

Türkiye’de Çevresel Sürdürülebilirlik: Ekonomik Büyüme, Tarım, Yenilenebilir Enerji ve Ticaretin Rollerini

Şifa Özkan¹

Seyit Ali Miçooğulları²

Özet

Bu çalışma, Türkiye’de tarım, yenilenebilir enerji, ticaret açıklığı ve ekonomik büyümenin karbondioksit (CO₂) emisyonları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. 1990Q1-2022Q4 dönemine ait çeyreklik veriler kullanılarak yapılan analizlerde, değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkiler otoregresif dağıtılmış gecikmeler (ARDL) modeli ile araştırılmıştır. Ön bulgular, tarımsal verimlilik ve ticaret açıklığındaki artışların CO₂ emisyonlarında anlamlı bir artışa neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın CO₂ emisyonlarını azaltmada olumlu bir etkisi olduğu ve ekonomik büyümenin emisyonlarda hafif bir azalmaya katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular, Türkiye bağlamında Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin geçerliliğini desteklemektedir. Çalışmanın nihai sonuçları, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, düşük karbon ekonomisi ve ticaret reformlarının yanı sıra CO₂ emisyonlarını minimize eden sağlam çevre politikalarının tarım sektörü ve yeşil ekonomi üzerindeki etkilerini daha kapsamlı bir şekilde ele almayı hedeflemektedir.

1. Giriş

Gelişmiş ve gelişmekte olan bütün ülkeler için tarım, ekonomide etkinliği devam eden önemli bir sektördür. Tarımın ve diğer üretim alanlarının en önemli girdilerinden biri olan enerji, ekonomik gelişmeyi desteklemekle birlikte üretiminde enerjiye ve doğal kaynaklara duyulan ihtiyacın artması çevresel bozulmaların en önemli sebeplerinden biridir. Çevresel bozulma,

1 Dr., Doğuş Üniversitesi, sifaozkan@dogus.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5534-1510

2 Doç Dr., Kilis Üniversitesi, s.alimicoogullari@kilis.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9266-1559

nüfus artışına ve sanayileşmeye bağlı olarak hava, su ve toprak gibi doğal kaynakların tüketilmesi; ekosistemlerin yok edilmesi ve yaban hayatının tükenmesi yoluyla çevrenin bozulması olup çevresel bozulmanın birincil nedeni ise insan müdahalesidir (Tyagi vd., 2014). İnsan müdahalesine ve ülkelerin ekonomik büyüme performanslarına bağlı olarak doğal kaynakların aşırı kullanımı, bu kaynakların tükenmesi, bireylerin ve toplumların sağlığının yanında toplumsal adaletsizliğe sebep olmaktadır (Donohoe, 2003). Kısacası insanın kendisi, kendi sağlığının ve yaşam kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Sanayileşmeyle birlikte enerji tüketimleri de artmış olup bu durum küresel ısınma sorununa dikkatleri çekmiştir. Çevresel bozulma ve bunun bir sonucu olarak meydana gelen küresel ısınmanın, ülkelerde ekonomik ve sosyal gelişmelerde, ekolojik dengede gibi pek çok alanda etkisi bulunmaktadır. Bir raporda (*A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks*), tüm ölümlerin %23'ünün (erken ölüm) çevresel faktörlere atfedildiğini ve bu durumun gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere göre 15 kat daha yüksek olduğu tahmin ediliyor. Dünya genelinde endişe yaratan bu durum, iklim değişikliklerinin etkisinin azaltılmasına yönelik araştırmaların ve analizleri de hızla arttırmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmalarda, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanılmasının yanı sıra yenilenemeyen enerjiye ek kaynakların kullanımı hava kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca havayı kirleten faktörlerin ekosistem içerisinde sulak alanlara, denizlere ve temiz sulara da girerek su kirliliğine de sebep olmakla birlikte küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Yenilenemeyen enerji, küresel olarak toplam sera gazı emisyonlarının dörtte üçünden fazlasını oluşturmaktadır. 2022'de yakıt yanmasından kaynaklanan küresel CO2 emisyonların %1,3 artarak COVID-19 pandemisinden önceki seviyeleri aşmıştır. Fosil yakıtlar küresel toplam enerji arzının %81'ini temsil etmeye devam etmiş ve petrol yaklaşık %30'unu oluştururken, bunu kömür (%28) ve doğal gaz (%23) izlemiştir. Yakıt yanmasından kaynaklanan küresel emisyonlara kömür (%45) hâkim oldu, bunu petrol (%33) ve doğal gaz (%22) izlemiştir (İEA, 2024).

Özellikle üretim sürecinde kullanılan enerji miktarındaki artışlar CO2 düzeyindeki artışın en önemli sebeplerindendir. Üretimin artması, ekonomik büyüme bağlamında önemli bir faktör olan enerji kullanımına olan ihtiyacı da arttırmaktadır. Ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ile desteklenmektedir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin önemi göz önüne alındığında, geçmişte yapılan birçok çalışma, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin

yakın bir ilişkiye sahip olduğunu vurgulamıştır, örneğin Chandio vd., (2019), Mirjat vd., (2017). ÇKE, ekonomideki büyümenin çevre üzerinde yıkıcı bir baskı uyguladığını; ancak ekonomik kalkınmanın belirli bir noktasında ekonomik genişlemenin neden olduğu çevresel tahribatın, ülke gelirindeki artışla azaldığını belirtmektedir (Ahmad vd., 2017; Al-Mulali vd., 2015). ÇKE teorisine göre, ekonomik kalkınma faaliyetlerinin etkisiyle çevre kötüleşirken, ekonomik büyüme aynı zamanda çevresel bozulmaya da çözüm içermektedir (Kuznets, 1955).

Refah seviyesi yükselen ülkelerde çevresel duyarlılığın artarken, gelişmekte olan ülkelerde üretimi ve buna bağlı ihracatı artırmaya yönelik çalışmalar çevresel zararları artırmaktadır. Çevresel kirlilik yaratan sanayi kollarında maliyetler arttırılarak bu sanayi kollarının gelişmiş ülkelerde faaliyetleri sınırlandırılmaktadır. Fakat bu sanayi kolları için çevre konusunda yasal düzenlemelerin daha az uygulandığı gelişmekte olan ülkeler rahat bir ortam yaratmakta ve gelişmiş ülkeler bu sanayi tesislerini gelişmekte olan ülkelere kurmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin bu sanayi kolları için kirlilik sığınağı haline gelmesi literatürde “kirlilik sığınağı (ya da kirlilik cenneti) hipotezi” olarak yer almaktadır. Gelişmiş ülkeler çevresel bozulmaya sebebiyet veren tesislerini doğrudan yabancı sermaye yatırımı şeklinde gelişmekte olan ülkelere taşıyarak kirlilik cennetleri yaratmaktadır (Chew, 2009). Bu sebeple gelişmekte olan ülkelerde uygulanacak çevre politikalarının önemi artmaktadır.

Türkiye’de ekonomik politikalar ekonomik büyüme temelli oluşturulurken, ticari açığın giderilmesi açısından üretimde doğrudan yabancı yatırımların arttırılması yenilenebilir enerji kullanılmadığı takdirde çevresel tahribatlara sebep olacaktır. Ayrıca enerjiye duyulan ihtiyaçta tek ülkeye bağımlı olunması arz ve fiyat tehditlerinin yanında uluslararası ilişkilerde de sıkıntılara sebep olacaktır. İhtiyaç duyulan enerjinin özellikle tarım sektöründe CO2 emisyonlarının ticaret açığı arttıkça artma eğiliminde olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Duada vd., 2021). Türkiye gibi tarımın yoğun olarak yapıldığı gelişmekte olan ülkelere artan fosil yakıt tüketimi ve buna bağlı CO2 salımı artarak çevreye zarar vermekte olup paradoksal olarak, daha fazla tarımsal üretim daha fazla enerji tüketimi ve dolayısıyla daha yüksek emisyonlar içerir (Zhang vd., 2019). Fakat tarım sektörü gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemlidir; bu nedenle, tarımsal üretimi sera gazı sebebiyle azaltmak sürdürülebilir bir strateji değildir (Sertoglu ve Doğan, 2016). Bu durumda ülkenin yenilenebilir enerji kullanımını ve enerji üretim çeşitliliğini artmak dışa bağımlılığı ve ticaret açığını azaltacaktır (Karaca ve Erdoğan, 2012). Gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji kaynakları; güneş, rüzgâr, dalga, jeotermal, biyokütle,

hidrolik ve hidrojen gibi enerji kaynaklarından başta elektrik üretiminde ve diğer alanlarda yararlanılmaktadır (Yılmaz, 2012). Türkiye’de tarım sektöründe kullanılacak en etkin yenilenebilir enerji kaynaklarının başında ise güneş, rüzgâr, jeotermal enerjisi ve biyokütle gelmektedir (Örnek ve Dalli, 2022).

Türkiye’de toplam sera gazı emisyonlarında 2022 yılında CO2 eşdeğer olarak en büyük payı %71,8 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %12,8 ile tarım, %12,5 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %2,9 ile atık sektörü takip etti. Enerji sektörü emisyonları 2022 yılında, 1990 yılına göre %179,8, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı emisyonları %208,1 ve tarım sektörü emisyonları %37,9 artmıştır. Toplam CO2 emisyonlarının 2022 yılında %32,6’sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere %86,6’sı enerji sektöründen, %13,1’i endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,3’ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklandı (TÜİK, 2024). Tarımın sera gazı emisyonlarına katkıda bulunması ÇKE hipotezinin hala iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Gökmenoğlu ve Taşpınar, 2018; Jebli ve Youssef, 2017; Rafiq vd., 2015).

Son yıllarda nüfus artış hızı, tarımsal sürdürülebilirlik açısından büyük bir tehlike arz etmektedir. Tarım sektöründe verimliliği artırmak için uygulanan tarımın doğasına uygun olmayan tarım yöntemleri sera gazının önemli kaynaklarından. Fosil yakıtlarla çalışan tarım makinalarının kullanılması ve sulama sistemlerinin kullanılması emisyonların artmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca tarımda anızların yakılması, ormanların tahrip edilmesi, meraların ekilebilir araziye dönüştürülmesi ve ekimle ilgili faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar, sera gazı emisyonlarındaki artışa sebep olmaktadır (Raihan vd., 2024).

Paustian vd. (2020), sürdürülebilir tarım teknikleri gibi daha temiz tarım uygulamalarının iklim değişikliğini hafifletme kapasitesine sahip olduğunu ileri sürmüştür. Bu bağlamda, fosil yakıt enerjisinin yerine kullanılan ve çevre üzerinde minimum olumsuz etkiye sahip olan tarımsal aletleri ve bazı makine türlerini çalıştırmak için yenilenebilir enerjinin kullanılmasıyla artırılmaktadır. Bu sebeple tarım sektörü ve diğer bazı sektörler yenilenebilir enerji kullanmaya şiddetle teşvik edilmektedir (Qiao vd., 2019).

Bu emisyonların ekonomik büyümeyi belirlemedeki rolü göz önüne alındığında, mevcut çalışmanın amacı, CO2’nin Türkiye’nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Tarım sektörü, Türkiye için GSYİH en büyük üç katkıda bulunan sektör arasındadır. Bu nedenle, mevcut çalışma ve bulguları literatüre değerli bir katkı sağlayarak enerji tüketimi, CO2 emisyonları ve tarımsal ihracatın ülkenin büyüme üzerindeki etkileriyle

ilgili mevcut literatürdeki ampirik kanıt eksikliğini gidermeye yardımcı olacaktır.

2. Literatür

Küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişiklikleri bütün canlıları etkileyen konulardan birisi olmakla birlikte son yıllarda bu değişikliklerin sebeplerinin araştırılması önemli olmuştur. Bu bağlamda çevresel sürdürülebilirlik, enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki en çok tartışılan konulardandır. ÇKE hipotezine göre ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik arasında ters-U şeklinde ilişki olduğu iddia edilmekte olup, yapılan çalışmalara bakıldığında görüş ayrılıkları mevcuttur. ÇKE hipotezi geçerliliğini inceleyen çalışmalarda ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ve çevresel kirlilik incelenmiştir. Ekonomik büyümede önem arz eden enerjinin tarımsal uygulamalarda kullanımına bağlı olarak çevre kalitesine ve cari açığa etkisini inceleyen çalışmalar literatürde sınırlı bulunmaktadır. Konuya ilişkin çalışmaların özeti tarihsel sıralama esasıyla aşağıda verilmektedir.

Atıcı ve Kurt (2007) çalışmalarında 1968-2000 yıllarında Türkiye'nin dış ticaretiyle çevre arasındaki etkileşim Çevresel Kuznets eğrisi yardımıyla zaman serisi verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada Türkiye'de kişi başına düşen CO emisyonu ile kişi başına düşen milli gelir, toplam ve tarımsal ihracat ve ithalat verileri kullanılmıştır. Yapılan regresyon analizinde Türkiye'nin milli geliri ile emisyon arasındaki ilişkinin ÇKE hipotezi ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Tarımsal ticaret açıklık indeksinde meydana gelen artış ise CO kirliliğine azaltıcı yönde etkide bulunmakla beraber önemsiz bulunmuştur. Çalışmada tarımdan kaynaklanan kirlilikle diğer ilgili değişkenler arasındaki ilişki de Kuznets eğrisi yardımıyla ölçülmek istenmiş ancak tarımdan kaynaklanan kirlilik verilerinin yetersiz olması nedeniyle bu yönde bir analiz yapılamamıştır.

Wang vd., (2011), ÇKE hipotezinin geçerliğini 1995-2007 yıllarını kapsayan dönemde Çin'de test etmişlerdir. Yapılan pedroni eş bütünleşme testine göre hipotezin geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

Yanar ve Kerimoğlu (2011) Türkiye'de 1975-2009 döneminde ekonomik büyüme, enerji ve cari açık arasındaki ilişkiyi eş bütünleşme testi doğrultusunda analiz edilmiştir. Elde edilen uygun sonuçlar doğrultusunda enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu Johansen eş bütünleşme analizi testi ile belirlenmiş vektör hata düzeltme modeli ile büyüme arttıkça enerji tüketiminde artış olacağı, enerji tüketimindeki artış ise cari açığı artırsa sebep olacağı belirlenmiştir.

Lau vd., (2014), Malezya’da 1970- 2008 dönemleri arasında ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı ARDL analiz yöntemiyle test edilmiş ve hipotezin geçerli olduğu belirlenmiştir.

Doğan ve Öztürk (2017) çalışmalarında 1980-2014 dönemi için ÇKE modelinde ABD için GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin karbondioksit (CO₂) emisyonları üzerindeki etkisini incelenmiştir. ARDL modelinden elde edilen uzun vadeli tahminlere göre yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların çevresel bozulmayı azalttığını, yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışların ise CO₂ emisyonlarına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu sebeple ÇKE hipotezi ABD için geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

Waheed vd. (2017), Pakistan’da yenilenebilir enerji tüketimi, tarımsal üretim ve ormanın CO₂ emisyonu üzerindeki etkileri araştırılmak için 1990-2014 dönemine ait yıllık verileri ve ARDL modeli kullanılarak açıklanmıştır. Sonuçlara göre CO₂ emisyonunun yenilenebilir enerji kullanımını ve orman alanını artırarak azaltılabileceğini gösteriyor. Buna karşılık, tarımsal üretim uzun vadede CO₂ emisyonunu olumlu ve önemli ölçüde etkiliyor. Uzun vadede emisyon, tarımsal üretiminin Pakistan’da da önemli bir karbon kaynağı olduğunu gösteriyor.

Jebli ve Youssef (2017) ise çalışmasında beş Kuzey Afrika ülkeleri için 1980-2011 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi, tarımsal katma değer, karbondioksit (CO₂) emisyonları ve GSYİH arasındaki ilişki eş bütünleşme tekniklerini ve Granger nedensellik testlerini kullanılarak analiz edilmiştir. Uzun vadeli parametre tahminleri, GSYİH’deki ve yenilenebilir enerji tüketimindeki bir artışın CO₂ emisyonlarını artırdığını, tarımsal katma değerdeki bir artışın ise CO₂ emisyonlarını azalttığını göstermektedir.

Ahmad vd. 2017 ‘de yaptığı başka bir çalışmada Hırvatistan’da CO₂ emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Yazarlar, çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin varlığını araştırmışlardır. Bu çalışma, 1992 yılının ilk çeyreğinden 2011 yılının ilk çeyreğine kadar olan dönemdeki verileri kullanarak yapılmıştır. Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) ve VECM yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar, uzun vadede CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

Liu vd. (2017) tarafından 1970-2013 yıllarının kapsayan süreçte ASEAN ülkeleri için yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, GSYH ve GSYH’nin karesi analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimi tarımsal üretim karbon emisyonunda azalışa sebep olmaktadır. Bu

bağlamda belirtilen ülkelerde ve dönemde ÇKE hipotezi geçerli olmadığı tespit edilmiştir.

Ullah vd. (2018), Pakistan'da 1972'den 2014'e kadar Pakistan bir çevre kirliliği göstergesi olarak tarımsal ekosistem ve CO2 emisyonları arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Granger nedensellik testi ve ARDL modelini kullanılmıştır. Johansen eş bütünleşme sonuçları, tarımsal ekosistem ve CO2 emisyonları arasında uzun vadede önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Uzun vadede tarımsal üretimlerinden kaynaklanan CO2 eşdeğeri azot oksit (N2O) emisyonlarında %1'lik bir artışın CO2 emisyonlarını artıracığını göstermektedir.

Chandio vd. (2019)'da tarafından yapılan Pakistan'da yapılan başka bir çalışmada enerji tüketimi ile Pakistan'daki tarımsal ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma, enerji tüketiminin tarım sektöründeki ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Çalışma, Pakistan'da tarımsal ekonomik büyümenin uzun vadeli ve kısa vadeli belirleyicilerini araştırmak için eş bütünleşmeye yönelik otoregresif dağıtılmış gecikmeli (ARDL) sınır testi yaklaşımını kullanmıştır. Eş bütünleşmeye yönelik ARDL sınır testi yaklaşımının sonuçları, çalışma değişkenleri arasında uzun vadeli bir bağlantının var olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmanın bulguları, tarımsal ekonomik büyümenin hem uzun vadede hem de kısa vadede gaz tüketimi ve elektrik tüketiminden pozitif olarak etkilendiğini göstermiştir.

Okumuş (2020)' deki çalışmasında ekonomik büyüme, yenilenemez ve yenilenebilir enerji tüketimi, kentleşme oranı, dışa açıklık oranı ve CO2 emisyonunu ilişkisini Türkiye için 1968-2014 yıllarını kapsayan dönem için ARDL sınır testi kullanılarak açıklamaktır. Analiz sonuçları, modele dâhil edilen değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca, Türkiye'de ÇKE hipotezinin varlığı doğrulanmıştır. Ayrıca, tarımsal katma değer, yenilenemez enerji tüketiminin, ticari serbestleşmenin ve kentleşmenin hem kısa hem de uzun dönemde CO2 emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çetin vd. (2020), Türkiye'de tarım sektörü ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi 1968-2016 dönemi için araştırmışlardır. Çalışmada tarımsal katma değer ve tarımsal arazi serileri tarımın belirleyicisi, çevre kirliliğinin ölçütü olarak karbondioksit emisyonu kullanılmıştır. Ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi diğer bağımsız değişkenler olarak modellere dahil edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda uzun dönemde tarımsal katma değer ve tarımsal arazinin karbondioksit emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir.

Çalışmayla ÇKE hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Çoban ve Özkan (2022) çalışmalarında, 1970 ile 2019 arasındaki dinamik ARDL simülasyon modeli ile analizler yapılarak ÇKE hipotezinin Türkiye’de geçerli olup olmadığı araştırılmıştır. Analizler sonucunda GSYH’da meydana gelen artışların (azalışların) karbondioksit emisyonlarını hem kısa dönemde hem de uzun dönemde artırdığı (azalttığı); GSYH’nın karesinde meydana gelen artışların (azalışların) karbondioksit emisyonlarını hem kısa dönemde hem de uzun dönemde azalttığı (artırdığı); küreselleşmede meydana gelen artışların (azalışların) karbondioksit emisyonlarını sadece uzun dönemde artırdığı (azalttığı); ekonomik büyümenin çevreyi önce olumsuz etkilediği ve daha sonrasında ise çevreyi olumlu etkilediği, dolayısıyla ÇKE hipotezinin Türkiye’de güncel olarak geçerli olduğu belirlenmiştir.

Dallı ve Kütükçü (2023), Türkiye’de, 1974-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak CO2 emisyonu, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi, reel tarımsal katma değer, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye girişi ve finansal gelişme arasındaki ilişki test edilmiştir. Hem kısa hem de uzun dönemde yenilenemez enerji tüketimi ve reel GSYH’nın karbondioksit emisyonunu artırdığı tespit edilmiş olup; reel GSYH’nın karesi ise negatif bulunmuştur. Diğer taraftan finansal gelişme karbon emisyonunu artırmakta, doğrudan yabancı sermaye girişleri ise sadece kısa dönemde karbon emisyonunu artırmakta uzun dönemde ise azaltmaktadır. Dolayısıyla incelenen dönemde ÇKE Hipotezi geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Raihan vd. (2024), 1965’ten 2022’ye kadar Hindistan’da tarım, yenilenebilir enerji ticari açıklık ve CO2 emisyonları üzerindeki ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelendiğinde birim kök testleri verilerin durağanlığını ve sınır testi ile de değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişki olduğu doğrulanmıştır. ARDL uzun vadeli esnekliklerinin sonuçları, tarım verimliliğinde ve ticari açıklıkta bir artışın CO2 emisyonlarında artışa yol açacağını göstermektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımındaki hafif artışın CO2 emisyonlarının azaltılmasında olumlu etki yarattığı, ekonomik büyümenin de emisyonlarda küçük bir düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

Dünya’nın farklı ülkelerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde artan enerji kullanımının ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonlarını tetiklediği bulunmuştur. Yenilenebilir enerji kullanımının CO2 emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir bir çevreyi desteklediği görülmektedir. Bu sebeple ülkeleri temiz enerji kaynakları kullanımına teşvik eden politikaların oluşturulması gerektiği görülmektedir.

Ticari açıklık ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiye ilişkin tartışmalar devam etmektedir. Bu alanda çok fazla literatür bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalarda ticaret arttıkça GSYH da bir artış tespit edilmiştir. Gelir artışındaki artış doğrudan CO2 emisyonları ile bağlantılıdır. Bu durum kirlilik sığına hipotezine göre esnek çevresel düzenlemelere sahip ülkelere sığınan şirketler daha yüksek CO2 emisyonuna katkıda bulunmaktadır. Dauda vd. (2021) çalışmasında Afrika ülkelerinde kirlilik cennetinin varlığının üzerinde durmaktadır.

Önceki yapılan çalışmalar, CO2 emisyonlarına katkıda bulunan faktörler olarak nüfusu, doğrudan yabancı yatırımı ve finansal gelişmeyi kullanmıştır. Ancak birkaç çalışma kentleşme, tarım ve yenilenebilir enerji gibi diğer CO2 emisyonuna katkıda bulunanlarını tek bir çalışmada ÇKE hipotezinin bağlamına dahil ederek çevresel bozulma ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi anlamaya çalışmıştır. Özellikle tarım ve yenilenebilir enerji konularına odaklanan çalışma sayısı Türkiye’de sınırlıdır. Bu çalışma mevcut boşluğu gidermeyi amaçlamaktadır.

3. Model, Veri Seti ve Yöntem

Bu çalışmada, Türkiye için 1990Q1-2022Q4 dönemi yıllık verileriyle tarım sektörü, yenilenebilir enerji tüketimi, ticaret açıklığı, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları arasındaki ilişki test edilmiştir. Bu amaçla, Liu vd., (2017) ve Okumuş’un (2020) çalışmalarını takiben bu çalışmada, ÇKE hipotezi modelinden faydalanılarak aşağıdaki model geliştirilmiştir. Modelde yer alan değişkenlere ilişkin yıllık veriler kuadratik form ile çeyreklik verilere dönüştürülmüştür. Model, Denklem (1)’de gösterilmiştir:

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln Y_t^2 + \beta_3 \ln R_t + \beta_4 \ln A_t + \beta_5 \ln T_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemden yer alan değişkenlere ilişkin açıklamalar ve elde edildikleri veri tabanı bilgisi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Değişkenler ve Açıklamaları

Verinin Adı	Kısaltması	Açıklaması	Kaynağı
Yıllık CO ₂ emisyonları	lnC	Yıllık karbondioksit emisyonları (metrik ton cinsinden kişi başına)	Our World in Data
GSYH (sabit 2015 ABD\$)	lnY	2015 sabit fiyatlarıyla reel GSYH (ABD doları cinsinden)	World Bank WDI
Yenilenebilir enerji (% eşdeğer birincil enerji)	lnR	Yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimindeki yüzde payı	Our World in Data
Tarım, ormancılık ve balıkçılık katma değeri (% GSYH)	lnA	Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün GSYH içindeki yüzde payı	World Bank WDI
Ticari Açıklık (% GSYH)	lnT	Ticaretin GSYH’ya oranı (ihracat + ithalat)	World Bank WD

Modelde yer alan katsayılardan β_1 , ekonomik büyümenin (GSYH) karbon emisyonlarına etkisini gösterir. Pozitif olması beklenir, çünkü ekonomik büyüme daha fazla enerji tüketimi ve dolayısıyla emisyon artışı ile ilişkilidir. β_2 , büyümenin karesinin etkisini ifade eder. Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezine göre, bu katsayı negatifse, belli bir gelir seviyesinden sonra emisyonlar azalabilir. β_3 , yenilenebilir enerjinin emisyonlar üzerindeki etkisini gösterir. Yenilenebilir enerji payı arttıkça emisyonların azalması beklenir, bu nedenle negatif bir katsayı öngörülür. β_4 , tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün katkısını ifade eder. Tarım faaliyetlerinin doğrudan ve dolaylı emisyon etkilerini ölçer. β_5 , ticaret açıklığının etkisini ölçer. Açıklık artışı, üretim ve tüketim süreçlerini etkileyerek emisyonları artırabilir ya da azaltabilir.

Ampirik analize geçmeden önce analizdeki değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Değişken	Gözlem	Ortalama	Stand. Hata	Min	Maks	Jarque-Bera
lnC	33	19.426	0.345	18.837	19.931	2.132 (0.221)
lnY	33	27.038	0.440	26.389	27.809	3.091 (0.153)
lnY ²	33	54.075	0.880	52.777	55.617	3.112 (0.282)
lnR	33	2.223	0.357	1.711	2.861	5.032 (0.324)
lnA	33	2.558	0.217	2.107	2.963	3.254 (0.152)
lnT	33	3.872	0.222	3.417	4.397	5.322 (0.119)
Korelasyon Matrisi						
	lnC	lnY	lnY ²	lnR	lnA	lnT
lnC	1.000					
lnY	0.9872	1.000				
lnY ²	0.9872	1.000	1.000			
lnR	0.1765	0.2912	0.2912	1.000		
lnA	-0.9518	-0.9316	-0.9316	-0.0037	1.000	
lnT	0.8336	0.8444	0.8444	0.3185	-0.7572	1.000

Tablo 2’de yer alan tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi, çalışmada kullanılan değişkenlerin temel istatistiksel özelliklerini sunmaktadır. Tabloda, her bir değişken için gözlem sayısı, ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerler ile Jarque-Bera testi sonuçları yer almaktadır. CO₂ emisyonları (lnC) için ortalama değer 19.426 olarak hesaplanmış olup, minimum 18.837 ve maksimum 19.931 değerleri arasında değişmektedir. Ekonomik büyüme göstergesi olan kişi başı reel GSYH (lnY) ortalama 27.038 olarak bulunmuş ve minimum 26.389, maksimum 27.809 değerleri ile geniş bir yelpazeye sahiptir. Ayrıca, lnY² (ekonomik büyümenin karesi) değişkeni de dikkate alınarak analiz yapılmıştır ve ortalama değeri 54.075 olarak tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi (lnR), tarımsal verimlilik (lnA) ve ticaret açıklığı (lnT) gibi diğer değişkenler de benzer şekilde tabloda gösterilmektedir. Tablo 2’deki Jarque-Bera testi sonuçları, değişkenlerin normal dağılım varsayımına uygunluğunu test etmektedir. Her bir değişken için hesaplanan test istatistikleri ve p-değerleri (parantez içinde gösterilen)

incelendiğinde, CO₂ emisyonları ve diğer bağımsız değişkenlerin normal dağılıma büyük ölçüde uygun olduğu görülmektedir.

4- Bulgular

Bu istatistikler, modelde kullanılacak değişkenlerin genel dağılım özelliklerini anlamaya yönelik önemli bilgiler sunmaktadır.

Tablo 2’de korelasyon matrisi, çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki doğrusal ilişkileri göstermektedir. CO₂ emisyonları (lnC) ile ekonomik büyüme (lnY) ve büyümenin karesi (lnY²) arasında güçlü pozitif bir ilişki bulunurken, tarımsal katma değer (lnA) ile negatif bir ilişki vardır. Yenilenebilir enerji tüketimi (lnR) ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki ise zayıf bir pozitif korelasyon göstermektedir. Ticaret açıklığı (lnT) ile CO₂ emisyonları arasında da güçlü bir pozitif korelasyon söz konusudur. Bu bulgular, ekonomik büyümenin ve ticaretin CO₂ emisyonlarını artırma eğiliminde olduğunu, tarım sektörünün ise karbon yoğunluğunu azalttığını göstermektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin emisyonlar üzerindeki etkisi ise daha sınırlı kalmaktadır.

Tablo 3. ADF Birim Kök Testi

Değişkenler	Düzye I(0)		Birinci Fark I(1)	
	Sabit	Sabit-Trend	Sabit	Sabit-Trend
lnC	-0.938	-2.688	-1.469***	-7.450***
lnA	-0.074	-0.884	-0.045***	-7.087***
lnR	-0.402	-1.268	-0.251***	-6.426***
lnY	-0.602	-0.798	-1.182***	-6.704***
LnY ²	-0.211	-1.231	-1.220***	-8.443***
lnT	-1.266	-4.584***	-	-
	Kritik Değerler 1%: -3,5847 5%: -2,9281 10%:-2,6022	Kritik Değerler 1%: -4,1756 5%: -3,5130 %10: -3,1868	Kritik Değerler 1%: -3,5885 5%: -2,9297 10%: -2,6030	Kritik Değerler 1%: -4,1809 5%: -3,5155 10%:-3,1882

*Not: ***, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.*

Tablo 4. P-P Birim Kök Testi

Değişkenler	Düzyey I(0)		Birinci Fark I(1)	
	Sabit	Sabit-Trend	Sabit	Sabit-Trend
$\ln C$	-0.743	-2.364	-2.850***	-7.346***
$\ln A$	0.125	-0.985	-1.955***	-7.145***
$\ln R$	-0.432	-1.523	-2.378***	-6.864***
$\ln Y$	-0.635	-1.786	-2.743***	-7.234***
$\ln Y^2$	0.352	-1.987	-3.003***	-8.246***
$\ln T$	-1.234	-4.234***	-	-
	Kritik Değerler 1%: -3,5847 5%: -2,9281 10%: -2,6022	Kritik Değerler 1%: -4,1756 5%: -3,5130 %10: -3,1868	Kritik Değerler 1%: -3,5885 5%: -2,9297 10%: -2,6030	Kritik Değerler 1%: -4,1809 5%: -3,5155 10%: -3,1882

Not: ***, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Yukarıdaki Tablo 3'de, ADF ve Tablo 4'te P-P birim kök test sonuçları yer almaktadır. Her iki test sonucunda da, $\ln T$ serisi hariç tüm serilerin düzey değerlerinde (I(0)) sabit ve sabit-trend altında durağan olmadığı görülmektedir. Ancak, serilerin birinci farkları alındığında (I(1)), hem sabit hem de sabit-trend altında tüm serilerin kritik değerlerden daha düşük test istatistiklerine sahip olduğu ve durağan hale geldiği görülmektedir. Sonuç olarak, ticaret açıklığı ($\ln T$) seri düzeyde; CO₂ emisyonları ($\ln C$), tarımsal katma değer ($\ln A$), yenilenebilir enerji tüketimi ($\ln R$), ekonomik büyüme ($\ln Y$), ekonomik büyümenin karesi ($\ln Y^2$) serilerinin birinci farklarının %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. ARDL Sınır Test Sonuçları

Model	Optimum Gecikme Uzunluğu	F İstatistiği
$\ln C_t = f(\ln Y_t, \ln Y_t^2, \ln R_t, \ln A_t, \ln T_t)$	ARDL (2,2,1,3,3,2)	9.543
Kritik Değerler	I(0)	I(1)
%1	5.211	6.081
%5	4.973	5.320
%10	2.911	3.761

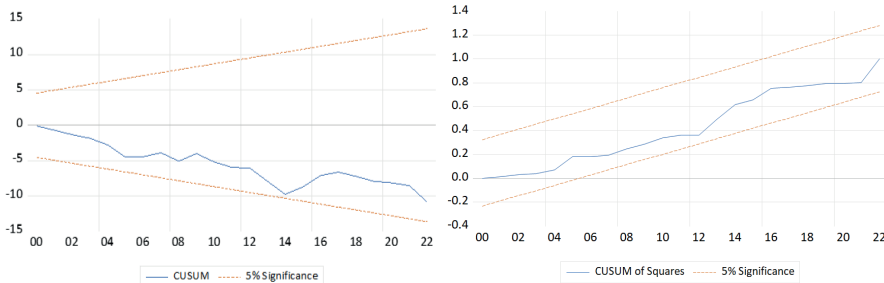
Yukarıdaki Tablo 5’te ARDL sınır testi sonuçlarına göre, optimum gecikme uzunlukları ARDL (2,2,1,3,3,2) olarak belirlenmiştir. F-istatistiği değeri 9.543 olup, bu değer hem %1, %5 hem de %10 anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerin üzerinde yer almaktadır. Özellikle, I(1) için %1 düzeyindeki kritik değer 6.081 iken, F-istatistiği bu değeri aşmaktadır. Bu durum, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli bir eş bütünlüme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, tarımsal verimlilik, yenilenebilir enerji tüketimi, ticaret açıklığı ve ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonları arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6. ARDL (2,2,1,3,3,2) Modeli Spesifikasyon Test Sonuçları

Test	F İstatistiği	Olasılık Değeri
Breusch Godfrey	3.873	0.220
Jarque-Bera	1.529	0.198
Ramsey Reset	2.891	0.133
ARCH	0.524	0.711
CUSUM	İstikrarlı	
CUSUMQ	İstikrarlı	

Yukarıdaki Tablo 6’te ARDL (2,2,1,3,3,2) modeli için yapılan spesifikasyon test sonuçlarına göre, modelde otokorelasyon, normallik, model spesifikasyonu ve değişen varyans problemlerinin olmadığı görülmektedir. Breusch-Godfrey testi sonucunda otokorelasyonun olmadığı (p-değeri: 0.220), Jarque-Bera testi sonucunda kalıntıların normal dağılım gösterdiği (p-değeri: 0.198), Ramsey RESET testi sonucunda modelin doğru bir şekilde tanımlandığı (p-değeri: 0.133) ve ARCH testi sonucunda modelde değişen varyans sorununun bulunmadığı (p-değeri: 0.711) tespit edilmiştir.

Şekil 1. CUSUM ve CUSUMQ Test Sonuçları



CUSUM ve CUSUMQ testleri, modelin parametrelerinin istikrarlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, modelin güvenilir ve geçerli olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 7. ARDL Kısa ve Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Olasılık
Kısa Dönem		
lnY	0.917**	0.046
lnY ²	-0.864*	0.081
lnR	-0.342***	0.004
lnA	-0.091**	0.037
lnT	0.102**	0.023
ECT(-1)	-0.517****	0.000
Uzun Dönem		
lnY	0.233**	0.011
lnY ²	-0.911**	0.038
lnR	-0.268***	0.004
lnA	-0.801	0.231
lnT	-0.523*	0.081

*Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, 5 ve 10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.*

Yukarıdaki Tablo 7'de ARDL tahmin sonuçlarına göre, ticaret açıklığı (lnT) kısa dönemde CO₂ emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı uzun dönemde negatif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Kısa dönemde ticaret açıklığı katsayısı 0.102 olup, bu sonuç ticaretin artmasının CO₂ emisyonlarını artırdığını göstermektedir. Uzun dönemde ise ticaret açıklığının katsayısı -0.523 ile negatif ve anlamlıdır. Bu, uzun dönemde ticaret açıklığının çevresel etkilerin fark edilmesi ve çevre dostu teknolojilerin ticaretle birlikte yaygınlaşması sonucu karbon emisyonlarını azalttığını göstermektedir.

Kısa dönemde ekonomik büyüme (lnY) karbon emisyonlarını artırırken, büyümenin karesi (lnY²) negatif ve anlamlı bir katsayıya sahiptir. Bu, Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini destekler niteliktedir. Yani, başlangıçta ekonomik büyüme karbon emisyonlarını artırırken, belli bir büyüme düzeyinden sonra emisyonlar azalmaya başlar. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimi (lnR) kısa ve uzun dönemde CO₂ emisyonlarını azaltıcı etkiler göstermektedir. Tarımsal katma değer (lnA) ise kısa dönemde negatif ve anlamlı olup, tarımın karbon emisyonlarını azalttığını işaret etmektedir.

ECT(-1) katsayısı da negatif ve anlamlı olup, modelde uzun dönem dengesine geri dönüldüğünü göstermektedir.

5. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışmada, Türkiye için 1990Q1-2022Q4 dönemi yıllık verileriyle tarım sektörü, yenilenebilir enerji tüketimi, ticaret açıklığı, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları arasındaki ilişki ARDL yöntemiyle analiz edilmiştir. ARDL bulgularına göre çalışma ÇKE çerçevesinde bakıldığında Okumuş’un (2020), Çetin vd. (2020), Yurtkuran (2021) Çoban ve Özkan (2022), Kütükçü ve Dalı (2023)’nın çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

5.1. Ticaret Politikaları ve Çevre Dostu Teknolojiler

Çalışmada ticaret açıklığının kısa dönemde karbon emisyonlarını artırdığı, ancak uzun dönemde azalttığı gözlemlenmiştir. Bu bulgu, ticaretin çevresel etkilerini hafifletmek için çevre dostu teknoloji transferine önem verilmesi gerektiğini göstermektedir. Türkiye, uluslararası ticaret politikalarını çevre dostu teknolojilerin ithalatını teşvik edecek şekilde yönlendirmelidir. Özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinin ithalatı artırılarak, emisyonları azaltıcı yönde ilerleme sağlanabilir.

5.2. Yenilenebilir Enerji Kullanımının Teşvik Edilmesi

Yenilenebilir enerji tüketiminin hem kısa hem de uzun dönemde karbon emisyonlarını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Bu nedenle, Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımını artırıcı politikalar uygulanmalıdır. Özellikle güneş, rüzgâr, biyokütle ve hidroelektrik enerjisi yatırımları teşvik edilmelidir. Vergi indirimleri, devlet teşvikleri ve düşük faizli krediler gibi desteklerle yenilenebilir enerji sektörüne daha fazla kaynak aktarılmalıdır.

5.3. Ekonomik Büyüme ile Sürdürülebilir Kalkınmanın Dengelenmesi

Ekonomik büyüme başlangıçta karbon emisyonlarını artırıcı etki yaparken, büyümenin belli bir seviyeye ulaşmasından sonra emisyonların azaldığı (Çevresel Kuznets Eğrisi) görülmektedir. Bu nedenle, Türkiye’nin büyüme politikalarında çevre dostu stratejilere yer verilmelidir. Çevre dostu üretim teknolojileri ve enerji verimliliğini artıracak politikalar geliştirilmeli ve teşvik edilmelidir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için sanayi politikaları yeşil büyüme stratejileriyle uyumlu hale getirilmelidir.

5.4. Tarımsal Sektörün Çevresel Etkileri

Tarımsal katma değerın kısa dönemde karbon emisyonlarını azalttığı gözlemlenmiştir. Tarım sektöründe sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması, karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır. Organik tarım, su verimliliği, biyolojik çeşitliliğin korunması ve enerji verimliliği gibi konulara odaklanarak, tarımsal üretim çevreye zarar vermeden artırılabilir.

5.5. Uluslararası İş birliği ve Çevresel Standartların Güçlendirilmesi

Ticaretin karbon emisyonlarını azaltmadaki uzun dönemli etkilerini daha da artırmak için uluslararası iş birliği önemlidir. Türkiye, çevre dostu ticaret anlaşmaları yapmalı ve bu anlaşmalara uluslararası çevre standartlarını dahil etmelidir. Ayrıca, Paris İklim Anlaşması gibi küresel taahhütlere uygun politikalar geliştirilmeli ve karbon salımını sınırlandıracak düzenlemeler güçlendirilmelidir.

5.6. Enerji Politikalarında Dönüşüm

Kısa ve uzun vadede karbon emisyonlarını azaltmak için fosil yakıtlara bağımlılığı azaltıcı enerji politikaları öncelikli hale getirilmelidir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yaparak fosil yakıt kullanımını azaltmalı ve enerji arz güvenliğini yenilenebilir kaynaklarla sağlamalıdır. Ayrıca, enerji verimliliği artırılmalı ve karbon fiyatlandırma mekanizmaları gibi piyasa temelli araçlarla emisyonlar sınırlandırılmalıdır.

Bu öneriler, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına ve çevresel etkilerini azaltmasına katkı sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. Uzun dönemde gelecekte toplum refahın sağlanması için sürdürülebilirlik önem teşkil etmektedir. Bu sebeple politika yapımcıların sürdürülebilir çevre ve tarım politikalarına daha fazla önem vermesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Ahmad, N., Du, L., Lu, J., Wang, J., Li, H. Z. ve Haşmi, M. Z. (2017). Modelling the Co2 emissions and economic growth in Croatia: Is there any environmental Kuznets curve? *Energy*, 123: 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.106>
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L. ve Mohammed, A. H. (2015). Investigating the environmental kuznets curve (ekc) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48: 315-323.
- Atıcı C. ve Kurt F. (2007). Türkiye’nin dış ticareti ve çevre kirliliği: çevresel kuznets eğrisi yaklaşımı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 13(2): 61-69.
- Chandio , A.A., Jiang , Y. ve Rehman, A.,(2019). Energy consumption and agricultural economic growth in Pakistan: is there a nexus? *International Journal of Energy Sector Management*,13 (3).
- Chew, G. L. (2009). Foreign Direct Investment, Pollution and Economic Growth: Evidence form Malaysia. *Applied Economics*, 41:1709–1716.
- Çetin, M., Saygın ve S., Demir, H. (2020). Tarım Sektörünün Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Eşbütünleşme ve Neden-sellik Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*,17(3) : 329-345.
- Çoban, M.N. ve Özkan, O. (2022). Çevresel kuznets eğrisi: Türkiye’de küreselleşme ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisinin yeni dinamik ARDL simülasyon modeli ile incelenmesi. *Akademik Hassasiyetler*, 9(19), 207-228.
- Dauda, L., Long, X., Mensah, C. N., Salman, M., Boamah, K. B., Ampon-Wireko, S. ve Dogbe, C. S. K. (2021). Innovation, trade openness and CO2emissions in selected countries in Africa. *Journal of Cleaner Production*, 281: 125143.
- Dallı, T. ve Kütükçü, E. (2023). Türkiye’de Tarım, Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi, Doğrudan Yabancı Sermaye ve CO2 Emisyonu Arasındaki İlişki: ARDL Analizi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(3): 2154-2170.
- Dogan, E. ve Ozturk, I. (2017). The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO2 emissions in the USA: evidence from structural break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11): 10846-10854.
- Donohoe, M. (2003). Causes and health consequences of environmental degradation and social injustice, *Social Science & Medicine*, 56 : 573–587.
- Gokmenoglu, K. K. ve Taspınar, N. (2018). Testing the agriculture-induced EKC hypothesis: the case of 468 Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23): 22829-22841.

- International Energy Agency (İEA) (2024). Greenhouse Gas Emissions from Energy Data Explorer, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>. Erişim tarihi: 26 Ekim 2024.
- Jebli, M. B. ve Youssef, S. B. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological Indicators*, 74. 295-301.
- Karaca, C. ve Erdoğan, M. (2012). Türkiye’de rüzgâr çiftliklerinden elektrik üretilmesiyle sağlanabilecek çevresel ve ekonomik kazançlar. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 12(23): 156-188.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review* 45(1): 1–28.
- Lau L.S. ve Choong C.K., Eng YK. (2014). Investigation of the environmental kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: do foreign direct investment and trade matter?. *Energy Policy*, 68: 490-497.
- Liu X., Zhang S. ve Bae J. (2017). 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.
- Qiao, H., F. Zheng, H. Jiang ve K. Dong (2019). The greenhouse effect of the agricultureeconomic growth-renewable energy nexus: Evidence from G-20 countries. *Science of the Total Environment*, 671: 722-731.
- Mirjat, N.H., Uqaili, M.A., Harijan, K., Valasai, G.D., Shaikh, F. Ve Waris, M.(2017). A review of energy and power planning and policies of Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79: 110-127.
- Okumuş, İ. (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Tarım ve CO2 Emisyonu İlişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (1): 21-34.
- Örnek İ. ve Dalli T. (2022). Afrika’da yenilenebilir enerji. Örnek, İ. *Afrika’nın sektörel yapısı ve Türkiye-Afrika ilişkileri* (42-102). Bursa: Ekin Yayınevi
- Paustian, K., Chenu, C., Conant, R., Cotrufo, F., Lal, R., Smith, P. ve Soussana, J., (2020). Yenileyici Tarımın İklim Azaltma Potansiyeli Önemlidir! https://scholar.princeton.edu/sites/default/files/tsearchi/files/paustian_et_al_response_to_wri_soil_carbon_blog_.pdf. Erişim tarihi: 15 Ekim 2024.
- Raihan, A., Tanchangya, T., Rahman, J. ve Ridwan, M. (2024). The Influence of Agriculture, Renewable Energy, International Trade, and Economic Growth on India’s Environmental Sustainability, *Journal of Environmental and Energy Economics*, 37-48.
- Rafiq, S., Salim, R. ve Apergis, N. (2015). Agriculture, trade openness and emissions: an empirical analysis 512 and policy options. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 60(3): 348-365.

- Sertoglu K. ve Dogan, N. (2016). Agricultural Trade and its Determinants: Evidence from Bounds Testing Approach for Turkey. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(2): 450-455
- Tyagi, S, Garg, N. ve Paudel, R. (2014). Environmental Degradation: Causes and Consequences. *European Researcher*; 81: 8-2.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2024). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2022-53701>. Erişim tarihi: 20 Ekim 2024.
- Ullah, A., Khan, D., Khan, İ. ve Zheng, S. (2018). Does agricultural ecosystem cause environmental pollution in Pakistan? Promise and menace, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2).
- Wang S.S., Zhou DQ., Zhou P. ve Wang QW. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A Panel Data Analysis. *Energy Policy*, 39: 4870-4875.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S. ve Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172: 4231-4238.
- Yanar, R. ve Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2): 191-201.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2):33-54.
- Zhang, L., Pang, J., Chen, X. ve Lu, Z. (2019). Carbon emissions, energy consumption and economic growth: Evidence from the agricultural sector of China’s main grain-producing areas. *Science of The Total Environment*, 665: 1017-1025.