri açıklamaları Tablo 1'de yer almıştır.

Tablo 1. Veri Açıklamaları

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
lnCO ₂	CO ₂ emisyonu (Kişi Başına Metrik Ton)	Dünya Bankası
lnGDP	Ekonomik Büyüme (Kişi Başına Sabit 2015 ABD \$)	Dünya Bankası
lnGDP ²	Ekonomik Büyümenin Karesi (Kişi Başına Sabit 2015 ABD \$)	Yazar tarafından hazırlanmıştır.
lnTAR	Tarımsal Katma Değer (%GSYH)	Dünya Bankası
lnSAN	Sanayi Katma Değer (%GSYH)	Dünya Bankası

Ampirik analiz esnasında öncelikli olarak serilerin durağanlık özellikleri Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri kullanılarak incelenmiştir. Değişkenlerin bütünleşme dereceleri belirlendikten sonra sanayi, tarım ve ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasındaki uzun dönemli etkileşim Johansen eşbütünleşme yaklaşımı (Johansen, 1988; Jo-hansen ve Juselius, 1990) kullanılarak araştırılmıştır. Son aşamada ise, uzun döneme ilişkin katsayı tahminlerini elde

etmek amacıyla FMOLS (Phillips ve Hansen, 1990), DOLS (Stock ve Watson, 1993) ve CCR (Park, 1992) tahmincilerinden faydalanılmıştır.

4. AMPİRİK BULGULAR

Tablo 2’ye göre, ADF ve PP birim kök testi bulguları, ele alınan tüm değişkenlerin seviye değerlerinde durağan olmadığını, fakat birinci farkları alındığında %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale geldiklerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, serilerin I(1) bütünleşme derecesine sahip olduğunu göstermekte, her iki testin de tutarlı bulgular sunması eşbütünleşme analizinin uygulanmasını teyit etmektedir.

Tablo 2. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF	
	Seviye	1.Fark
lnCO2	-2.577 (0.291)	-8.767 (0.000) ***
lnGDP	-1.626 (0.771)	-7.916 (0.000) ***
lnGDP ²	-1.217 (0.898)	-7.866 (0.000) ***
lnSAN	-1.689 (0.744)	-7.468 (0.000) ***
lnTAR	-2.777 (0.210)	-8.410 (0.000) ***
Değişkenler	PP	
	Seviye	1.Fark
lnCO2	-2.609 (0.277)	-8.795 (0.000) ***
lnGDP	-1.626 (0.771)	-7.987 (0.000) ***
lnGDP ²	-1.265 (0.887)	-7.934 (0.000) ***
lnSAN	-1.606 (0.779)	-7.455 (0.000) ***
lnTAR	-2.777 (0.210)	-9.109 (0.000) ***

Not: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Tablo 3’e göre, VAR modeli açısından en uygun gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir. LR, FPE, AIC, SC ve HQ kriterlerinin hepsi 1. Gecikmeye işaret ederek modeller arasında en iyi performansın bu gecikme düzeyinde sağlandığını göstermektedir. Bu bulgu, VAR analizinin 1 gecikme ile yürütülmesinin istatistiksel olarak en uygun yaklaşım olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 3. VAR Modeli Uygun Gecikme Uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	166.379	NA	3.77e-09	-5.205	-5.0342	-5.138
1	570.102	729.305*	1.87e-14*	-17.422*	-16.393*	-17.018*
2	578.177	13.285	3.28e-14	-16.876	-14.989	-16.135
3	597.748	29.040	4.08e-14	-16.701	-13.956	-15.623

Tablo 4'e göre, Johansen eşbütünlük testi hem İz istatistiği hem de Maksimum Öz Değer istatistiği sonuçlarıyla sistemde bir adet eşbütünlük ilişkisi olduğunu göstermektedir. $r=0$ hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilirken, $r \leq 1$ ve $r \leq 2$ hipotezleri reddedilememiştir. Bu bulgu, modeldeki değişkenler arasında uzun dönemli ve istikrarlı bir ilişki bulunduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 4. Johansen Eşbütünlük Testi Sonuçları

Hipotez	Öz Değer İstatistiği	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık Değeri
H₀: r = 0*	0.527	91.442**	69.819	0.000
H₁: r ≤ 1	0.312	44.27	47.856	0.104
H₂: r ≤ 2	0.204	20.675	29.797	0.378
Hipotez	Öz Değer İstatistiği	Maksimum Öz Değer İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık Değeri
H₀: r=0*	0.527	47.172**	33.877	0.001
H₁: r ≤ 1	0.312	23.595	27.584	0.149
H₂: r ≤ 2	0.204	14.346	21.132	0.337

Not: ** $p < 0.05$.

Tablo 5'de FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'de CO₂ emisyonlarının temel belirleyicisinin ekonomik büyüme olduğu açıkça görülmektedir. Modellerde lnGDP değişkeninin pozitif ve yüksek derecede anlamlı katsayıları, büyümenin çevresel bozulmayı artırdığını gösterirken; lnGDP²'nin negatif ve anlamlı bulunması Türkiye'de uzun dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğine işaret etmektedir. Bu bulgu, ekonomik büyümenin ilk aşamalarında emisyonları artırdığı, ancak belli bir gelir düzeyinden sonra çevre kalitesinin iyileşme eğilimine girdiğini göstermektedir. Sanayi faaliyetlerini temsil eden lnSAN

katsayısının tüm tahmincilerde pozitif ve anlamlı olması, sanayileşmenin Türkiye’de emisyonlarını artıran temel bir unsur olduğunu ve temiz üretim teknolojilerinin önemini ortaya koymaktadır. Buna karşılık tarım sektörünü temsilen lnTAR değişkeninin istatistiksel olarak anlamsız çıkması, tarımın uzun dönemde CO₂ üzerinde belirleyici bir etki yaratmadığını göstermektedir. Genel olarak sonuçlar, Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için enerji verimliliğinin artırılması, sanayide çevre dostu teknolojilerin yaygınlaştırılması ve yenilenebilir enerji kullanımının güçlendirilmesinin kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Uzun Dönem Katsayı Tahmincilerinin Sonuçları

Bağımlı Değişken: lnCO₂	FMOLS		
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
lnGDP	12.124	0.668	0.000***
lnGDP ²	-0.635	0.036	0.000***
lnSAN	0.128	0.054	0.022**
lnTAR	-0.035	0.04	0.382
C	-56.615	3.066	0.000***
	DOLS		
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
lnGDP	12.128	0.791	0.000***
lnGDP ²	-0.639	0.042	0.000***
lnSAN	0.115	0.058	0.052*
lnTAR	-0.064	0.049	0.202
C	-56.212	3.688	0.000***
	CCR		
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Olasılık Değeri
lnGDP	12.158	0.678	0.000***
lnGDP ²	-0.636	0.036	0.000***
lnSAN	0.126	0.055	0.025**
lnTAR	-0.032	0.041	0.437
C	-56.787	3.105	0.000***

Not:*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayi ve tarım sektörleri ekonomik büyüme için ana sektörler olmasının yanı sıra çevre ile de iç içe bir yapı sergilemektedir. Bu sektörlerde iş yapabilme faaliyetlerinin gelişmesi çevresel zararları beraberinde getirme potansiyeli taşımaktadır. Özellikle iki sektöründe fosil yakıt tüketiyor olması olası tehlikelerin ilk sıralarında yer almaktadır. Bu durumla beraber her iki sektörün de çevre ile entegre olduğu farklı durumlar vardır. Çevreci ve sürdürülebilir bir ekonomik sistemin sağlanması adına bu sektörlerin CO₂ emisyonları ile ilişkisi incelenmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye için 1960-2024 dönemini kapsayan zaman serileri analizi yöntemiyle, tarım sektörü, sanayi sektörü ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çevre değişkenini temsilen CO₂ emisyonu kullanılmıştır. Değişkenlerin logaritmaları alınarak durağanlık düzeyleri ADF ve PP birim kök testleri aracılığıyla incelenmiş ve değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan seriler durağan hale gelmiştir. Bu durum eşbütünleşme testinin uygulanmasına olanak sunmuştur. VAR analizine göre en uygun gecikme uzunluğu bir olduğunu doğrulanmıştır. Johansen eşbütünleşme analizinden elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında uzun dönemli ve istikrarlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem katsayı tahmincilerine göre $\ln GSYH$ (ekonomik büyüme) ve $\ln SAN$ (sanayi katma değeri) değişkenlerinin $\ln CO_2$ (karbon emisyonu) değişkeni üzerindeki etkisi tüm tahmincilerde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani sanayi sektörü ve ekonomik büyüme CO₂ emisyonunu artırmaktadır. $\ln TAR$ (tarım katma değeri) ise CO₂ üzerinde negatif etkili olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildir. $\ln GDP^2$ 'nin (ekonomik büyümenin karesi) negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması, Türkiye'de uzun

dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliğini göstermektedir. Bu bulgular, literatürdeki Samargandi (2017), Mahmood vd. (2019), Prastiyo vd. (2022), Shaari vd. (2022), Huang vd. (2023), İzgi (2023), Amin ve Rahman (2024), Kurniawan (2024), Ülger (2025) çalışmaları ile örtüşmektedir.

Sonuç olarak elde edilen bulgular, sanayi sektöründe çevre dostu politikaların uygulanması gerekliliğini göstermiştir. Özellikle sanayide eski teknoloji makinelerin yerine yeni ve enerji verimliliği yüksek makinelerin kullanılması fayda sağlayacaktır. Bununla beraber yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin desteklenmesi gereklidir. Politika yapıcıların fabrikalarda baca filtresi denetimlerini artırması ve atıkların doğaya bırakılmaması yönünde faaliyetlerini sıkılaştırması karbon emisyonu ile mücadelede yararlı olacaktır. Ayrıca, tarım alanlarında temiz yakıt tüketen aletlerin geliştirilmesi ve fosil yakıt yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının ikame edilmesi, orman alanlarının artırılması, gübre kullanımının kontrol altına alınması ve metan gazını bertaraf edecek tesislerin kurulması kritik politika adımlarını oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

- Akın, F. (2025). Politik İstikrarın Çevre Üzerindeki Etkisi: Türk Devletleri Teşkilatı Örneği. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(2), 636-650.
- Alam, J. (2015). Impact of agriculture, industry and service sector's value added in the GDP on CO2 emissions of selected South Asian countries. *World Review of Business Research*, 5(2), 39-59.
- Aluwani, T. (2023). Agricultural economic growth, renewable energy supply and CO2 emissions nexus. *Economies*, 11(3), 85.
- Amin, M. M. I., & Rahman, M. M. (2024). Assessing effects of agriculture and industry on CO2 emissions in Bangladesh. *PLOS Climate*, 3(9), e0000408.
- Baweja, P., Kumar, S., Kumar, G., (2020). Fertilizers and pesticides: their impact on soil health and environment, in *Soil Health*. Springer, 265-285.
- Canpolat, E., & Fendoğlu, E. (2018). Hava Kirliliği İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 309-324.
- Chel, A., & Kaushik, G. (2011). Renewable energy for sustainable agriculture. *Agronomy for sustainable development*, 31(1), 91-118.
- Çetin, M., Saygın, S., & Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdađ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345.
- Dallı, T., & Kütükçü, E. (2023). Türkiye'de Tarım, Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi, Doğrudan Yabancı

Sermaye Giriş ve CO2 Emisyonu İlişkisi: ARDL Analizi.
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Dergisi, 6(3), 2154-2170.

Dinçer, S., & Akın, F. Tarımsal Toplam Faktör Verimliliği ve
Ekonomik Büyümenin Çevre Kalitesi Üzerindeki Etkisi:
Tarımda Başarılı Olan Ülkeler Örneği. Kahramanmaraş
Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 28(6),
1531-1544.

Doğan, N. (2019). The impact of agriculture on CO2 emissions
in China. *Panoeconomicus*, 66(2), 257-271.

Erdoğan, S. (2020). Enerji, çevre ve sera gazları. Çankırı
Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Dergisi, 10(1), 277-303.

Eştürk, Ö., Aydın, F. F., & Levent, C. (2023). Tarım ve sanayi
sektörlerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: seçilmiş
OECD üyesi ülkelerde ekonometrik bir uygulama.
Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Dergisi, 5(2), 109-116.

Huang, Y., Kuldashaeva, Z., Bobojanov, S., Djalilov, B.,
Salahodjaev, R., & Abbas, S. (2023). Exploring the links
between fossil fuel energy consumption, industrial value-
added, and carbon emissions in G20 countries.
Environmental Science and Pollution Research, 30(4),
10854-10866.

İzgi, Ç. (2023). İmalat Sanayi, Enerji Kullanımı ve Çevre Kirliliği
Arasındaki Bağlantı Türkiye'de Bir İnceleme. *Ahi Evran
Akademi*, 4(2), 35-46.

Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors.
Journal of Economic Dynamics and Control, 12(2-3),
231-254.

- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.
- Karaca, B., & Çımat, A. (2023). Sanayileşme-Enerji Tüketimi ve Büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(2), 51-64.
- Kraham, S. J. (2017). Environmental impacts of industrial livestock production. In *International farm animal, wildlife and food safety law* (pp. 3-40). Cham: Springer International Publishing.
- Kurniawan, R., Nugroho, N. A. A., Fudholi, A., Purwanto, A., Sumargo, B., Gio, P. U., & Wongsonadi, S. K. (2024). The ecological footprint of industrial value added and energy consumption in Indonesia. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(5), 1127-1153.
- Li, T., Baležentis, T., Makutėnienė, D., Streimikiene, D., & Kriščiukaitienė, I. (2016). Energy-related CO2 emission in European Union agriculture: Driving forces and possibilities for reduction. *Applied Energy*, 180, 682-694.
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., Al-Qahtani, M. M. Z., Allam, Z., Ahmad, N., & Furqan, M. (2019). Agriculture development and CO2 emissions nexus in Saudi Arabia. *PloS one*, 14(12), e0225865.
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy reports*, 6, 1553-1560.
- Nowak, A., & Schneider, C. (2017). Environmental characteristics, agricultural land use, and vulnerability to

- degradation in Malopolska Province (Poland). *Science of the Total Environment*, 590, 620-632.
- Oğul, B. (2023). Tarım Sektöründeki Gelişmeler Çevresel Kirliliği Etkiliyor mu? Türkiye Üzerine Ampirik Bulgular. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(3), 1016-1026.
- Okumuş, İ. (2020). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi, tarım ve CO2 emisyonu ilişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 21-34.
- Özen, A., Ülger, M., & Kıdemli, M. (2024). Türkiye’de İnsani Gelişme, Kentleşme, Sanayinin Gelişimi, Tarımsal Gelişme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 19(4).
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica*, 60(1), 119-143.
- Phillips, P. C. B., & Hansen, B. E. (1990). *Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) processes. Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Prastiyo, S. E., Irham, Hardyastuti, S., & Jamhari, F. (2020). How agriculture, manufacture, and urbanization induced carbon emission? The case of Indonesia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(33), 42092-42103.
- Rafiq, S., Salim, R., & 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.
- Sadorsky, P. (2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?. *Energy economics*, 37, 52-59.

- Saleem, A., Anwar, S., Nawaz, T., Fahad, S., Saud, S., Ur Rahman, T., ... & Nawaz, T. (2025). Securing a sustainable future: the climate change threat to agriculture, food security, and sustainable development goals. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*, 11(3), 595-611.
- Samargandi, N. (2017). Sector value addition, technology and CO2 emissions in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 868-877.
- Saxena, V. (2025). Water quality, air pollution, and climate change: investigating the environmental impacts of industrialization and urbanization. *Water, Air, & Soil Pollution*, 236(2), 73.
- Shaari, M. S., Lee, W. C., Ridzuan, A. R., Lau, E., & Masnan, F. (2022). The impacts of energy consumption by sector and foreign direct investment on CO2 emissions in Malaysia. *Sustainability*, 14(23), 16028.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). *A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. Econometrica*, 61(4), 783-820.
- Ülger, M. (2025). E-7 Ülkelerinde Tarım, Sanayi ve Ekonomik Büyüme Çevresel Bozulmaya Neden Olur Mu?. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 12(1), 28-39.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of cleaner production*, 172, 4231-4238.
- World Bank. (2025). *World development indicators*. <https://databank.worldbank.org/> (Erişim Tarihi: 15.11.2025)