



Dynamic Effects of Agricultural Land, Urbanization and Economic Growth on Carbon Emissions in N-11 Countries

Mücahit Ülger^{1,a,*}

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur Meslek Yüksekokulu, Kırşehir, Türkiye.

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 05.03.2025 Accepted : 10.07.2025</p> <p>Keywords: Agricultural Land Urbanization Economic Growth Carbon Emissions Environmental quality</p>	<p>This study aims to analyze the environmental quality of N-11 countries (Bangladesh, Indonesia, Philippines, South Korea, Iran, Mexico, Egypt, Nigeria, Pakistan, Turkey and Vietnam). In the study covering the years 1990-2021, the effects of agricultural land, economic growth and urbanization on carbon emissions were examined. After determining the long-term relationship between the variables, the coefficient estimate was made with the DCCE method. Panel analysis results show that economic growth and urbanization have a statistically significant and positive effect on carbon emissions. While a 1% increase in economic growth increases carbon emissions by 0,589%, a 1% increase in urbanization increases carbon emissions by 1,944%. On the other hand, agricultural land has no significant effect on carbon emissions. According to the cross-section results, economic growth increases carbon emissions in Indonesia, Philippines, South Korea, Iran, Mexico, Egypt, Pakistan, Turkey and Vietnam, while it has a decreasing effect in Nigeria. Urbanization increases carbon emissions in Bangladesh, Indonesia, South Korea, Iran, Egypt and Turkey, while decreasing them in Vietnam. Finally, the agricultural land variable was found to increase carbon emissions in Mexico and Egypt, but decrease them in Bangladesh, the Philippines and Turkey. The findings of the study reveal that policies should be shaped by taking into account country-specific dynamics in order to ensure environmental sustainability.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(8): 2066-2076, 2025

N-11 Ülkelerinde Tarım Arazisi, Kentleşme ve Ekonomik Büyümenin Karbon Emisyonları Üzerindeki Dinamik Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 05.03.2025 Kabul : 10.07.2025</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarım Arazisi Kentleşme Ekonomik Büyüme Karbon Emisyonu Çevresel kalite</p>	<p>Bu çalışma, N-11 ülkelerinin (Bangladeş, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Nijerya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam) çevresel kalitesini analiz etmeyi amaçlamaktadır. 1990-2021 yıllarını kapsayan araştırmada, tarım arazisi, ekonomik büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki tespit edildikten sonra, DCCE yöntemi ile katsayı tahmini yapılmıştır. Panel analiz sonuçları, ekonomik büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ekonomik büyümede meydana gelen %1'lik artış, karbon emisyonlarını %0,589 oranında artırırken, kentleşmede meydana gelen %1'lik artış, karbon emisyonlarını %1,944 oranında artırmaktadır. Buna karşın, tarım arazisinin karbon emisyonları üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Yatay kesit sonuçlarına göre ekonomik büyüme, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Pakistan, Türkiye ve Vietnam'da karbon emisyonlarını artırırken, Nijerya'da azaltıcı bir etkiye sahiptir. Kentleşme ise Bangladeş, Endonezya, Güney Kore, İran, Mısır ve Türkiye'de karbon emisyonlarını artırırken, Vietnam'da azaltmaktadır. Son olarak, tarım arazisi değişkeninin Meksika ve Mısır'da karbon emisyonlarını artırdığı, ancak Bangladeş, Filipinler ve Türkiye'de ise azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına politikaların ülkeye özgü dinamikler göz önünde bulundurularak şekillendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.</p>

^amucahit.ulger@ahievran.edu.tr <https://orcid.org/0000-0003-0300-099X>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Günümüzde karbon emisyonlarının sürekli artması küresel iklim sistemi üzerinde geri dönülemez değişimlere yol açarak toplumun tüm kesimlerini derinden etkilemektedir (Begum ve ark., 2020). Küresel ısınmanın neden olduğu ciddi çevresel sorunların sayısının artmasıyla birlikte, uluslararası toplum karbon emisyonlarına giderek daha fazla önem vermeye başlamıştır (Xie ve Liu, 2019). Özellikle sanayi devrimiyle birlikte hızlanan fosil yakıt tüketimi, ekonomik büyüme ve artan enerji talebi, çevresel bozulmayı hızlandırarak ekosistemlerin dengesini tehdit etmektedir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini hafifletmek ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla karbon emisyonlarını azaltmak ve çevre kalitesini artırmak küresel bir öncelik haline gelmiştir (Balsalobre-Lorente ve ark., 2021).

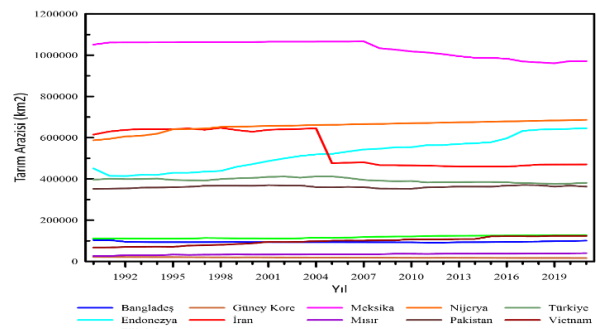
Gelişmekte olan ekonomiler, giderek daha önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda, N-11 ülkeleri olarak adlandırılan Bangladeş, Mısır, Endonezya, İran, Meksika, Nijerya, Pakistan, Filipinler, Güney Kore, Türkiye ve Vietnam, geleceğin en büyük ekonomileri arasında gösterilen ülkelerden oluşmaktadır (Sinha ve ark., 2020). Bu ülkeler, hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme gibi ortak ekonomik özelliklere sahiptir. Bu hızlı ekonomik genişleme sürecinin çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli sonuçlar doğurması beklenmektedir (Nathaniel ve ark., 2021). Özellikle, ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki ilişki, çevresel bozulma açısından büyük önem arz etmektedir. Fosil yakıt tüketimi, sanayileşme ve kentleşme gibi süreçler, ekonomik büyümeyi desteklerken karbon emisyonlarını artırarak çevresel sorunlara yol açabilmektedir. N-11 ülkelerinin küresel ekonomideki yükselen konumları, onların karbon emisyonları açısından da kritik ülkeler haline gelmelerine neden olmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, bu ülkelerin dünya ekonomisinde daha büyük bir pay alması beklenirken, çevresel etkilerinin nasıl yönetileceği sorusu da önem kazanmaktadır (Basheer ve ark., 2024).

Tarım sektörü, fosil yakıtların ve azot bakımından zengin gübrelerin yoğun kullanımı neticesinde çevresel bozulmanın başlıca nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Aziz ve ark., 2020). Tarımsal faaliyetler, dolaylı ve doğrudan yollarla büyük miktarda sera gazı salımına yol açarak küresel karbon emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Özellikle tarım arazisi elde etmek için yapılan ormansızlaşma atmosfere yüksek miktarda karbon salımına neden olmaktadır (Maraseni ve Cockfield, 2011). Ayrıca, fosil yakıt bazlı gübrelerin kullanımı, fosil yakıtla çalışan tarım ekipmanları ve biyokütle yakıtlarının yakılması gibi uygulamalar tarımsal sera gazı emisyonlarını artırarak iklim değişikliğini hızlandırmaktadır (Balsalobre-Lorente ve ark., 2019). Bununla birlikte, tarım sektörü yalnızca çevresel bozulmaya katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda iklim değişikliğinin etkilerine karşı da son derece hassastır (Naseem ve ark., 2020). Bu nedenle, tarım sektörünün daha sürdürülebilir uygulamalara yönlendirilmesi, karbon emisyonlarının azaltılması ve çevresel bozulmanın önlenmesi açısından önemli bir gereklilik haline gelmiştir.

Şekil 1, N-11 ülkelerindeki tarım arazilerinin 1990-2021 dönemindeki yıllık değişim eğilimini göstermektedir. Veriler incelendiğinde, 2021 yılı itibarıyla en geniş tarım

arazisine sahip olan ülkenin Meksika, en sınırlı tarım arazisine sahip olan ülkenin ise Güney Kore olduğu belirlenmiştir. Referans dönemi boyunca bazı ülkelerde belirgin değişimler gözlemlenmiştir. Özellikle Endonezya'da tarım arazilerinde dikkat çeken bir artış yaşanmış, 1990 yılında 450,830 km² olan tarım arazisi 2021 yılında 646,000 km²'ye ulaşmıştır. Benzer şekilde, Vietnam'da tarım arazileri önemli ölçüde genişlemiş, 1990'daki 67,260 km²'lik alan 2021 yılında 123,600 km²'ye çıkmıştır. Buna karşılık, Meksika ve İran'da tarım arazilerinde kayda değer bir azalma gözlenmiştir. İran'da 1990 yılında 615,000 km² olan tarım arazisi, 2021 yılı itibarıyla 470,670 km²'ye gerilemiştir. Benzer bir eğilim de Meksika'da gözlemlenmiş; 1990 yılında 1,051,510 km² olan tarım arazisi 2021'de 971,260 km²'ye düşmüştür. Diğer N-11 ülkelerinde ise tarım arazilerinde görece istikrarlı bir seyir izlenmiş olup, referans dönemi boyunca belirgin bir artış ya da azalma tespit edilmemiştir. Bu eğilimler, tarım politikaları, arazi kullanımı değişiklikleri, kentleşme ve iklim değişikliği gibi birçok faktörle ilişkilendirilebilir. Özellikle Endonezya ve Vietnam'daki genişlemeler, tarımsal üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik politikaların bir yansıması olabilir. Buna karşın İran ve Meksika'daki daralmalar, arazi bozulması, sanayileşme ve kentsel yayılma gibi unsurlarla ilişkilendirilebilir.

Kentleşme, ormansızlaşmayı tetikleyerek çevresel bozulmaya ve küresel ısınmaya neden olan önemli bir göstergedir. Hızlı nüfus artışı ve ekonomik büyüme, dünya çapında kentleşme sürecini hızlandırarak günümüzde dünya nüfusunun %50'den fazlası şehirlerde yaşamasına neden olmuştur (Zhang, 2016). Ancak bu süreç, yalnızca ekonomik büyüme ve kentleşme ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir (Wang ve ark., 2023). Bu yüzden kentleşme, artan enerji tüketimi ve sanayi faaliyetleri yoluyla karbon emisyonlarını doğrudan etkileyen küresel bir olgu haline gelmiştir (Sadorsky, 2014). Özellikle kentsel alanların genişlemesi, altyapı projeleri ve endüstriyel faaliyetler, fosil yakıt kullanımını artırırken, karbon emisyonlarının başlıca kaynaklarından biri olmuştur (Zhu ve ark., 2022). Bu bağlamda, kentleşme sürecinin çevresel etkilerinin azaltılması, sürdürülebilir kalkınma politikaları ve düşük karbonlu şehir planlamaları ile mümkün olabilir.



Şekil 1. N-11 Ülkelerinde tarım arazilerinin yıllık değişimi (1990-2021)

Kaynak: Dünya Bankası (2025)

Figure 1. Annual change in agricultural land in N-11 Countries (1990-2021)

Karbon emisyonlarının en önemli göstergelerinden biri olan kentleşme, ekonomik büyüme ve tarım arazileri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde çevresel bozulmayı doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, hızla büyüyen ekonomilere sahip olan ve gelecekte küresel ekonomide daha büyük bir rol üstlenmesi beklenen N-11 ülkeleri, çevresel etkileri analiz etmek açısından önemli bir örneklem sunmaktadır. Bu çalışma, 1990-2021 döneminde N-11 ülkelerinin çevresel bozulmasını inceleyerek, tarım arazisi, ekonomik büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, bu değişkenler arasındaki ilişkileri analiz ederek sürdürülebilir çevre politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Literatürde kentleşme-karbon emisyonları ve ekonomik büyüme-karbon emisyonları arasındaki ilişkiye dair birçok çalışma bulunmasına rağmen, özellikle tarım arazilerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini spesifik olarak N-11 ülkeleri bağlamında inceleyen çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda, çalışma, tarım arazilerinin karbon emisyonlarını azaltıcı mı yoksa artırıcı mı bir etkide bulunduğunu ve bu etkinin büyüklüğünü değerlendirerek literatürdeki bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın bir de literatüre önemli bir metodolojik katkısı bulunmaktadır. Karbon emisyonlarını belirleyen faktörler hem panel veri analizi hem de yatay kesit yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Böylece, değişkenler arasındaki ilişkinin yalnızca zaman içindeki dinamikleri değil, aynı zamanda ülkeler arasındaki farklılıkları da ortaya konmuştur. Ayrıca, çalışma kapsadığı uzun dönem (1990-2021) ve çoklu değişken analizi ile literatüre metodolojik bir katkı sunmaktadır. Tarım arazileri ile karbon emisyonları arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünün belirlenmesi, sürdürülebilir çevre politikalarının oluşturulmasında önemli bir rehber niteliği taşımaktadır. Çalışmanın devamında sırasıyla ikinci bölümde literatür taraması, üçüncü bölümde model ve veri tanımlama, yöntem ve ampirik uygulama bölümlerine yer verilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise sonuçlar sunulmuştur.

Literatür

Literatürün daha anlaşılır ve sistematik bir şekilde sunulabilmesi amacıyla, çalışmalar iki ana başlık altında incelenmiştir. İlk olarak, tarım arazilerinin genişlemesi ile çevresel bozulma arasındaki ilişki ele alınmış ve tarımsal faaliyetlerin karbon emisyonları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İkinci olarak, kentleşmenin ve ekonomik büyümenin çevresel bozulma üzerindeki etkisi incelenmiş olup, kentleşme ve ekonomik büyüme sürecinin karbon emisyonları üzerindeki rolü araştırılmıştır.

Tarım Arazisi ve Çevresel Bozulma İlişkisi

Literatürde, tarım arazilerinin genişlemesi ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısı sınırlıdır. Mevcut araştırmaların büyük bir kısmı, bu ilişkiyi zaman serisi analizi yöntemleriyle değerlendirmiştir. Yapılan çalışmalar genel olarak, tarım arazilerinin genişlemesinin karbon emisyonlarını artırarak çevresel bozulmaya yol açtığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, tarımsal faaliyetlerin ormansızlaşma, toprak kullanımı değişiklikleri ve fosil yakıt tüketimi gibi faktörler aracılığıyla sera gazı salınımına katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır.

Parajuli ve ark. (2019), 1990-2014 döneminde 86 ülkeye ait ülkeye özgü panel verilerini kullanarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) çerçevesinde ormanların ve tarım arazilerinin CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini niceliksel olarak incelemiştir. Dinamik panel veri analizine dayanan bulgular, ormanların küresel ölçekte CO₂ emisyonlarını azaltmada önemli bir belirleyici olduğunu, ancak bu etkinin bölgesel farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada, kişi başına enerji tüketimindeki %1'lik artışın CO₂ emisyonlarını %0,29 artırdığı, tarım arazisindeki %1'lik genişlemenin ise emisyonları %0,15 artırdığı belirlenmiştir. Buna karşın, orman alanındaki %1'lik artış CO₂ emisyonlarını %0,11 oranında azaltmaktadır.

Raihan ve Tuspekova (2022) 1990-2018 yılları arasında Peru'da ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kullanımı ve tarım arazilerinin genişlemesinin CO₂ emisyonları üzerindeki dinamik etkilerini analiz etmiştir. Çalışmada, Dinamik Sıradan En Küçük Kareler (DOLS) yöntemi ve otoregresif dağıtılmış gecikmeli (ARDL) sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. DOLS tahminleri, ekonomik büyümenin CO₂ emisyonları ile pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu, %1'lik ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarını %0,59 artırdığını göstermektedir. Öte yandan, yenilenebilir enerji kullanımının CO₂ emisyonlarını azaltıcı bir etkisi olduğu tespit edilmiş; yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın uzun vadede CO₂ emisyonlarını %0,52 oranında azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, tarım arazisi genişlemesinin uzun vadede CO₂ emisyonlarını %1,58 oranında artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ali ve ark. (2022) 1961-2014 döneminde Pakistan'da araştırma değişkenleri arasındaki uzun ve kısa vadeli ilişkileri analiz etmek amacıyla Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeli (ARDL) sınır testi yaklaşımını kullanmıştır. Uzun vadeli tahminler, tarım arazisi ve tahıl ekili arazi katsayılarının CO₂ emisyonları ile pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, mahsul üretim endeksi katsayılarının CO₂ emisyonları ile negatif ve anlamlı bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir.

Raihan ve ark. (2022) 1990-2019 yılları arasında Malezya'da enerji kullanımı, tarım arazisi genişlemesi, ormansızlaşma ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi sınır testi (ARDL) ve Dinamik Sıradan En Küçük Kareler (DOLS) yöntemleriyle analiz etmiştir. DOLS tahminleri, enerji kullanımının CO₂ emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu, enerji tüketimindeki %1'lik artışın CO₂ emisyonlarını %0,91 oranında artırdığını göstermektedir. Benzer şekilde, tarım arazisi genişlemesindeki %1'lik artış, uzun vadede CO₂ emisyonlarını %0,84 oranında artırmaktadır. Öte yandan, ormansızlaşmanın CO₂ emisyonları üzerinde belirgin bir etkisi olduğu belirlenmiş; ormanlık alanın %1 azalmasının CO₂ emisyonlarında %5,41'lik bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Eşleştirilmiş Granger nedensellik testi sonuçları, enerji kullanımı ve ormansızlaşma arasında çift yönlü nedensellik bulunduğunu, ayrıca enerji tüketimi, tarım arazisi genişlemesi ve ormansızlaşmanın CO₂ emisyonları üzerinde tek yönlü nedensel ilişkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tanveer ve ark. (2024) 1990-2017 döneminde Pakistan'da sera gazları (CO₂, CH₄ ve N₂O) ile ekolojik ayak izinin ormansızlaşma, kentleşme, ekonomik büyüme, küreselleşme ve tarım arazileri üzerindeki etkilerini dört ayrı model çerçevesinde analiz etmiştir. Çalışmada, Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) modeli kullanılarak uzun ve kısa vadeli dinamikler incelenmiştir. Ampirik bulgular, karbon emisyonlarının ormansızlaşma, tarım arazileri, küreselleşme ve kentleşme ile uzun vadeli çevresel bozulma arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki ortaya koyduğunu göstermektedir. Ayrıca, ekolojik ayak izi ile ormansızlaşma, tarım arazileri ve ekonomik büyüme arasında uzun vadede güçlü ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Metan gazı emisyonlarının ormansızlaşmayı, tarım alanlarını, ekonomik kalkınmayı ve küreselleşmeyi artırdığı tespit edilirken, azot oksit emisyonlarının ormansızlaşma ile tarım arazileri arasında negatif, ancak ekonomik büyüme, kentleşme ve küreselleşme ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kentleşme, Ekonomik Büyüme ve Çevresel Bozulma İlişkisi

Kentleşmenin çevresel bozulma üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, hızlı şehirleşmenin enerji tüketimini ve sanayi faaliyetlerini artırarak karbon emisyonlarını yükselttiğini göstermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı kentleşme, arazi kullanımında değişikliklere yol açarak yeşil alanların azalmasına ve doğal ekosistemlerin bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca, altyapı genişlemesi ve ulaşım faaliyetlerindeki artış, karbon emisyonlarının yükselmesine katkıda bulunan temel faktörler arasında yer almaktadır.

Kentleşme, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, literatürde geniş bir şekilde ele alınmış olup, özellikle kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisi önemli bir araştırma alanı olmuştur. Bu bağlamda, çeşitli ülkeler ve bölgeler üzerinde gerçekleştirilen ampirik çalışmalar, kentleşmenin genellikle karbon emisyonlarını artırıcı bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Kentleşme ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi ele alan literatürde çeşitli ülkeler ve bölgeler üzerine yapılan ampirik çalışmalar, bu iki değişken arasında genellikle pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Örneğin, Shahbaz ve ark. (2014), 1975-2011 dönemine ait çeyrek frekans verilerini kullanarak Birleşik Arap Emirlikleri'nde ekonomik büyüme, elektrik tüketimi, kentleşme ve çevresel bozulma arasındaki uzun vadeli ilişkiyi ARDL sınır testi yöntemiyle incelemiş ve kentleşmenin CO₂ emisyonlarını artırıcı bir etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonları arasında ters U biçiminde bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Jiang ve ark. (2022), 1971-2020 dönemi için Çin'de karbon emisyonları, ekonomik büyüme, kentleşme ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi analiz etmiş ve hem kentleşmenin hem de ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etki yarattığını tespit etmiştir.

Dogan ve Turkecul (2016), 1960-2010 yılları arasında ABD ekonomisinde karbon emisyonları, enerji tüketimi, reel çıktı, ticaret açıklığı, kentleşme ve finansal gelişme arasındaki eşbütünleşme ilişkisini incelemiş ve enerji

tüketimi ile kentleşmenin çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koymuştur. Ancak, çalışma EKC hipotezinin ABD için geçerli olmadığını öne sürmektedir. Hussain ve ark. (2022), 1996-2019 döneminde 54 Afrika Birliği ülkesini kapsayan analizinde, kentleşme ve yenilenemeyen enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini panel kantil regresyonu (PQR) ve tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kareler (FMOLS) yöntemleriyle incelemiş ve kentleşmenin karbon emisyonlarıyla pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca sonuçlar EKC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Bunun yanı sıra, Sufyanullah ve ark. (2022), Pakistan'da 1975-2018 yıllarını kapsayan çalışmada ARDL yaklaşımı ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanarak kentleşmenin CO₂ emisyonlarını artırdığına dair bulgular elde etmiştir. Wang ve ark. (2014), 1995-2011 döneminde 30 Çin eyaleti üzerine yaptığı çalışmada, kentleşme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki uzun vadeli, iki yönlü pozitif ilişkiyi ortaya koymuştur. Ngong ve ark. (2022) ise, 1990-2019 yılları arasında Orta Afrika Ekonomik ve Para Topluluğu'nda kentleşme ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi Johansen Fisher ve Kao kalıntı eşbütünleşme testleriyle analiz etmiş ve bu iki değişken arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisi literatürde farklı bulgularla ele alınmıştır. Çoğu çalışma kentleşmenin karbon emisyonlarını artırdığını ortaya koyarken, bazı araştırmalar ise kentleşmenin karbon emisyonlarını azaltıcı bir etkisi olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Sharma (2011), 1985-2005 döneminde 69 ülkeyi kapsayan küresel bir panel veri seti kullanarak, karbon emisyonlarının belirleyicilerini dinamik panel veri modeli ile incelemiştir. Çalışma, ülkeleri gelir seviyelerine göre üç ayrı gruba ayırarak yüksek, orta ve düşük gelirli ekonomilerde kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Bulgular, ticaret açıklığının, kişi başına düşen GSYİH'nin ve enerji tüketimi göstergelerinin karbon emisyonları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koyarken, kentleşmenin tüm gelir gruplarında karbon emisyonlarını azalttığını göstermiştir.

Benzer şekilde, Ali ve ark. (2017), 1970-2015 dönemi için Singapur'da kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkisini otoregresif dağıtılmış gecikmeler (ARDL) modeli ile analiz etmiş ve kentleşmenin karbon emisyonları üzerinde negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, Singapur'da kentsel gelişimin çevresel kaliteyi olumsuz etkilemediğini ve sürdürülebilir kentleşme politikalarının etkili bir şekilde uygulanabildiğini göstermektedir.

Öte yandan, Wang ve ark. (2021), 1960-2014 döneminde 33 OECD ülkesine yönelik bir analiz gerçekleştirmiş ve dinamik panel ARDL modeli kullanarak kentleşme ile üç farklı karbon emisyonu göstergesi arasındaki uzun ve kısa vadeli ilişkileri incelemiştir. Çalışmanın temel bulguları, kentleşmenin gelişmiş ülkelerde karbon emisyonlarını azaltıcı bir etkisi olduğunu ve bu etkinin nispeten zayıf olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Özellikle, kentleşme oranındaki her yüzde puanlık artışın kişi başına CO₂ emisyonunu, toplam CO₂ emisyonunu ve CO₂ emisyon yoğunluğunu azalttığı belirlenmiştir.

Model ve Veri Tanımlama, Yöntem ve Ampirik Uygulama

Model ve Veri Tanımlama

Bu çalışma N-11 ülkelerinin (Bangladeş, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Nijerya, Pakistan, Türkiye ve Vietnam) çevresel kalitesini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çevresel kirliliği temsilen karbon emisyonu kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak tarımsal alan kullanımı, ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın kapsamı ise 1990-2021 yıllarından oluşmaktadır. Bu bağlamda Çizelge 1’de modelde kullanılan değişkenlerle ilgili detaylara yer verilmiştir. Çalışmada tahmin edilecek olan model ve fonksiyon şu şekildedir;

Çevresel bozulma = tarım arazisi, kentleşme, ekonomik büyüme

$$CO_2 = f(\text{tarım arazisi, kentleşme, ekonomik büyüme})$$

$$\text{LogCo}_{2,t} = \alpha_1 + \beta_1 \text{LogU}_{i,t} + \beta_2 \text{LogEG}_{i,t} + \beta_3 \text{LogAL}_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (1)$$

Yöntem ve Ampirik Uygulama

İlk olarak değişkenlerin özet istatistiklerine ve korelasyon ilişkisine bakılmıştır. Çizelge 2 bu konudaki istatistikleri göstermektedir.

Çalışmada tahmin edilen gözlem sayısının 352 olduğu görülmektedir. Bu sayı panel veri analizi açısından yeterli düzeydedir. Minimum değer logCo2 değişkenine ait iken maksimum değer tarımsal alan (logAL) değişkenine aittir. Değişkenlerden sadece tarımsal arazisinin ortalamadan sapma gösterdiği gözlenmiştir. Korelasyon ilişkisi değerlendirildiğinde ekonomik büyüme ile karbon emisyonu ve kentleşme arasında yüksek bir korelasyona ilişkisi tespit edilmiştir. Geleneksel üretim yöntemlerinin yaygın olarak kullanıldığı örneklem grubundaki ülkelerde gözlenen emisyon ve büyüme korelasyonunun olağan olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca kentleşmenin henüz sürdürülebilir kalkınmaya destek olmadığını göstermiştir ve bu korelasyon ilişkisi de beklendiği yönde çıkmıştır. Çizelge 3, katsayı tahmini yapılabilmesi için gerekli olan tanısal testlerin sonuçlarını göstermektedir. Bunlardan ilki yatay kesit bağımlılığı (CD) testidir. Bu testten elde edilen sonuca göre katsayı tahminine karar verilir. CD testinin dikkate alınmadığı durumlarda yapılan katsayı tahminleri hatalı ve tutarsız olabilmektedir.

Çizelge 1. Değişkenler ve Açıklamaları

Table 1. Variables and Explanations

Kısaltma	Değişken	Ölçüm	Kaynak
LogAL	Tarım arazisi	Kilometrekare (Km ²)	Dünya Bankası (2025)
LogU	Kentleşme	Kilometrekare (Km ²)	Dünya Bankası (2025)
LogEG	Ekonomik Büyüme	Kişi başına düşen GSYH (sabit 2015 ABD Doları)	Dünya Bankası (2025)
LogCo2	CO ₂	Kilo ton	Dünya Bankası (2025)

Çizelge 2. Özet İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Table 2. Summary Statistics and Correlation Matrix

Özet İstatistikler					
Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Std. Hata	Min.	Max.
LogCo2	352	0,243	0,463	-0,907	1,114
LogEG	352	3,493	0,418	2,675	4,515
LogU	352	1,672	0,169	1,296	1,913
LogAL	352	5,296	0,540	4,204	6,028
Korelasyon Matrisi					
	LogCo2	LogEG	LogU	LogTA	
LogCo2	1				
LogEG	0,922	1			
LogU	0,883	0,925	1		
LogAL	-0,066	-0,079	0,132	1	

Çizelge 3. CD Test ve Homojenite Test Sonuçları

Table 3. CD Test and Homogeneity Test Results

CD Test Sonuçları		
Test	İstatistik	p-değeri
LM	120,8	0,000***
LMadj	16,84	0,000***
LMCD	1,861	0,062*
Homojenite Test Sonuçları		
	Delta	p-değeri
	18,997	0,000***
Adj.	20,681	0,000***

Not: *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyindeki anlamlılığı temsilen kullanılmıştır

Bu kapsamda CD'nin var olup olmadığı Breusch ve Pagan (1980) Lagrange Çarpanı (Lagrange multiplier / LM) ve Pesaran (2004) Yatay Kesit Bağımlılığı (Crosssectional dependence / CD) testleriyle araştırılmaktadır. Bu testler açısından paneli oluşturan zaman boyutu (T) ve yatay kesit (N) durumları önemli bir husustur. Dolayısıyla buna göre test istatistikleri dikkate alınmaktadır. Çalışmada CD'nin varlığını belirlemek adına LM (T>N) test istatistiği kullanılmıştır. LM test istatistiğinin denkliği şöyledir;

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

2 numaralı eşitlikte; N yatay kesiti, T zamanı temsil etmektedir. $\hat{\rho}_{ij}^2$ ise ekonometrik modelin artıklarından elde edilen korelasyon katsayısını göstermektedir.

Eğim katsayılarının homojen olup olmaması da yapılacak olan katsayı tahmininde oldukça önemlidir. Delta test sonuçlarına göre tahminci belirlenmektedir. Eğim katsayılarının heterojen olup olmadığını araştırmak için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiş olan test kullanılmıştır. Bu test, Swamy (1970)'nin geliştirdiği test istatistiğini esas almaktadır. Geliştirilmiş olan bu testin adı Delta testidir. Bu teste göre Δ ve Δ_{adj} şeklinde iki test istatistiği hesaplanır. Test istatistikleri hem küçük gözlemler hem de büyük sayıdaki gözlemler için hesaplanır ve şu şekildedir;

$$\Delta = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \bar{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (3)$$

$$\Delta_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} E(\bar{Z}_{IT})}{\sqrt{var \bar{Z}_{IT}}} \right) \quad (4)$$

Bu testin sıfır hipotezi 'eğim katsayısı homojendir' şeklindedir. 3 numaralı eşitlik her yatay kesit için regresyonun standart hatalarını belirlemek amacıyla sıradan en küçük kareler tahmincisini kullanır. 6 numaralı denklem ise aynı amaç için havuzlanmış sabit etkiler yöntemini kullanmaktadır. Bu doğrultuda Çizelge 3 CD ve Homojenlik test sonuçlarını göstermektedir.

Çizelgenin ilk kısmında yer alan CD test istatistiklerine göre bütün istatistik sonuçlarında boş hipotez reddedilmiştir. Bu bağlamda tahmin edilen modelin yatay kesit içerdiği sonucuna ulaşılmıştır. Delta testinden elde edilen bulgular ise yine sıfır hipotezinin reddedilmesi gerektiğini ortaya koymuştur buna göre modeldeki değişkenlerin eğim katsayılarının heterojen olduğu belirlenmiştir.

Değişkenlerin durağan olmaları ve durağanlık seviyeleri de kullanılacak olan katsayı tahmincisinin belirlenmesinde önemli olan tanısal testtir. Model yatay kesit bağımlılığı içerdiğinden durağanlığın belirlenmesi için ikinci nesil birim kök testi kullanılmıştır. Çalışmada değişkenlerin durağanlıklarını araştırmak için Cross-sectionally Augmented Dickey-Fuller Testinden (CADF) faydalanılmıştır. Söz konusu bu test, standart Genişletilmiş Dickey-Fuller testinin regresyonuna kesitlere özgü seriler için gecikmeli yatay kesit ortalamaları ve birinci farklarının eklenmesiyle elde edilmektedir (Pesaran, 2007). CADF testinin eşitliği şöyledir;

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \omega_i t + \alpha_i y_{i,t-1} + v_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^{P_i} \lambda_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{P_i} \bar{\omega}_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Bu bağlamda Çizelge 4 birim kök test sonuçlarını göstermektedir.

Birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin tamamının durağan hale geldiği gözlenmiştir. Bu doğrultuda lobCo2 ve logEG değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan olduğu tespit edilirken diğer değişkenlerin seviyede durağan hale geldiği tespit edilmiştir.

Katsayı tahminine gelmeden önceki son adım değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığının araştırılmasıdır. Bu bağlamda yatay kesiti dikkate alan Westerlund eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Ayrıca modelde yatay kesit olduğundan dirençli (bootstrap) seçeneği kullanılmıştır.

Çizelge 4. Birim Kök (CADF) Test Sonuçları

Table 4. Unit Root (CADF) Test Results

Değişkenler	Seviyede				Birinci Fark			
	Sabitli		Sabit+Trend		Sabitli		Sabit+Trend	
	Z[t-bar]	p-değeri	Z[t-bar]	p-değeri	Z[t-bar]	p-değeri	Z[t-bar]	p-değeri
LogCo2	-0,146	0,442	0,951	0,829	-7,201	0,000***	-6,203	0,000***
LogEG	-0,501	0,308	1,493	0,932	-3,079	0,001***	-2,335	0,010**
LogU	-4,116	0,000***	-1,229	0,109	-	-	-	-
LogAL	0,309	0,621	-2,959	0,002***	-	-	-	-

Not: Gecikme uzunluğu 1'dir. *** ve ** sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyindeki anlamlılığı temsil etmektedir.

Çizelge 5. Eşbütünleşme Test Sonuçları

Table 5. Cointegration Test Results

İstatistik	z-değeri	p-değeri	Robust p-değeri
Gt	-1,456	0,073	0,070*
Ga	2,410	0,992	0,870
Pt	0,277	0,609	0,350
Pa	1,267	0,897	0,640

Not: Sabitli seçenek kullanılmıştır. Gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir. * ise %10 önem düzeyindeki anlamlılığı göstermektedir. Bootstrap 100 olarak çalıştırılmıştır.

Bu test Banerjee ve ark. (1998) tarafından zaman serileri için geliştirilmiş olan tahmincinin panel veri analizine uyarlanmış versiyonudur. Test panelin kesitleri için iki (G_t , G_a) ve aynı zamanda panelin tamamı için iki (P_T , P_a) istatistik hesaplanmaktadır. Bu test istatistiklerinin hesaplanmasında kullanılan denklemler şu şekildedir;

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)} \quad (6)$$

$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}_i(1)} \quad (7)$$

$$P_T = \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)} \quad (8)$$

$$P_a = T\hat{\alpha}_i \quad (9)$$

Eşitlikte gösterilen $SE(\alpha_i)$ α_i 'nin standart hatasını temsilen kullanılmıştır. Testin sıfır hipotezi ise değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünlüğün olmadığını ifade etmektedir. Çizelge 5'te eşbütünlük test istatistikleri yer almaktadır.

Eşbütünlük testinin olasılık değeri sıfır hipotezinin reddedilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu sonuca göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı kabul edilmiştir. Bu sonuçlara göre katsayı tahmininde kullanılması gereken uygun tahmincinin Dinamik Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup (Dynamic Common Correlated Effects Mean Group) olduğuna karar verilmiştir. Bu tahminci mikro panellere göre daha uzun olduğundan ($T > 20$) eğim katsayılarının farklı olarak tahmin edilmesine olanak tanımaktadır (Chudik ve Pesaran, 2015). Chudik ve Pesaran (2015) ikinci nesil uzun dönem tahmincisi olan CCE'yi geliştirmişlerdir. Dinamik Ortak Korelasyonlu Etkiler (Dynamic Common Correlated Effects, DCCE) CCE gibi yatay kesit bağımlılığını dikkate almakta ve heterojen serilere uygulanabilmektedir. Chudik ve Pesaran (2015)'a göre CCE tahmincisinin CD, heterojenite ve birim kökün varlığında etkin bir tahminci olmasına rağmen paneldeki bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri ve/veya zayıf dışsal değişkenlerin var olduğu durumlara duyarlı olmadığını öne sürmüşlerdir. Dolayısıyla DCCE tahmincisi bu değişkenleri analize dahil ederek sorunları gidermektedir. Chudik ve Pesaran (2015) tarafından geliştirilen dinamik heterojen panel veri modelinin eşitliği şöyledir;

$$y_{it} = C_{yi}\phi_i y_{i,t-1} + \beta_{0i}x_{it} + \beta_{1i}x_{i,t-1} + u_{it} \quad (10)$$

$$u_{it} = y_i' f_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

Eşitlikte; $i=1,2,\dots,N$ ve $t=1,2,\dots,T$ olmak üzere y_{it} bağımlı değişkeni, x_{it} bağımsız değişkenleri göstermektedir. C_{yi} her yatay kesit birimi için bireysel sabit etkileri, x_{it} , t dönemi için yatay kesitin birimlerinde ait (i) bağımsız değişkenlerin $k_x \times 1$ vektörü, f_t ise gözlemlenemeyen ortak faktörlerin $m \times 1$ vektörü ve ε_{it} ise hata terimini göstermektedir.

Çizelge 6'da hem panel sonuçları hem de yatay kesit sonuçları yer almaktadır. Panel sonuçları değerlendirildiğinde ekonomik büyüme ve kentleşme

değişkenlerinin istatistiki olarak anlamlı olduğu ancak tarım arazisinin anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Bu doğrultuda ekonomik büyümede meydana gelen %1 oranındaki artış bağımlı değişkeni %0,589 oranında artırmaktadır. Bu bulgu, Jiang ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile benzerlik göstermektedir. Kentleşme değişkeninde oluşan %1'lik artış logCo2'yi %1,944 oranında artış yaratmaktadır. Bu sonuç Dogan ve Turkecul (2016), Hussain ve ark. (2022), Jiang ve ark. (2022), Ngong ve ark. (2022), Shahbaz ve ark. (2014), Sufyanullah ve ark. (2022) ve Wang ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile tutarlılık gösterirken, Ali ve ark. (2017), Sharma (2011) ve Wang ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmalar ile örtüşmemektedir.

Yatay kesit sonuçlarına göre ise Bangladeş'te kentleşme ve tarım arazisi değişkenleri istatistiki olarak anlamlıdır. Kentleşmede meydana gelen %1 oranındaki artış bağımlı değişken üzerinde %2,255 oranında artış oluşturmaktadır. Buna karşın tarım arazisinde meydana gelen %1 oranındaki artış bağımlı değişken üzerinde %0,769 oranında azalış meydana getirmektedir. Endonezya'da ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenleri anlamlıdır. Buna göre ekonomik büyümede ve kentleşmede meydana gelen %1'lik artış bağımlı değişkeni sırasıyla %0,110 ve %1,454 oranında artırmaktadır. Filipinler'de ekonomik büyüme ve tarım arazisi değişkenleri anlamlıdır. Ekonomik büyümede oluşan %1'lik artış logCo2'yi %1,314 oranında artırmaktadır. Tarım arazisi değişkeninde oluşan %1 oranındaki artış bağımlı değişkeni %3,775 oranında azaltmaktadır. Güney Kore'de ise ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenleri anlamlıdır. Bu bağlamda ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenlerinde meydana gelen %1 oranındaki artış logCo2'yi sırasıyla %0,560 ve %1,820 oranında artırmaktadır. İran'da da yine ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenlerinin anlamlı olduğu gözlenmiştir. Buna göre ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenlerinde oluşan %1'lik artış bağımlı değişkeni sırası ile %0,564 ve %1,714 oranında artırmaktadır. Meksika'da ise ekonomik büyüme ve tarım arazisi değişkenleri anlamlıdır. Olasılık değerlerine göre ekonomik büyüme ve tarım arazisi değişkenlerinde ortaya çıkan %1 oranındaki artışın logCo2 değişkenini sırası ile %0,865 ve %1,351 oranında artırdığı sonuca ulaşılmıştır. Mısır'da ise bütün değişkenlerin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik büyüme, kentleşme ve tarım arazisi değişkenlerinde meydana gelen %1 oranındaki artış bağımlı değişkeni sırasıyla %0,482, %12,050 ve %0,830 oranında artırmaktadır. Nijerya'da sadece ekonomik büyüme değişkeninin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda ekonomik büyümede oluşan %1'lik artış logCo2'yi %0,533 oranında azaltmaktadır. Türkiye'de ise değişkenlerin tamamı anlamlıdır. Buna göre ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenlerinde ortaya çıkan %1 oranındaki artış bağımlı değişkeni sırasıyla %0,276 ve %1,605 oranında artırmaktadır. Buna karşın tarım arazisinde oluşan %1'lik artışın logCo2'yi %0,772 oranında azalttığı gözlenmiştir. Son olarak Vietnam'da ekonomik büyüme ve kentleşme değişkenlerinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ekonomik büyüme değişkeninde meydana gelen %1 oranındaki artış bağımlı değişkeni %2,198 oranında artırırken, kentleşme değişkeninde oluşan %1'lik artış logCo2'yi %1,983 oranında azaltmaktadır.

Çizelge 6. Dinamik Ortak Korelasyonlu Etkiler Ortalama Grup Sonuçları

Table 6. Dynamic Common Correlated Effects Mean Group Results

Panel Sonuçları			
Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
logEG	0,589	0,213	0,006***
logU	1,944	1,069	0,069*
logAL	-0,205	0,482	0,632
Yatay Kesit Sonuçları			
Bangladeş			
logEG	0,150	0,335	0,653
logU	2,255	0,627	0,000***
logAL	-0,769	0,429	0,073*
Endonezya			
logEG	0,110	0,066	0,096*
logU	1,454	0,133	0,000***
logAL	-0,238	0,178	0,181
Filipinler			
logEG	1,314	0,318	0,000***
logU	1,244	1,562	0,426
logAL	-3,775	1,495	0,012**
Güney Kore			
logEG	0,560	0,170	0,001***
logU	1,820	0,864	0,035**
logAL	0,783	0,541	0,148
İran			
logEG	0,564	0,143	0,000***
logU	1,714	0,228	0,000***
logAL	-0,056	0,090	0,529
Meksika			
logEG	0,865	0,221	0,000***
logU	0,307	0,674	0,648
logAL	1,351	0,431	0,002***
Mısır			
logEG	0,482	0,193	0,013**
logU	12,050	4,238	0,004***
logAL	0,830	0,455	0,068*
Nijerya			
logEG	-0,533	0,232	0,022**
logU	0,109	0,443	0,804
logAL	-0,940	1,026	0,359
Pakistan			
logEG	0,496	0,247	0,045**
logU	0,810	0,693	0,243
logAL	1,001	0,677	0,140
Türkiye			
logEG	0,276	0,132	0,037**
logU	1,605	0,455	0,000***
logAL	-0,772	0,420	0,066*
Vietnam			
logEG	2,198	0,359	0,000***
logU	-1,983	0,738	0,007***
logAL	0,331	0,299	0,268

Not: ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki anlamlılığı ifade etmektedir.

Sonuç

Günümüzde çevresel sürdürülebilirlik, özellikle gelişmekte olan ülkeler için kritik bir konu haline gelmiştir. Bu çalışma, N-11 ülkelerinin çevresel bozulmayı değerlendirerek karbon emisyonu üzerindeki belirleyicileri analiz etmeyi amaçlamaktadır. 1990-2021 yıllarını kapsayan bu araştırmada, tarımsal arazisi, ekonomik

büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığının tespit edilmesinin ardından katsayı tahmini yapılmıştır. Katsayı tahmincisi olarak DCCE kullanılmıştır. Bu tahmincinin bir avantajı da panel sonuçlarına ek olarak yatay kesit sonuçlarını da

üretmesidir. Elde edilen bulgularda panel sonuçlarına göre büyüme ve kentleşme değişkenlerinin emisyonu artırdığı gözlenmiştir. Yatay kesit sonuçlarında ise sonuçlarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda tarım arazisi değişkeninin genel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Panel sonuçlarında ekonomik büyüme ve kentleşmenin emisyon üzerindeki artırıcı etkisi olduğu gözlenmiştir. Ekonomik büyüme, üretim ve sanayi faaliyetlerindeki artışla doğrudan ilişkilidir. Gelişmekte olan ülkelerde büyüme genellikle fosil yakıt tüketimiyle desteklendiğinden, karbon emisyonlarında artış kaçınılmaz hale gelmektedir. Dolayısı ile kirlilik üzerinde baskılayıcı etkisinin gözlenmesi beklenen bir durumdur. Ayrıca enerji yoğun sanayilerin varlığı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kullanımı, büyümenin çevresel maliyetini artırabilir. Çevresel düzenlemelerin eksikliği veya etkin uygulanmaması, ekonomik büyümenin karbon salınımına olan etkisini artırabilir. Kentleşmenin kirlilik üzerindeki olumsuz etkisi, şehirleşmenin çevre üzerindeki baskısını göstermektedir. Hızlı kentleşme, enerji talebini artırarak fosil yakıt tüketimini teşvik edebilir. Özellikle ulaşım, konut ısıtması ve elektrik tüketimi gibi faktörler emisyonları yükseltir. Kentsel altyapının sürdürülebilirlik odaklı olmaması (örneğin toplu taşımanın yetersizliği, yeşil alanların azalması) karbon salınımının artmasına neden olabilir. Tarım arazisi göstergesinin istatistiki olarak anlamsız olması ise tarımsal faaliyetlerin karbon emisyonları üzerindeki etkisinin, sanayi ve şehirleşmeye kıyasla daha düşük olabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda örneklem grubundaki ülkelerde tarımsal üretimde modernizasyonun yeterince sağlanamaması, verimliliğin düşük olması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının sınırlı olması bu değişkenin istatistiksel olarak anlamlı çıkmamasına neden olabilir. Ekonomik büyümenin çevresel zararlarını azaltmak ve çevresel sürdürülebilirlik ile dengelemek için yenilenebilir enerji yatırımları artırılmalıdır. Sanayide enerji verimliliğini teşvik edecek politikalar uygulanmalı, karbon fiyatlandırma mekanizmaları (karbon vergisi, emisyon ticaret sistemleri vb.) devreye sokulmalıdır. Şehir içi toplu taşıma sistemleri güçlendirilerek fosil yakıt bağımlılık azaltılmalıdır. Elektrikli ulaşım sistemlerine teşvikler artırılmalıdır. Yeşil alanların korunması ve akıllı şehir uygulamalarının yaygınlaştırılmasıyla karbon ayak izi azaltılabilir. Enerji verimli bina projeleri desteklenmeli ve kentsel dönüşüm süreçlerinde sürdürülebilirlik kriterleri dikkate alınmalıdır. Karbon tutma kapasitesi yüksek tarımsal uygulamalar teşvik edilerek tarım sektörünün emisyon üzerindeki etkisi artırılabilir. Organik tarım, yenilenebilir enerjiyle çalışan sulama sistemleri gibi çevre dostu uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır. Tarımsal verimliliği artırarak, mevcut alanların daha etkin kullanılması sağlanmalı ve ormansızlaşmanın önüne geçilmelidir.

Sonuçlar yatay kesit düzeyinde değerlendirildiğinde ise ekonomik büyümenin Endonezya, Filipinler, Güney Kore, İran, Meksika, Mısır, Pakistan, Türkiye ve Vietnam Nijerya'da çevresel bozulmayı artırdığı tespit edilirken, Nijerya'da azalttığı belirlenmiştir. Bu bağlamda Endonezya ve Filipinler'in ormansızlaşmanın önüne geçmek için daha sıkı arazi kullanımı düzenlemeleri getirilmeli, yenilenebilir enerji yatırımları artırılmalıdır. Güney Kore için teknolojik inovasyon ve yeşil sanayi

politikaları daha fazla teşvik edilerek sürdürülebilir üretim modellerine geçiş hızlandırılması büyümenin zararlı etkilerini azaltabilir. İran ve Mısır, fosil yakıt bağımlılığın yüksek olduğu bu ülkelerdir. Bu bağlamda yenilenebilir enerjiye geçiş teşvik edilmeli, sanayi sektörü için karbon emisyonu azaltıcı düzenlemelerin uygulanması yerinde olacaktır. Meksika ve Türkiye'de yine büyümenin kirlenici etkilerini kontrol etmek için sürdürülebilir kalkınma politikaları uygulanmalı ve enerji verimliliği politikaları güçlendirilmelidir. Pakistan ve Vietnam'da ise sanayi sektörlerinde çevre dostu üretim teknikleri yaygınlaştırılmalı, özellikle sanayi kaynaklı karbon emisyonlarını azaltacak teşvik mekanizmaları oluşturulmalıdır. Son olarak Nijerya'da büyümenin olumlu etkisi, enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelik yatırımların ve düşük karbonlu ekonomik faaliyetlerin artışı ile açıklanabilir. Bu nedenle, mevcut çevre dostu büyüme trendinin korunması için; yenilenebilir enerji teşvikleri artırılmalı, enerji verimliliği politikaları desteklenmeli ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda uygulamalara teşvik sağlanmalıdır.

Kentleşme değişkeni için yatay kesit sonuçlarına göre ise; karbon emisyonu üzerinde Bangladeş, Endonezya, Güney Kore, İran, Mısır ve Türkiye'de artırıcı etkiye sahipken Vietnam'da azaltıcı etkiye sahiptir. Bangladeş ve Endonezya'da hızlı kentleşmenin altyapı yetersizliği ile birleşmesi, yüksek enerji tüketimi ve ulaşım emisyonlarını artırdığı söylenebilir. Bu bağlamda toplu taşıma sistemleri geliştirilmeli ve elektrikli ulaşım araçlarına geçiş teşvik edilmelidir. Şehir içi yeşil alanlar artırılmalı ve sürdürülebilir kentsel planlama uygulanmalıdır. Güney Kore ise sanayileşmiş kent bölgelerinde karbon emisyonlarını azaltmak adına akıllı şehir uygulamaları yaygınlaştırılmalı, enerji verimli binalar teşvik edilmelidir. Karbon emisyonlarını azaltan teknolojilere sahip altyapı projelerine yatırım yapılmalıdır. İran ve Mısır'da da hızlı kentleşmenin yol açtığı enerji tüketimini artırmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kentsel alanlarda kullanımı artırılmalıdır. Kent içi sanayi tesisleri için daha sıkı çevresel düzenlemeler getirilmelidir. Türkiye, kentleşmenin çevresel etkisini azaltabilmek için yeşil binalar ve sürdürülebilir şehir planlaması teşvik edilmelidir. Kentsel dönüşüm süreçleri düşük karbon salınımı hedefiyle yürütülmelidir. Son olarak Vietnam'da kentleşmenin karbon emisyonlarını azaltıyor olması, sürdürülebilir altyapı politikaları ve enerji verimli kentleşme süreçleri ile açıklanabilir. Bu olumlu eğilimi devam ettirebilmek için mevcut düşük karbonlu kentsel kalkınma politikaları genişletilmeli, yeşil altyapı yatırımları artırılmalı ve toplu taşıma projeleri daha da teşvik edilmelidir.

Son değişken tarım arazisi ise Bangladeş, Filipinler ve Türkiye'de karbon emisyonlarını azaltıcı etkiye sahipken, Meksika ve Mısır'da artırıcı etkiye sahiptir. Bu ülkelerde (Bangladeş, Filipinler ve Türkiye) tarımsal alan kullanımının karbon emisyonlarını azaltıcı etkisi, sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşması, ormansızlaşmanın sınırlı olması veya karbon tutma kapasitesinin yüksekliği ile açıklanabilir. Bu olumlu etkinin devam ettirilmesi için; Türkiye'de toprak karbon yönetimi teşvik edilmeli ve tarımda yenilenebilir enerji kullanımı artırılmalıdır. Sürdürülebilir sulama sistemleri yaygınlaştırılarak tarımın çevresel etkisi en aza

indirilmelidir. Çiftçilerin karbon azaltım projelerine katılımı teşvik edilerek karbon kredisi mekanizmalarına erişimi sağlanmalıdır. Meksika ve Mısır'da tarım arazisinin olumlu etkisi bu ülkelerde tarımın karbon emisyonlarını artırıcı etkisi, yoğun kimyasal gübre ve pestisit kullanımı, ormansızlaşma ve geleneksel tarım teknikleri gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Bu eğilimi tam tersi duruma getirmek için Meksika'nın sürdürülebilir tarım teknikleri benimsenmeli ve aşırı gübre kullanımının önüne geçilmelidir. Ormancılık ve tarım politikaları dengelenmeli, tarımsal genişleme için doğal alan kaybı minimize edilmelidir. Mısır, kurak iklime uygun düşük karbonlu tarım modelleri geliştirilmeli, su tüketimi yoğun olan tarım yöntemlerinden kaçınılmalıdır. Akıllı tarım teknolojileri teşvik edilerek daha az enerji ve su tüketen tarım uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Kaynaklar

- Ali, H. S., Abdul-Rahim, A. ve Ribadu, M. B. (2017). Urbanization and carbon dioxide emissions in Singapore: evidence from the ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 1967-1974.
- Ali, S., Shah, A. A., Ghimire, A. ve Tariq, M. A. U. R. (2022). Investigation the nexus between CO2 emissions, agricultural land, crop, and livestock production in Pakistan. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1014660.
- Aziz, N., Sharif, A., Raza, A. ve Rong, K. (2020). Revisiting the role of forestry, agriculture, and renewable energy in testing environment Kuznets curve in Pakistan: evidence from Quantile ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 10115-10128.
- 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.
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Leitão, N. C. ve Murshed, M. (2021). The carbon dioxide neutralizing effect of energy innovation on international tourism in EU-5 countries under the prism of the EKC hypothesis. *Journal of Environmental Management*, 298, 113513.
- Banerjee, A., Dolado, J. ve Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of time series analysis*, 19(3), 267-283.
- Basheer, M. F., Anwar, A., Hassan, S. G., Alsedrah, I. T. ve Cong, P. T. (2024). Does financial sector is helpful for curbing carbon emissions through the investment in green energy projects: evidence from MMQR approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(3), 901-921.
- Begum, R. A., Raihan, A. ve Said, M. N. M. (2020). Dynamic impacts of economic growth and forested area on carbon dioxide emissions in Malaysia. *Sustainability*, 12(22), 9375.
- 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.
- Chudik, A. ve Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of econometrics*, 188(2), 393-420.
- Dogan, E. ve Turkekul, B. (2016). CO 2 emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: testing the EKC hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 1203-1213.
- Dünya Bankası. (2025). *Dünya Kalkınma Göstergeleri*. [Erişim Tarihi: 11 Ocak 2025] <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Hussain, M. N., Li, Z. ve Sattar, A. (2022). Effects of urbanization and nonrenewable energy on carbon emission in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Jiang, J., Zhu, S. ve Wang, W. (2022). Carbon emissions, economic growth, urbanization, and foreign trade in China: Empirical evidence from ARDL models. *Sustainability*, 14(15), 9396.
- Maraseni, T. N. ve Cockfield, G. (2011). Crops, cows or timber? Including carbon values in land use choices. *Agriculture, ecosystems & environment*, 140(1-2), 280-288.
- Naseem, S., Guang Ji, T. ve Kashif, U. (2020). Asymmetrical ARDL correlation between fossil fuel energy, food security, and carbon emission: providing fresh information from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 31369-31382.
- Nathaniel, S. P., Murshed, M. ve Bassim, M. (2021). The nexus between economic growth, energy use, international trade and ecological footprints: the role of environmental regulations in N11 countries. *Energy, Ecology and Environment*, 6(6), 496-512.
- Ngong, C. A., Bih, D., Onyejiaku, C. ve Onwumere, J. U. J. (2022). Urbanization and carbon dioxide (CO2) emission nexus in the CEMAC countries. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33(3), 657-673.
- Parajuli, R., Joshi, O. ve Maraseni, T. (2019). Incorporating forests, agriculture, and energy consumption in the framework of the Environmental Kuznets Curve: A dynamic panel data approach. *Sustainability*, 11(9), 2688.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers, IZA Discussion Paper No. 1240*.
- 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.
- Raihan, A., Begum, R. A., Nizam, M., Said, M. ve Pereira, J. J. (2022). Dynamic impacts of energy use, agricultural land expansion, and deforestation on CO2 emissions in Malaysia. *Environmental and Ecological Statistics*, 29(3), 477-507.
- Raihan, A. ve Tuspekova, A. (2022). The nexus between economic growth, renewable energy use, agricultural land expansion, and carbon emissions: New insights from Peru. *Energy Nexus*, 6, 100067.
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO2 emissions in emerging economies. *Energy economics*, 41, 147-153.
- Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H. ve Ozturk, I. (2014). Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological indicators*, 45, 622-631.
- Sharma, S. S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries. *Applied energy*, 88(1), 376-382.
- Sinha, A., Sengupta, T. ve Alvarado, R. (2020). Interplay between technological innovation and environmental quality: formulating the SDG policies for next 11 economies. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118549.
- Sufyanullah, K., Ahmad, K. A. ve Ali, M. A. S. (2022). Does emission of carbon dioxide is impacted by urbanization? An empirical study of urbanization, energy consumption, economic growth and carbon emissions-Using ARDL bound testing approach. *Energy Policy*, 164, 112908.
- Swamy, P. A. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.

- Tanveer, A., Song, H., Faheem, M. ve Daud, A. (2024). Caring for the environment. How do deforestation, agricultural land, and urbanization degrade the environment? Fresh insight through the ARDL approach. *Environment, Development and Sustainability*, 1-36.
- Wang, Q., Wang, L. ve Li, R. (2023). Trade protectionism jeopardizes carbon neutrality–decoupling and breakpoints roles of trade openness. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 201-215.
- Wang, S., Fang, C., Guan, X., Pang, B. ve Ma, H. (2014). Urbanisation, energy consumption, and carbon dioxide emissions in China: A panel data analysis of China's provinces. *Applied energy*, 136, 738-749.
- Wang, W.-Z., Liu, L.-C., Liao, H. ve Wei, Y.-M. (2021). Impacts of urbanization on carbon emissions: An empirical analysis from OECD countries. *Energy Policy*, 151, 112171.
- Xie, Q. ve Liu, J. (2019). Combined nonlinear effects of economic growth and urbanization on CO2 emissions in China: evidence from a panel data partially linear additive model. *Energy*, 186, 115868.
- Zhang, X. Q. (2016). The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. *Habitat international*, 54, 241-252.
- Zhu, E., Qi, Q., Chen, L. ve Wu, X. (2022). The spatial-temporal patterns and multiple driving mechanisms of carbon emissions in the process of urbanization: A case study in Zhejiang, China. *Journal of Cleaner Production*, 358, 131954.