



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş: 03.04.2024 ✓Accepted/Kabul: 13.12.2024

DOI:10.30794/pausbed.1464097

Research Article/Araştırma Makalesi

Aydın, R. (2025). "Kentleşmenin Teknoloji, CO₂ ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Seçilmiş Ülkeler Üzerine Bir Uygulama", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 66, ss. 231-245.

KENTLEŞMENİN TEKNOLOJİ, CO₂ VE EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Rahman AYDIN*

Öz

Sanayi devrimiyle başlayan üretim süreçlerindeki değişimler, zamanla eğitim ve sağlık alanındaki gelişmelerle birlikte nüfus artışını hızlandırmış, bu da dünya genelinde kentleşmenin ivme kazanmasına yol açmıştır. Bu bağlamda çalışmada 1990-2020 yılları arası Suudi Arabistan ve Türkiye'de dahil BRICS ülkeleri (Brezilya, Çin, Rusya, Hindistan, Güney Afrika, Mısır, Etiyopya, İran, Birleşik Arap Emirlikleri) için kentleşmenin ekonomik büyüme, teknolojik gelişme ve karbon emisyonu üzerine etkileri araştırılmaktadır. Bu kapsamda çalışmada kullanılan verilerin durağanlık sınaması ikinci nesil birim kök testleri ile değişkenler arasındaki ilişki ise Emirmahmutoğlu ve Köse (EK) (2011) nedensellik testi kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında kentleşme ve kentleşmenin karesinin, ekonomik büyüme ve karbon emisyonunun Granger nedeni olduğu tespit edilmiştir. Ancak kentleşme ve kentleşmenin karesinin, teknolojinin Granger nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak çalışmada karbon emisyonunun ekonomik büyüme ve teknolojik gelişme üzerine etkisi incelendiğinde, karbon emisyonundan her iki değişkene doğru Granger nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kentleşme, Ekonomik büyüme, Karbon emisyonu, Teknolojik gelişme, Panel veri analizi.

JEL Kodları: P25, O44, P18, Q55, C23.

THE IMPACT OF URBANISATION ON TECHNOLOGY, CO₂ AND ECONOMIC GROWTH: AN APPLICATION ON SELECTED COUNTRIES

Abstract

The changes in production processes that started with the industrial revolution, together with the developments in education and health over time, accelerated population growth, which led to the acceleration of urbanisation worldwide. This study investigates the effects of urbanisation on economic growth, technological development, and carbon emissions for BRICS countries (Brazil, China, Russia, India, South Africa, Egypt, Ethiopia, Ethiopia, Iran and United Arab Emirates) including Saudi Arabia and Türkiye, between 1990 and 2020. In this context, the stationarity of the data used in the study is investigated using second generation unit root tests, and the relationship between variables is investigated using the Emirmahmutoğlu and Köse (EK) (2011) causality test. The results of the study indicate that urbanisation and urbanisation squared are the Granger causes of economic growth and carbon emissions. However, it is concluded that urbanisation and urbanisation squared are not Granger causes of technology. Finally, when the effect of carbon emissions on economic growth and technological development is analysed, it is concluded that there is a Granger causality relationship from carbon emissions to both variables.

Keywords: Urbanization, Economic growth, Carbon emissions, Technological development, Panel data analysis.

JEL Codes: P25, O44, P18, Q55, C23.

*Dr. Öğr. Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ERZURUM.
e-posta: rahmaydn@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0003-0440-7468>)

1. GİRİŞ

İngiltere’de 18. yüzyılın sonlarına doğru başlayan Sanayi Devrimi ile birlikte ülkelerin ekonomik ve sosyal yapılarında önemli değişimler meydana gelmiştir (Mahmood vd., 2020: 1553). Bu değişimlerden biri de kentleşmedir (Moomaw ve Shatter, 1996; Tanilli, 2014; Jedwab ve Vollrath, 2015: 2; Yang vd., 2017: 1251). Kentleşme kavramı, kent sayısının ve nüfusunun artması olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kentleşme kavramı sanayileşme ve ekonomik faaliyetlerin artması (Jedwab ve Vollrath, 2015: 18; Shaban vd., 2022: 1-2) ile gelişen şehirlerin sayısını da ifade etmektedir (Işık, 2005: 59). Dolayısıyla kentleşme ile birlikte artan ekonomik faaliyetlerin ve evlere kadar giren teknolojilerin (Ekinci ve Susmaz, 2009: 23) toplum refahına olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan kentleşme ile birlikte çevresel tahribatın artması toplumsal refahı olumsuz etkilemektedir (Lee vd., 2023: 451). Bu bağlamda kentleşme bir yandan ekonomik faaliyetleri olumlu etkileyip toplumun hayatını kolaylaştırırken diğer taraftan ise çevresel tahribat üzerine olan etkileri neticesinde sosyal maliyete neden olmaktadır (Altıntaş, 2020: 4519). Bu durum ise büyüme ve kalkınma sürecinde istikrarı olumsuz etkilemektedir (Wu vd., 2020: 1).

Kentleşmenin çevresel tahribat üzerine etkileri karbondioksit (Co₂) emisyonu özelinde de tartışılmaktadır. Co₂ emisyonu küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle Co₂ emisyonu salınımını kontrol altına almak için, Co₂ emisyonlarına neden olan faktörlerin belirlenmesi önem arz etmektedir (Kılıç vd., 2020: 183). Aşağıda yer alan Şekil 1’de Co₂ emisyonlarına neden olan faktörler sunulmaktadır (Kılıç vd., 2020: 183; Niu ve Lekse, 2018: 3). Şekil 1’e bakıldığında Co₂ emisyonunu etkileyen dört faktör olduğu görülmektedir. Birinci faktör, barınma, ulaşım, altyapı ve ilgili hizmetlerde büyüme etkisi yaratan nüfus artışıdır. İkinci faktör, sektörel düzeyde artan gelir ile birlikte günümüzün teknoloji ve ekonomik yapısına göre değişen tüketim alışkanlıkları sonucunda meydana gelen ekonomik büyümedir. Üçüncü faktör, teknolojik gelişme ve teknolojinin diğer sektörlerle taşıma etkisi ile birlikte meydana gelen teknolojik değişimdir. Son olarak dördüncü faktör ise göç ve yığılma etkisi ile birlikte meydana gelen kentleşmedir. Kentleşme ile birlikte toplumların ulaşım, haberleşme, ısınma vb. ihtiyaçları arttığı için fosil yakıtlara olan talebi artmakta ve dolayısıyla bu durum Co₂ emisyonu salınımını artırmaktadır (Kılıç vd., 2020: 183; Niu ve Lekse, 2018: 3). Ayrıca Co₂ emisyonunda meydana gelen artışlar çevresel tahribatı artırmakta ve ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir (Aydın ve Çamkaya, 2024: 503). Ancak kentleşme ile birlikte toplu taşıma araçlarının kişisel araçların yerini alarak Co₂ emisyon salınımını azalttığı ve bu durumun ise kişi başına düşen Co₂ emisyon verimliliğini artırdığı düşünülmektedir (Lee vd., 2023: 451). Bunun yanı sıra kentleşme ile birlikte gelişen eğitim ve sağlık hizmetleri ile beşeri sermayenin verimliliğinin artacağı ve Co₂ emisyon salınımını azaltan yeni ürün ve teknolojilerin gelişiminin sağlanacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda konu ele alındığında literatürde kentleşmenin Co₂ emisyonu üzerine etkileri hususunda farklı görüşlerin yer aldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Karbon Emisyonlarını Etkileyen Faktörlerin Kavramsal Çerçevesi¹

Kaynak: Niu ve Lekse, 2018: 3.

¹ Niu ve Lekse (2018) çalışması dikkate alınarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Ekonomik büyüme ve Co2 emisyonunun yanı sıra kentleşme ile teknolojik gelişim arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Shang vd., 2018: 266). Teknolojide meydana gelen gelişmeler kent hayatını, toplumsal kültürü ve kentte yaşayan insanların alışkanlıklarını etkilemektedir. Dolayısıyla teknolojik gelişim özellikle bireylerin hayatını kolaylaştırmakta ve kentleşme hızını artırmaktadır. Ancak kentleşme hızı ile birlikte bölgesel dengesizliklere ve sosyal maliyetlere neden olabilecek gelişmelerde yaşanmaktadır. (Babahanoğlu vd., 2020: 255; Akgül, 2013. Aktaran: Örselli ve Akbay, 2019: 229). Bu bağlamda teknolojik gelişimin kentleşmeyi zamana göre farklı şekilde etkilediği belirtilmektedir (Echendu ve Okafor, 2021: 82). Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında kentleşmenin ekonomik büyüme, Co2 emisyon salınımı ve teknolojik gelişim üzerine etkilerini araştıran çalışmaların olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalarda özellikle teknolojik gelişim ile kentleşme arasındaki ilişkinin sınırlı araştırıldığı görülmektedir. Bu bağlamda çalışmanın özellikle literatürde yeterince araştırılmayan bu alana katkı vereceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışma BRICS grubu ülkeleri ve BRICS grubuna 2024 yılında katılan ülkeler² (Mısır, Etiyopya, İran, Birleşik Arap Emirlikleri) ile birlikte Türkiye ve Suudi Arabistan³ üzerine gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla kentleşmenin Co2 emisyonu, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişim üzerine etkileri BRICS grubu ve yeni üyeleri ile birlikte Türkiye ve Suudi Arabistan için araştırılması çalışmanın özgünlüğünü oluşturmaktadır. Bu bağlamda çalışmada kentleşmenin ekonomik büyüme, teknolojik gelişim ve karbon emisyonu üzerinde etkisi yoktur hipotezi, kentleşmenin ekonomik büyüme, teknolojik gelişim ve karbon emisyonu üzerinde etkisi vardır hipotezine karşı sınanmaktadır. Çalışmanın devamı şu şekilde planlanmıştır. İkinci bölümde konu hakkında literatür sunulmaktadır. Üçüncü bölümde metodoloji ve elde edilen bulgular yer almaktadır. Dördüncü bölümde ise sonuç ve değerlendirme yer almaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde literatürde yer alan kentleşmenin ekonomik büyüme, karbon emisyonu salınımı ve teknolojik gelişim üzerine etkilerini araştıran çalışmalar incelenmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar üç alt başlık altında sunulmaktadır. Birinci alt başlıkta kentleşme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmaktadır. İkinci alt başlıkta kentleşme ve Co2 emisyonu arasındaki ilişki incelenmektedir. Son olarak üçüncü alt başlıkta ise kentleşme ve teknolojik gelişim arasındaki ilişki sunulmaktadır.

2.1 Kentleşme ve Ekonomik Büyüme İlişisini Araştıran Çalışmalar

Kentleşme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelendiğinde, ekonomik büyümenin kentleşmeyi teşvik ettiği veya bu durumun tersi olduğu hatta ekonomik büyüme ile kentleşmenin birbirinden bağımsız olup olmadığının tartışıldığı görülmektedir (Bertinelli ve Strobl, 2003; Brückner, 2012; Lewis, 2014; Bao ve He, 2015; Liddle ve Messinis, 2015; Nguyen ve Nguyen, 2018; Shaban vd., 2022). Dolayısıyla literatürde ekonomik büyüme ile kentleşme arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalara bakıldığında bir fikir birliği olmadığı ortaya çıkmaktadır. Moomaw ve Shatter (1996) 90 ülke üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında kişi başına düşen milli gelir, sanayileşme, ihracat yönelimi ve dış yardımların kentsel nüfus oranına olumlu etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Lewis (2014) çalışmasında 1960-2009 yılları arası Endonezya için kentleşme düzeyi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VEC ve GMM yöntemi ile araştırmıştır. Çalışmada kentleşme ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca kentleşme oranında meydana gelen değişimlerin uzun dönemde ekonomik büyümedeki değişimleri olumsuz etkileyeceğini belirlemiştir. Bao ve He (2015) çalışmalarında 1997-2013 yılları arası Çin ve 31 bölgede sürdürülebilir kalkınmayı kentleşme, ekonomik büyüme ve su kullanımındaki değişim verileri ile VECM ve Granger nedensellik testleri ile araştırmışlardır. Buna göre kısa dönemde değişkenler arasında zayıf veya önemsiz bir ilişki olduğunu, uzun dönemde ise birçok bölgede bir denge ilişkisinin söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Shaban vd., (2022) çalışmalarında 1971-2020 yılları arası Hindistan'da kentleşme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Panel Granger nedensellik testi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre Hindistan'ın birçok eyaletinde ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer bulgulara Henderson (2003), Bai vd., (2012), Krey vd., (2012),

² <https://www.cfr.org/councilofcouncils/global-memos/brics-summit-2024-expanding-alternative>

³ Suudi Arabistan Krallığı BRICS'e kabul edildi. Ancak Krallık, gruba katılıp katılmayacağına karar vermedi. <https://www.csis.org/analysis/why-are-latin-american-dictators-seeking-membership-brics>

Zhao ve Wang (2015), Li (2017), Bakirtas ve Akpolat (2018), Nguyen ve Nguyen (2018), Liang ve Yang (2019), Gross ve Ouyang (2021) çalışmalarında ulaşımlardır.

Literatürde kentleşme ile ekonomik büyüme arasında ilişki olmadığı ya da negatif bir ilişki olduğuna dair çalışmalar da yer almaktadır. Bertinelli ve Strobl (2003) 1960-1990 yılları arası 39 ülke için ekonomik büyüme ile kentleşme arasındaki ilişkiyi yarı parametrik tahmin teknikleri kullanılarak incelemişlerdir. Çalışmalarında kentleşme ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki olduğu yönünde kanıtlara ulaşımlardır. Brückner (2012) çalışmasında 41 Afrika ülkesi için kişi başına düşen milli gelirin kentleşmeyi önemli ölçüde etkilemediğini ve bu etkinin negatif olduğunu belirlemiştir. Benzer sonuçlara Turok vd., (2013) ve Liddle ve Messinis (2014) çalışmalarında ulaşımlardır. Chen vd., (2014) hızlı kentleşmenin ekonomik büyümeye faydası olmadığı yönünde bulgulara ulaşımlardır. Nguyen ve Nguyen (2018) 1993-2014 yıllar arası kentleşme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Driscoll-Kraay, Granger nedensellik, PMG ve D-GMM yöntemleri ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre kentleşmenin ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu ancak belli bir eşik noktasından sonra ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşımlardır.

2.2. Kentleşme ve Co2 İlişisini Araştıran Çalışmalar

Gelişmekte olan ve yeni sanayileşmiş ülkelerde kentleşmenin hızla artması, çevre sağlığı ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı yaratmak için zorluklara neden olmaktadır (Bekhet ve Othman, 2017: 4-5). Bu nedenle kentleşme ile karbon emisyonu salınımı arasındaki ilişki, birçok çalışmada araştırma konusu olarak yer almaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda ekonomik büyüme ile birlikte kentleşmenin hızlanacağını belirtilmektedir (Liobikiene ve Butkus, 2019; Nguyen ve Nguyen, 2018; Liang ve Yang, 2019; Gross ve Ouyang, 2021). Çünkü kentleşme ile birlikte gelişen alt yapı, taşımacılık ve inşaat sektörü vb. diğer sektörlerde yaşanan gelişmelerin kentin ekonomisini olumlu etkileyeceği (Liobikiene ve Butkus, 2019) diğer taraftan bu gelişmelerin karbon emisyon salınımını artıracakları belirtilmektedir (Bekhet ve Othman, 2017: 4-5). Bu nedenle literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında kentleşme ile Co2 emisyonu arasındaki ilişki üzerine bir fikir birliği olmadığı görülmektedir. Al-Mulali vd., (2015) çalışmalarında 1990-2013 yılları arası seçilmiş 23 Avrupa ülkesi için VECM ve Granger nedensellik testleri ile kentleşme ve Co2 emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve kentleşmenin Co2 emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşımlardır. Chen vd., (2020) 2005-2018 yılları arası Çin'in 30 bölgesi için mekânsal yöntem kullanarak kentleşme ile Co2 emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre kentleşme ile çevresel kalitenin negatif ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Destek ve Pata (2023) çalışmalarında 1980-2019 yılları arası Hindistan için DSARDL yöntemi ile kentleşmenin çevresel kaliteyi olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Gao vd., (2023) çalışmalarında gelişmekte olan 30 ülkede kentleşmenin Co2 oranını olumsuz etkilediğini ve bu durumun çevresel kaygıların artmasına neden olduğu sonucuna ulaşımlardır. Mahmood vd., (2020) 1968-2014 yılları arası Suudi Arabistan için sanayileşme, kentleşme ve Co2 arasındaki ilişkiyi ARDL ve NARDL yöntemi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre kentleşmenin çevreyi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşımlıdır. Fan vd., (2023) çalışmalarında 2003-2019 yılları arası Çin'in 30 bölgesi için kentleşme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi Panel EKK yöntemleri ile araştırmışlardır. Kentleşmenin toplam karbon emisyonları üzerine pozitif etkisi olduğu yönünde kanıtlar elde etmişlerdir. Pata vd., (2023) 1974-2018 yılları arası ABD için kentleşme ve Co2 arasındaki ilişkiyi AARDL ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre kentleşmenin toplam karbon emisyonu üzerine pozitif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Literatürde yer alan diğer çalışmalara bakıldığında Sadorsky (2014) 16 gelişmekte olan ülke için, Pata (2018) Türkiye için, Bai vd., (2019) Çin için, Nathaniel vd., (2020) Tayland, Endonezya ve Vietnam için, Refique vd., (2020) BRICS ülkeleri için, Raihan vd., (2022) Bangladeş için ve son olarak Lee vd., (2023) Çin için benzer sonuçlara ulaştığı görülmektedir.

Literatürde kentleşme ile karbon emisyonu arasında negatif yönlü bir ilişki olduğuna dair çalışmalar da bulunmaktadır. Hossain (2011) çalışmasında 1971-2007 yılları arası NIC ülkeleri için kentleşme ile Co2 emisyonu arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile araştırmış ve kentleşme ile karbon emisyonu salınımı arasında negatif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Anser vd., (2020) 1994-2013 yılları arası SAARC ülkeleri için kentleşmenin karbon emisyonunu %25,33'lik bir seviyeye kadar azalttığını

belirlemişlerdir. Ancak çalışmada karbon emisyon seviyesinin %25,33 oranına kadar düşmesinin bir dönüm noktası olduğunu ve bu seviyeden sonra devam eden kentleşmenin karbon emisyonunu artırdığını belirlemişlerdir. Benzer bulgulara Ghazouani (2021) Tunus için ulaşmıştır. Balsalobre-Lorente vd., (2022) 1990-2014 yılları arası BRICS ülkelerinde kentleşme ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi Panel eşbütünleşme yöntemi ile araştırmışlardır. Kentleşmenin karbon emisyonunu azalttığını tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlara Chikaraishi vd., (2015), Bekhet ve Othman (2017), Charfeddine ve Mrabet (2017), He vd., (2017), Balsalobre-Lorente vd., (2019) ve Kassouri (2021) çalışmalarında ulaşmıştır. Bunun yanı sıra literatürde kentleşme ile çevre kalitesini etkileyen faktörler arasında ilişki olmadığına dair çalışmalar da yer almaktadır. Liobikiene ve Butkus (2019) 1990-2012 yılları arası 147 ülke için kentleşme ile Co2 arasındaki ilişkiyi GMM yöntemi ile incelenmiş ve değişkenler arasında bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Xu vd., (2022) çalışmalarında Brezilya için benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

2.3. Kentleşme ve Teknolojik Gelişim İlişkisini Araştıran Çalışmalar

Literatürde kentleşme ve teknolojik gelişme arasındaki ilişkinin; endüstriyel gelişim (Wu ve Liu, 2021), fikri mülkiyet haklarının gelişimi (Gao vd., 2022) ve üretimde verimlilik (Li vd., 2019; Wang ve Salman, 2023) gibi teknolojik gelişimi temsil eden değişkenler ile araştırıldığı görülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında Li vd., (2019) çalışmalarında 2006-2015 yılları arası Çin için kentleşmenin enerji verimliliğini teşvik ettiğini belirlemişlerdir. Chen vd., (2020) 2005-2018 yılları arası Çin'in 30 bölgesi için teknolojik gelişim ile kentleşme arasındaki ilişkiyi mekânsal yöntem ile araştırmış ve kentleşme ile teknolojik gelişim arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Wu ve Liu (2021) çalışmalarında 2006-2019 yılları arası Çin için mekânsal model kullanılarak kentleşmenin endüstriyel gelişimi pozitif etkilediğini belirlemişlerdir. Gao vd., (2022) çalışmalarında sürdürülebilir kentleşmenin fikri mülkiyet hakların korunmasını sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Wang ve Salman (2023) 2006-2019 yılları arası 283 Çin şehri için kentleşme ile toplam faktör verimliliği arasındaki ilişkiyi mekânsal ekonometri yöntemi ile incelemişlerdir. Kentleşme ile toplam faktör verimliliği arasında pozitif ve çift yönlü bir ilişki olduğuna yönelik bulgulara ulaşmışlardır. Chen (2024) 2010-2021 yılları arası Çin'in şehirleri için yenilenebilir enerji teknolojisindeki gelişmelerin kentleşme üzerine etkisini Panel EKK yardımı ile araştırmıştır. Yenilenebilir enerji teknolojisindeki gelişmelerin kentleşmeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

3. METODOLOJİ VE BULGULAR

Bu çalışmada kentleşmenin ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve teknolojik gelişim üzerine etkisi araştırılmaktadır. Çalışma BRICS ülkeleri (Brezilya, Çin, Rusya, Hindistan, Güney Afrika, Mısır, Etiyopya, İran, Birleşik Arap Emirlikleri), Türkiye ve Suudi Arabistan özelinde incelenmektedir. Çalışmada kullanılan veriler ve modeller Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Verilere Ait Bilgiler

Değişkenler	Modelde Temsili	Kaynakça	Dönem
Co2 emisyonları (kt)	InCo2	Dünya Bankası	1990-2020
Ekonomik büyüme	Ineb	Dünya Bankası	1990-2020
Kentsel nüfus	Inkent	Dünya Bankası	1990-2020
Kentsel nüfusun karesi	Inkent2	Yazar tarafından hesaplanmıştır	1990-2020
Orta ve yüksek teknoloji ihracatı	Intekn	Dünya Bankası	1990-2020

Tablo 1'de sunulan veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Verilerin logaritmik dönüşümü sağlanarak modellere dahil edilmiştir. Ayrıca ekonomik büyümeyi temsilen sabit fiyatlı 2015 yılı ABD doları bazlı GSYH verisi çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan modeller Nguyen ve Nguyen (2018), Koçak ve Ulucak (2019), Lee vd., (2022) ve Fan vd., (2023)'nin çalışmaları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan modeller ve hipotezler aşağıda sunulmaktadır.

$$\text{Model1: } \ln \text{eb}_{it} = \vartheta_{it} + \beta_{1it} \ln \text{Kent}_{it} + \beta_{2it} \ln \text{Kent2}_{it} + \beta_{3it} \ln \text{Co2}_{it} + \beta_{4it} \ln \text{tekn}_{it} + \mu_{it} \dots (1)$$

$$\text{Model2: } \ln \text{Co2}_{it} = \phi_{it} + \theta_{1it} \ln \text{Kent}_{it} + \theta_{2it} \ln \text{Kent2}_{it} + \theta_{3it} \ln \text{eb}_{it} + \theta_{4it} \ln \text{tekn}_{it} + \epsilon_{it} \dots (2)$$

$$\text{Model3: } \ln \text{tekn}_{it} = \gamma_{it} + \delta_{1it} \ln \text{Kent}_{it} + \delta_{2it} \ln \text{Kent2}_{it} + \delta_{3it} \ln \text{Co2}_{it} + \delta_{4it} \ln \text{eb}_{it} + \omega_{it} \dots (3)$$

Yukarıda yer alan modellerde her birinde $i = 1, 2, \dots, N$ panel veri kesit birimini, $t = 1, 2, \dots, T$ de panel veri zaman dönemini, ϑ_{it} , ϕ_{it} ve γ_{it} sabit parametrelerini, $\beta_{(1, \dots, 4)i}$, $\theta_{(1, \dots, 4)i}$ ve $\delta_{(1, \dots, 4)i}$ eğim parametrelerini, μ_{it} , ϵ_{it} ve ω_{it} hata terimlerini temsil etmektedir. (1), (2) ve (3)'te yer alan modellerin temel hipotezleri ise şu şekilde ifade edilmektedir:

Model 1:

$$H_0: \beta_{1it} = \beta_{2it} = \beta_{3it} = \beta_{4it} = 0 / H_1: \beta_{1it} \neq \beta_{2it} \neq \beta_{3it} \neq \beta_{4it} \neq 0 \dots (4)$$

Model 2:

$$H_0: \theta_{1it} = \theta_{2it} = \theta_{3it} = \theta_{4it} = 0 / H_1: \theta_{1it} \neq \theta_{2it} \neq \theta_{3it} \neq \theta_{4it} \neq 0 \dots (5)$$

Model 3:

$$H_0: \delta_{1it} = \delta_{2it} = \delta_{3it} = \delta_{4it} = 0 / H_1: \delta_{1it} \neq \delta_{2it} \neq \delta_{3it} \neq \delta_{4it} \neq 0 \dots (6)$$

Model 1, 2 ve 3'te yer alan bağımsız değişkenler, bağımlı değişkenleri açıklayabiliyor ise H_0 hipotezi reddedilmektedir ve alternatif hipotez kabul edilmektedir. Çalışmanın devamında verilerin yatay kesit bağımlılığı ve homojen yapının olup olmadığı araştırılacaktır. Elde edilen bulgulara göre birim kök ve modellerin tahmini için kullanılacak testlere karar verilecektir.

3.1. Yatay Kesit Bağımlılık ve Homojenlik Testi

Literatürde yer alan çalışmalarda yatay kesit bağımlılığını test etmek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler Breusch-Pagan (1980)'in geliştirdiği LM testi, EKK tahmini sonucu birimlerin artıkları arasındaki korelasyonun katsayılarının kareleri toplamını dikkate almaktadır. LM testi, N'in küçük ve T'nin büyük olduğu panel verilerde tercih edilmektedir. Pesaran (2004), geliştirdiği testte, N ve T'nin sonsuz gittiği durumları dikkate alarak normal dağılıma sahip CD_{LM} testini geliştirmiştir. Ayrıca Pesaran, N'in büyük ve T'nin küçük olduğu durumlar için CD testinin kullanılmasını önermiştir. Pesaran vd., (2008) test istatistiğine varyans ve ortalamayı ekleyerek sapması düzeltilmiş LM_{adj} testini geliştirmişlerdir. Böylece yatay kesit bağımlılığın araştırılmasında kullanılan LM, CD, CD_{LM} ve LM_{adj} testlerine ilişkin istatistikler aşağıdaki gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 237-247; Belke ve Al, 2019: 309-310):

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \dots (7)$$

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1)} \dots (8)$$

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}} \dots (9)$$

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \frac{(T-k) \hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}}} \dots (10)$$

Denklem (7), (8), (9) ve (10)'da yer alan testlerin tümünde H_0 hipotezi yatay kesit bağımlılığının bulunmadığını, alternatif hipotez ise yatay kesit bağımlılığının bulunduğunu belirtmektedir. Diğer taraftan çalışmada kullanılan modellerde yer alan eğim katsayılarının homojen olup olmadığı önem arz etmektedir. Modellerin homojenliğini araştırmak üzere Swamy S testinden faydalanılmıştır. Bu bağlamda çalışmada kullanılan panel verilerin yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik test sonuçları aşağıda yer alan Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Yatay Kesit ve Homojenlik Testi Sonuçlar

Modeller	İstatistik Değerleri	Olasılık Değerleri
Model 1		
LM _(Breusch, Pagan, 1980)	258.743	0.000***
CD _{LM(Pesaran 2004)}	19.426	0.000***
CD _(Pesaran 2004)	1.504	0.066*
LM _{adj(2008)}	15.865	0.000***
Swamy S Testi	43775.74	0.000***
Model 2		
LM _(Breusch, Pagan, 1980)	161.531	0.000***
CD _{LM(Pesaran 2004)}	10.157	0.000***
CD _(Pesaran 2004)	1.944	0.000***
LM _{adj(2008)}	-	-
Swamy S Testi	36343.97	0.000***
Model 3		
LM _(Breusch, Pagan, 1980)	170.341	0.000***
CD _{LM(Pesaran 2004)}	10.997	0.000***
CD _(Pesaran 2004)	1.892	0.029**
LM _{adj(2008)}	6.149	0.000***
Swamy S Testi	2363.61	0.000***
Not: ***, **, * sembolleri sırası ile %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.		

Tablo 2'de yer alan yatay kesit bağımlılığı ve homojenliği araştıran testlerin sonuçlarına bakıldığında, yatay kesit bağımlılığın varlığını sınanan testlerin olasılık değerlerinin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Böylece modellerde yatay kesit bağımlılığın olmadığı yönünde kurulan boş hipotez reddedilmekte ve yatay kesit bağımlılığın olduğunu ifade eden alternatif hipotez kabul edilmektedir. Diğer taraftan homojenliği test etmek için kullanılan Swamy S testi sonuçlarına bakıldığında, tüm modellerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Buna göre modellerin homojen olduğunu ifade eden boş hipotez reddedilmekte ve modellerin heterojen olduğunu kabul eden alternatif hipotez kabul edilmektedir. Böylece çalışmada kullanılan modellerin yatay kesit bağımlılığa ve heterojen bir yapıya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla çalışmanın devamında serilerin birim kök içerip içermediğini araştırmak için yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan birim kök testleri tercih edilecektir.

3.2. Panel İkinci Nesil Durağanlık Testleri

Çalışmalarda kullanılan veriler üzerinde, zaman içinde gerçekleşen şokların etkilerinin kalıcı olup olmadığı birim kök ya da durağanlık testleri ile araştırılmaktadır. Araştırma sonucunda eğer seriler durağan ise şokların etkisinin kalıcı olmadığı anlaşılmaktadır (Pata, 2020: 133). Birim kök ve durağanlık testlerinde, birim kökün varlığı kurulan hipotezler üzerinden araştırılmaktadır. Buna göre birim kök testleri için boş hipotez, verinin birim köklü olduğunu belirtmektedir. Ancak durağanlık testleri için boş hipotez, verinin birim kök içermediğini ifade etmektedir. Dolayısıyla durağanlık testlerinde, birim kökün varlığını sınamak için araştırılan boş hipotez verinin durağan olduğunu ifade etmektedir (Becker vd., 2006: 407). Durağanlık testlerini açıklamak üzere Y_{it} serisi dikkate alındığında, veri yaratma süreci aşağıda sunulduğu gibi gerçekleşmektedir:

$$Y_{it} = \beta' Z_{it} + \gamma_{it} + \mu_{it} \dots \dots \dots (11)$$

$$\gamma_i = \gamma_{i,t-1} + \mu_{it} \dots \dots \dots (12)$$

Denklem (11)'de $i=1, \dots, N$ yatay kesit boyutunu, $t=1, \dots, T$ ise zaman boyutunu temsil etmektedir. $\sigma_{\mu_i}^2$ terimi, μ_{it} hata teriminin varyansı olduğu düşünülürken, durağanlık testinin boş hipotezi (H_0) tüm birimler için sıfır olurken, alternatif hipotez ise (H_1) sıfırdan farklı olduğu durumu ifade etmektedir. Durağanlık testinin hipotezleri aşağıdaki şekilde belirtilmektedir (Hadri ve Rao, 2008: 248; Nazlıoğlu vd., 2021: 5):

$$H_0: \sigma_{\mu_i}^2 = 0 \text{ araştırılan seri durağandır}$$

$$H_1: \sigma_{\mu_i}^2 > 0 \text{ araştırılan seri birim kök içermektedir.}$$

Diğer taraftan ikinci nesil panel durağanlık testlerinde hata terimlerinin ortak faktör yapısına izin vermektedir. Denklem (13)'te yer alan F_t terimi, gözlenemeyen ortak faktörlere ait olan f -boyutlu bir vektörü temsil etmektedir. Böylece denklem (11), ortak faktör dikkate alınarak denklem (14) şeklinde ifade edilmektedir (Nazlıoğlu vd. 2021: 5).

$$\epsilon_{it} = \gamma_i' F_t + e_{it} \dots \dots \dots (13)$$

$$Y_{it} = \beta' Z_{it} + \gamma_{it} + \gamma_i' F_t + \mu_{it} \dots \dots \dots (14)$$

Denklem (14)'te yer alan Y_{it} serisini hesaplamak için öncelikle ortak faktör olan F_t 'nin tahmin edilmesi gerekmektedir. Bai ve Ng (2005) çalışmalarında ortak faktör olan F_t terimini belirlemek için temel bileşenler yöntemini kullanarak Fisher testinin $P_{m,PC}$ ile gösterilen bir versiyonunu önermektedir. Hadri ve Kurozumi (2012) çalışmalarında, Pesaran (2007) çalışmasındaki ortalaması genişletilmiş yatay kesit (CA) yaklaşımını kullanmışlardır. Son olarak Nazlıoğlu vd., (2021) çalışmalarında CA ve p (olasılık) değerlerine dayanan yeni bir ikinci nesil durağanlık testi önermişlerdir. Bu testler öncelikle Hadri ve Kurozumi (2011) çalışmalarında önerilen grup ortalamalı panel durağanlık testinin ve Bai ve Ng (2005) testinin tamamlayıcısı olarak düşünülmektedir. P_{CA} ile temsil edilen yeni tip ikinci nesil durağanlık testinde; Z_{CA} olarak gösterilen ters normal testi, $P_{m,CA}$ olarak ifade edilen Bai and Ng (2005) ile uyumlu bir şekilde değiştirilmekte ve ters ki-kare testi olarak ifade edilen P_{CA} durağanlık testi önerilmektedir (Nazlıoğlu vd., 2021: 5-7). Bu bağlamda Nazlıoğlu vd., (2021), Hadri ve Kurozumi (2012) ve Bai ve Ng (2005) tarafından geliştirilen ikinci nesil birim kök testlerinden elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. İkinci Nesil Durağanlık Test Sonuçları

Değişkenler	W_{CA}	P_{CA}	$P_{m'PC}$
Ineb	-0.919	15.121	1.157
InCo2	-1.116	13.548	4.591***
$\Delta \ln Co2$	-	-	-0.533
Inkent	-1.312	11.972	-0.462
Inkent2	-1.303	12.037	-0.214
Intekn	-1.072	13.407	-0.266

Not: P_{CA} terimi Nazlıoğlu vd., (2021) tarafından geliştirilen panel durağanlık testini, W_{CA} terimi Hadri ve Kurozumi (2012) tarafından geliştirilen panel durağanlık testini ve son olarak $P_{m'PC}$ terimi Bai ve Ng (2005) tarafından geliştirilen panel durağanlık testini temsil etmektedir. Her üç birim kök testinde sabitli model dikkate alınmaktadır. PANIC testinde $kmax:1$, ic: ICp kriteri ve varyans tahmincisi olarak Bartlett ile Kurozumi seçilmiştir. Hadri ve Kurozumi (2012) testinde varyans tahmincisi olarak Bartlett ve Kurozumi seçilmiştir. Her üç testin boş hipotezi serilerin durağan olduğunu ifade ederken alternatif hipotez ise serilerin birim kök içerdiğini belirtmektedir. *** sembolü %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmekte ve H_0 hipotezinin reddedildiği belirtmektedir.

Tablo 3'te yer alan W_{CA} ve P_{CA} durağanlık testine göre tüm değişkenlerin durağan oldukları görülmektedir. Diğer bir ifade ile tüm serilerde durağan olma sürecini ifade eden H_0 hipotezi reddedilememektedir. Diğer bir durağanlık testi olan $P_{m'PC}$ testi sonuçları incelendiğinde, InCo2 hariç olmak üzere tüm verilerin düzey değerinde durağan olduğu, InCo2 serisinin ise birinci farkında durağan olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre InCo2 dışındaki tüm verilerde H_0 hipotezi reddedilemezken, InCo2 serisinin birinci farkı alındığında H_0

hipotezi reddedilmemektedir. Durağanlık testi sonuçlarına göre InCo2 dışındaki serilerin düzey değerinde durağan olduğu, InCo2 serisinin ise W_{CA} ve P_{CA} testine göre düzey değerinde, $P_{m'PC}$ testine göre ise birinci farkında durağan olduğu belirlenmiştir. InCo2 serisinin $P_{m'PC}$ testi sonucu dikkate alındığında, çalışmanın devamında farklı düzeyde yer alan seriler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak üzere Emirmahmutoğlu ve Köse (EK) (2011) nedensellik analizinin kullanılmasına karar verilmiştir.

3.3. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Nedensellik Analizi

Çalışmada kullanılan veriler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak üzere EK (2011) panel nedensellik testi kullanılmaktadır. EK (2011) testine bakıldığında yatay kesit bağımlılığın, heterojenliğin ve özellikle farklı düzeylerde durağan olduğu tespit edilen verilerin söz konusu olduğu durumlarda önemli bir tahminci olarak kullanılmaktadır. EK (2011) testini incelendiğinde Toda-Yamamoto Granger nedensellik testine dayalı olarak geliştirildiği görülmektedir. EK (2011) testinde ilk olarak uygun gecikme uzunluğu (p) belirlenip Panel VAR modeli üzerinden tahmin yapılmaktadır. Devamında verilerin bütünleşme seviyesi (d_{max}) belirlenip en uygun gecikme uzunluğu ile toplanarak $p+d_{max}$ hesaplanmaktadır. Son olarak $p+d_{max}$ dikkate alınarak VAR modeli yardımı ile EK (2011) tahmini yapılmaktadır (Değirmenci ve Aydın, 2020: 399; Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872). EK (2011) nedensellik testi için kurulan VAR modeli aşağıda yer alan denklem (15) ve (16)'da sunulmaktadır (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872):

$$X_{i,t} = \alpha_{1,i} + \sum_{j=1}^{k_i+d_{max}} \gamma_{1,ij} X_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d_{max}} \theta_{1,ij} Y_{i,t-j} + \mu_{1,it} \dots \dots \dots (15)$$

$$Y_{i,t} = \alpha_{2,i} + \sum_{j=1}^{k_i+d_{max}} \gamma_{2,ij} Y_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d_{max}} \theta_{2,ij} X_{i,t-j} + \mu_{2,it} \dots \dots \dots (16)$$

Yukarıda yer alan modellerde X ve Y değişkenleri sırası ile bağımlı ve bağımsız değişkenleri, $\alpha_{1,i}$ ve $\alpha_{2,i}$ sabit parametreleri, $\mu_{1,it}$ ve $\mu_{2,it}$ hata terimlerini ve son olarak $\gamma_{1,ij}$, $\gamma_{2,ij}$, $\theta_{1,ij}$ ve $\theta_{2,ij}$ ise eğim parametrelerini temsil etmektedir. Denklem (15) ve (16)'da yer alan modellerin hipotezleri ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

Denklem (15) $\rightarrow H_0: Y_{i,t-j} = 0$, Y'den X'e doğru nedenselliğin olmadığını,

Denklem (16) $\rightarrow H_0: X_{i,t-j} = 0$, X'den Y'e doğru nedenselliğin olmadığını ifade etmektedir.

Her iki denklemde yer alan boş hipotez değişkenler arasında bir nedensellik olmadığını, alternatif hipotez ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmektedir. Hipotezlerin sınanması Walt test istatistikleri ve bootstrap olasılık değeri ile sağlanmaktadır. Son olarak denklem (15) ve (16)'da panelin tümü için gerçekleşen nedensellik araştırmasında kullanılan Fisher test istatistiği aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872):

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(p_i), i: 1, 2, \dots, N \dots \dots \dots (17)$$

Denklem (17)'de p_i terimi, i'ninci kesitin Walt testi istatistiğine karşılık gelen olasılık değeri ifade etmektedir (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872). Böylece her üç model için kullanılan EK (2011) nedensellik testinin sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Nedensellik Testi Sonuçları

Değişkenler / Nedenselliğin Yönü		Test İstatistikleri	Hipotezler
Model 1			
Inkent	Ineb	36.435*	H ₀ reddedilemez
Inkent2	Ineb	36.435*	H ₀ reddedilemez
InCo2	Ineb	38.109*	H ₀ reddedilemez
Intekn	Ineb	21.283	H ₀ red
Model 2			
Inkent	InCo2	43.894**	H ₀ reddedilemez
Inkent2	InCo2	40.731**	H ₀ reddedilemez
Ineb	InCo2	30.951	H ₀ red
Intekn	InCo2	29.599	H ₀ red
Model 3			
Inkent	Intekn	21.247	H ₀ red
Inkent2	Intekn	21.007	H ₀ red
InCo2	Intekn	38.999**	H ₀ reddedilemez
Ineb	Intekn	27.768	H ₀ red

Not: Çalışmada kullanılan panel veri heterojen yapıya sahip olduğu için Emirmahmutoğlu-Köse (2011) nedensellik testinden elde edilen test istatistik sonuçları, tablo kritik değerleri ile karşılaştırılarak boş hipotezlerin geçerliliği araştırılmıştır. **, * sembolleri sırası ile %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. dmax, 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4'te çalışmada kullanılan üç farklı modelden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Buna göre Model 1 dikkate alındığında kent, kentin karesi ve Co2 emisyonu verilerinin ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğu ve H₀ hipotezinin reddedildiği belirlenmiştir. Ayrıca teknoloji verisi ile ekonomik büyüme arasında bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı ve H₀ hipotezinin reddedilemeyeceği anlaşılmaktadır. Model 2'de, kent ve kentin karesi verilerinin Co2 emisyonunun Granger nedeni olduğu ve H₀ hipotezinin reddedildiği görülürken, ekonomik büyüme ve teknoloji verilerinden Co2 emisyonuna doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı ve H₀ hipotezinin reddedilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak Model 3'e bakıldığında sadece Co2 emisyonundan teknolojik gelişime doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu ve dolayısıyla H₀ hipotezinin reddedildiği tespit edilmiştir. Ancak Model 3'te kent, kentin karesi ve ekonomik büyümeden teknolojik gelişime doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı ve H₀ hipotezinin reddedilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada kentleşmenin ekonomik büyüme, teknolojik gelişim ve karbon emisyonu üzerine etkisi üç farklı model ile araştırılmıştır. Modellere kentleşme, ekonomik büyüme, teknolojik gelişim ve karbon emisyonu verisinin yanı sıra kentleşmenin karesi verisi de dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin birim kök içerip içermediğini araştırmak için üç farklı durağanlık testi kullanılmıştır. Kullanılan W_{CA} ve P_{CA} testlerinde tüm değişkenlerin düzey değerinde durağan olduğu, P_{m'PC} testinde ise Co2 emisyonu değişkeni dışındaki tüm değişkenlerin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Durağanlık testlerinden elde edilen bulgular ile modellerin tahmini için Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik testinin kullanılmasına karar verilmiştir. EK (2011) nedensellik testi ile birlikte boş hipotez, alternatif hipoteze karşı araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan boş hipotez, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklayamadığı durumu temsil ederken, alternatif hipotezde ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıkladığı durumu ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan EK (2011) nedensellik testinden elde edilen bulgulara bakıldığında, kentleşme ile kentleşmenin karesinin ekonomik büyüme ve Co2 emisyonunun Granger nedeni olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla Model 1 ve Model 2'de kentleşme ile kentleşmenin karesinin ekonomik büyüme ve Co2 emisyonunun Granger nedeni olmadığı şeklinde ifade edilen H₀ hipotezinin reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer bulgulara Lewis (2014), Nguyen ve Nguyen (2018), Liang ve Yang (2019), Goss ve Ouyang (2021) ve Shaban (2022) çalışmalarında

ulaşmışlardır. Çalışmada yer alan Model 3'ten elde edilen bulgular incelendiğinde kentleşme ile kentleşmenin karesinin teknolojinin Granger nedeni olmadığı ve H_0 hipotezinin reddedilemeyeceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmadan elde edilen diğer bulgulara bakıldığında, Co2 emisyonunun ekonomik büyüme ve teknolojinin Granger nedeni olduğu ve H_0 hipotezinin reddedildiği belirlenmiştir. Teknolojinin Co2 ve ekonomik büyümenin Granger nedeni olmadığı sonucu dikkate alındığında, çalışmaya konu olan ülke grubunun üretim yapısının Co2 emisyonunu artırdığı düşünülmektedir. Öyle ki çalışmada yer alan ülkelerin ekonomileri incelendiğinde, Çin hariç diğer ülkelerin ekonomilerinde yüksek teknolojinin önemli bir paya sahip olmadığı görülmektedir. Örneğin Brezilya, Rusya, Hindistan, İran, Birleşik Arap Emirlikleri, Mısır, Etiyopya, Güney Afrika, Türkiye, Çin ve Suudi Arabistan'da 2021 yılı ihracatlarında yüksek teknoloji ürünlerin payı sırası ile %9.001, %9.688, %10.212, %0.381, %8.957, %2.837, %8.546, %5.546, %3.283, %29.957 ve %0.305 oranında gerçekleştiği bilinmektedir (World Bank, 2024). Bu bağlamda BRICS ülkeleri ile birlikte Türkiye ve Suudi Arabistan'da ekonomik büyümeye katkı sağlayacak ve karbon emisyon salınımını azaltacak çevreci teknolojilerin gelişimi önem arz etmektedir. Ayrıca BRICS ülkeleri arasında yer alan ve 2022 yılı itibari ile Dünya'da 11.4 milyar ton ile en çok karbon emisyonu salınımı gerçekleştiren Çin'de, 2.83 milyar ton ile en çok karbon emisyon salınım gerçekleştiren üçüncü ülke olan Hindistan'da ve 484.48 milyon ton ile en çok karbon emisyon salınım gerçekleştiren beşinci ülke olan Brezilya'da (ourworldindata.org) çevreci teknolojilerin kullanımına yönelik politikalar geliştirmesi Paris anlaşmasının hedeflerine ulaşılması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca üretimde kullanılan çevreci teknolojilerin çevre sağlığını iyileştirmesi ve dolayısıyla beşeri sermayeyi olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Böylece uzun dönemde çevre dostu teknolojilerin ekonomik büyüme üzerinde pozitif katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan kaynakların kıt olduğu ve nüfusun artışının hız kesmeden devam ettiği Dünya'da, yenilenebilir veya temiz enerji altyapısına dayalı kentsel dönüşümler çevre sağlığı ve sürdürülebilir ekonomi için önem arz etmektedir (Hakkak vd., 2023). Bu nedenle kentleşme ve kentleşme karesinin hem ekonomik büyümenin hem de Co2 emisyonunun nedeni olduğu sonucu dikkate alındığında, sürdürülebilir kalkınma planlamalarında kentleşmenin göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Son olarak araştırmacılara, devam eden dönemlerde kentleşmenin ekolojik ayak izi, biyolojik kapasite ve yük taşıma kapasitesi faktörü üzerine etkilerinin araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgül, M.K. (2013), "Kentlerin e-Dönüşümü Akıllı Kentler", Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi, S.291, <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/kentlerin-e-donusumu-akillikentler/416> (Erişim Tarihi: 15.12.2017).
- Al-Mulali, U., Ozturk, I., ve Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79, 621-644. DOI 10.1007/s11069-015-1865-9
- Altıntaş, N. (2020). Kentleşme ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya etkisi: Türkiye örneği. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(26), 4517-4539. <https://doi.org/10.26466/opus.725429>
- Anser, M. K., Alharthi, M., Aziz, B., ve Wasim, S. (2020). Impact of urbanization, economic growth, and population size on residential carbon emissions in the SAARC countries. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 923-936. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01833-y>
- Aydın, B., & Çamkaya, S. (2024). Nükleer Enerji Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonlarının Sağlık Harcamaları Üzerindeki Etkileri. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 9(2), 493-513.
- Babahanoğlu, V., Bilici, Z., ve Örselli, E. (2020). Teknolojik Devinimin Kentlere Getirmiş Olduğu Fırsat ve Tehditler: IoT Tabanlı Akıllı Kentler Üzerinden Bir Analiz. *Journal of Academic Value Studies*, 6(3), 254-265.
- Bai, J., ve Ng, S. (2005). *A new look at panel testing of stationarity and the PPP hypothesis* (pp. 426-450). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bai, X., Chen, J., ve Shi, P. (2012). Landscape urbanization and economic growth in China: positive feedbacks and sustainability dilemmas. *Environmental science ve technology*, 46(1), 132-139. <https://doi.org/10.1021/es202329f>

- Bai, Y., Deng, X., Gibson, J., Zhao, Z., ve Xu, H. (2019). How does urbanization affect residential CO2 emissions? An analysis on urban agglomerations of China. *Journal of cleaner production*, 209, 876-885. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.248>
- Bakirtas, T., & Akpolat, A. G. (2018). The relationship between energy consumption, urbanization, and economic growth in new emerging-market countries. *Energy*, 147, 110-121.
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Halkos, G., ve Mishra, S. (2022). Influence of growth and urbanization on CO2 emissions: The moderating effect of foreign direct investment on energy use in BRICS. *Sustainable Development*, 30(1), 227-240. <https://doi.org/10.1002/sd.2240>
- Balsalobre-Lorente, D., Gokmenoglu, K. K., Taspınar, N., ve Cantos-Cantos, J. M. (2019). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in MINT countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23010-23026. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05446-x>
- Bao, C., ve He, D. (2015). The causal relationship between urbanization, economic growth and water use change in provincial China. *Sustainability*, 7(12), 16076-16085. doi:10.3390/su71215803
- Becker, R., Enders, W., ve Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>
- Bekhet, H. A., & Othman, N. S. (2017). Impact of urbanization growth on Malaysia CO2 emissions: Evidence from the dynamic relationship. *Journal of cleaner production*, 154, 374-388.
- Bekhet, H. A., ve Othman, N. S. (2017). Impact of urbanization growth on Malaysia CO2 emissions: Evidence from the dynamic relationship. *Journal of cleaner production*, 154, 374-388. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.174>
- Belke, M., ve İbrahim, A. L. (2019). Türkiye’de bölgesel enflasyon yakınsaması: panel birim kök testlerinden kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5(2), 301-323. <https://doi.org/10.20979/ueyd.601832>
- Bertinelli, L., ve Strobl, E. (2003). Urbanization, urban concentration and economic growth in developing countries. *CREDIT Research Paper*, (03/14). <https://www.jstor.org/stable/43197598>
- Brückner, M. (2012). Economic growth, size of the agricultural sector, and urbanization in Africa. *Journal of Urban Economics*, 71(1), 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2011.08.004>
- Charfeddine, L., ve Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and sustainable energy reviews*, 76, 138-154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>
- Chen, J., Wang, L., ve Li, Y. (2020). Natural resources, urbanization and regional innovation capabilities. *Resources Policy*, 66, 101643. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101643>
- Chen, M., Zhang, H., Liu, W., ve Zhang, W. (2014). The global pattern of urbanization and economic growth: evidence from the last three decades. *PloSone*, 9(8), e103799. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103799>
- Chen, S. (2024). Renewable Energy Technology Innovation and Urbanization: Insights from China. *Sustainable Cities and Society*, 105241. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105241>
- Chikaraishi, M., Fujiwara, A., Kaneko, S., Poumanyong, P., Komatsu, S., ve Kalugin, A. (2015). The moderating effects of urbanization on carbon dioxide emissions: A latent class modeling approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 302-317. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.025>
- Değirmenci, T., ve Aydın, M. (2020). Çevre Koruma Harcamaları ile Gelir Dağılımı ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Dinamik İlişkiler: Seçili OECD Ülkeleri için Panel Nedensellik Yaklaşımı. *Sosyoekonomi*, 28(46), 391-406. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2020.04.18>
- Destek, M. A., ve Pata, U. K. (2023). Carbon efficiency and sustainable environment in India: impacts of structural change, renewable energy consumption, fossil fuel efficiency, urbanization, and technological innovation. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(40), 92224-92237. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28641-3>
- Echendu, A. J., ve Okafor, P. C. C. (2021). Smart city technology: a potential solution to Africa’s growing population and rapid urbanization?. *Development Studies Research*, 8(1), 82-93. <https://doi.org/10.1080/21665095.2021.1894963>

- Ekinci, C. E., & Susmaz, H. (2009). Sağlıklı Kentleşme Süreci Esasları. *Social Sciences*, 4(1), 21-34.
- Emirmahmutoglu, F., ve Kose, N. (2011). Testing for Granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic Modelling*, 28(3), 870-876. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.018>
- Fan, J., Wang, J., Qiu, J., ve Li, N. (2023). Stage effects of energy consumption and carbon emissions in the process of urbanization: Evidence from 30 provinces in China. *Energy*, 276, 127655. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127655>
- Gao, X., Zhu, J., ve He, B. J. (2022). The linkage between sustainable development goals 9 and 11: Examining the association between sustainable urbanization and intellectual property rights protection. *Advanced Sustainable Systems*, 6(3), 2100283. <https://doi.org/10.1002/adsu.202100283>.
- Gao, Y., Murshed, M., Ozturk, I., Saqib, N., Siddik, A. B., ve Alam, M. M. (2023). Can financing technological development programs mitigate mineral resource consumption-related environmental problems faced by Sub-Saharan African nations?. *Resources Policy*, 87, 104343. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104343>
- Ghazouani, T. (2022). The effect of FDI inflows, urbanization, industrialization, and technological innovation on CO2 emissions: Evidence from Tunisia. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(4), 3265-3295. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00834-6>
- Gross, J., ve Ouyang, Y. (2021). Types of urbanization and economic growth. *International Journal of Urban Sciences*, 25(1), 71-85. DOI: 10.1080/12265934.2020.1759447
- Hadri, K., ve Kurozumi, E. (2012). A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letters*, 115(1), 31-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.11.036>
- Hadri, K., ve Rao, Y. (2008). Panel stationarity test with structural breaks. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 70(2), 245-269. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00502.x>
- Hakkak, M., Altıntaş, N., & Hakkak, S. (2023). Exploring the relationship between nuclear and renewable energy usage, ecological footprint, and load capacity factor: A study of the Russian Federation testing the EKC and LCC hypothesis. *Renewable Energy Focus*, 46, 356-366.
- He, Z., Xu, S., Shen, W., Long, R., ve Chen, H. (2017). Impact of urbanization on energy related CO2 emission at different development levels: regional difference in China based on panel estimation. *Journal of cleaner production*, 140, 1719-1730. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.155>
- Henderson, J. V. (2003). Urbanization and economic development. *Annals of economics and finance*, 4, 275-342.
- Hossain, M. S. (2011). Panel estimation for CO2 emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy policy*, 39(11), 6991-6999. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.042>
- <https://ourworldindata.org/> (erişim tarihi: 01.04.2024).
- <https://www.cfr.org/councilofcouncils/>
- <https://www.csis.org/analysis/why-are-latin-american-dictators-seeking-membership-brics>
- <https://www.worldbank.org/en/home> (erişim tarihi: 01.04.2024).
- Işık, Ş. (2005). Türkiye’de kentleşme ve kentleşme modelleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 14(1-2), 57-71.
- Jedwab, R., ve Vollrath, D. (2015). Urbanization without growth in historical perspective. *Explorations in Economic History*, 58, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.eeh.2015.09.002>
- Kassouri, Y. (2021). Monitoring the spatial spillover effects of urbanization on water, built-up land and ecological footprints in sub-Saharan Africa. *Journal of Environmental Management*, 300, 113690. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113690>
- Kılıç, C., Kurt, Ü. ve Balan, F. (2020). Kentleşme ve sanayileşmenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 182-196. Doi: 10.18026/cbayarsos.628421
- Koçak, E., ve Ulucak, Z. Ş. (2019). The effect of energy RveD expenditures on CO 2 emission reduction: estimation of the STIRPAT model for OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 14328-14338. DOI: 10.1007/s11356-019-04712-2

- Krey, V., O'Neill, B. C., van Ruijven, B., Chaturvedi, V., Daioglou, V., Eom, J., ... ve Ren, X. (2012). Urban and rural energy use and carbon dioxide emissions in Asia. *Energy Economics*, 34, S272-S283. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.04.013>
- Lee, C. C., Zhou, B., Yang, T. Y., Yu, C. H., ve Zhao, J. (2023). The impact of urbanization on CO2 emissions in China: The key role of foreign direct investment. *Emerging Markets Finance and Trade*, 59(2), 451-462. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2022.2106843>
- Lewis, B. D. (2014). Urbanization and economic growth in Indonesia: Good news, bad news and (possible) local government mitigation. *Regional Studies*, 48(1), 192-207. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748980>
- Li, M., Li, L., ve Strielkowski, W. (2019). The impact of urbanization and industrialization on energy security: A case study of China. *Energies*, 12(11), 2194. <https://doi.org/10.3390/en12112194>
- Li, Y. Z. (2017). Urbanization and economic growth in China—an empirical research based on VAR model. *International Journal of Economics and Finance*, 9(3), 210-219. DOI:10.5539/ijef.v9n3p210
- Liang, W., ve Yang, M. (2019). Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 21, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2018.11.007>
- Liddle, B. ve Messinis, G. (2015) Which comes first—urbanization or economic growth? Evidence from heterogeneous panel causality tests, *Applied Economics Letters*, 22:5, 349-355, DOI: 10.1080/13504851.2014.943877
- Liobikienė, G., ve Butkus, M. (2019). Scale, composition, and technique effects through which the economic growth, foreign direct investment, urbanization, and trade affect greenhouse gas emissions. *Renewable energy*, 132, 1310-1322. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.09.032>
- Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., ve Furqan, M. (2020). Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy Reports*, 6, 1553-1560. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.06.004>
- Moomaw, R. L. ve Shatter, A. M. (1996). Urbanization and Economic Development: A Bias toward Large Cities? *Journal Of Urban Economics*, 40, 13-37. <https://doi.org/10.1006/juec.1996.0021>
- Nathaniel, S., ve Khan, S. A. R. (2020). The nexus between urbanization, renewable energy, trade, and ecological footprint in ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122709. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122709>
- Nazlioglu, S., Payne, J. E., Lee, J., Rayos-Velazquez, M., ve Karul, C. (2021). Convergence in OPEC carbon dioxide emissions: Evidence from new panel stationarity tests with factors and breaks. *Economic Modelling*, 100, 105498. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105498>
- Nguyen, H. M. and Nguyen L.D. (2018). The relationship between urbanization and economic growth: An empirical study on ASEAN countries. *International Journal of Social Economics*, 45(2), 316-339. DOI 10.1108/IJSE-12-2016-0358
- Niu, H., ve Lekse, W. (2018). Carbon emission effect of urbanization at regional level: empirical evidence from China. *Economics*, 12(1), 20180044. <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-44>
- Örselli, E., ve Akbay, C. (2019). Teknoloji ve kent yaşamında dönüşüm: akıllı kentler. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 2(1), 228-241. <https://doi.org/10.33712/mana.544549>
- Pata, U. K. (2018). Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO2 emissions in Turkey: testing EKC hypothesis with structural breaks. *Journal of cleaner production*, 187, 770-779. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.236>
- Pata, U. K. (2020). OECD Ülkelerinde İşsizlik Histerisinin Ampirik Bir Analizi: Fourier Panel Durağanlık Testi. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1(Sayı 1), 125-144. <https://doi.org/10.32331/sgd.753027>
- Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T., ve Depren, S. K. (2023). Evaluation of the role of clean energy technologies, human capital, urbanization, and income on the environmental quality in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136802>
- 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. <https://www.jstor.org/stable/25146517>

- Rafique, M. Z., Li, Y., Larik, A. R., ve Monaheng, M. P. (2020). The effects of FDI, technological innovation, and financial development on CO 2 emissions: Evidence from the BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 23899-23913. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08715-2>
- Raihan, A., Muhtasim, D. A., Farhana, S., Pavel, M. I., Faruk, O., Rahman, M., ve Mahmood, A. (2022). Nexus between carbon emissions, economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, technological innovation, and forest area towards achieving environmental sustainability in Bangladesh. *Energy and Climate Change*, 3, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2022.100080>
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO2 emissions in emerging economies. *Energy economics*, 41, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.11.007>
- Shaban, A., Kourtit, K., ve Nijkamp, P. (2022). Causality between urbanization and economic growth: Evidence from the Indian States. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4, 901346. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.901346>
- Shang, J., Wang, Z., Li, L., Chen, Y., ve Li, P. (2018). A study on the correlation between technology innovation and the new-type urbanization in Shaanxi province. *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 266-273. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.029>
- Tanilli, S. (2014). *Uygurluk Tarihi*. (29. Baskı). İstanbul: Alkim Yayınevi
- Turok, I., ve McGranahan, G. (2013). Urbanization and economic growth: the arguments and evidence for Africa and Asia. *Environment and Urbanization*, 25(2), 465-482. <https://doi.org/10.1177/095624781349090>
- Wang, G., ve Salman, M. (2023). The driving influence of multidimensional urbanization on green total factor productivity in China: Evidence from spatiotemporal analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 52026-52048. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25864-2>
- Wu, H., Gai, Z., Guo, Y., Li, Y., Hao, Y., ve Lu, Z. N. (2020). Does environmental pollution inhibit urbanization in China? A new perspective through residents' medical and health costs. *Environmental Research*, 182, 109128. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109128>
- Wu, N., ve Liu, Z. (2021). Higher education development, technological innovation and industrial structure upgrade. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120400. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120400>
- Xu, D., Salem, S., Awosusi, A. A., Abdurakhmanova, G., Altuntaş, M., Oluwajana, D., ... ve Ojekemi, O. (2022). Load capacity factor and financial globalization in Brazil: the role of renewable energy and urbanization. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 823185. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.823185>
- Yang, Y., Liu, J., ve Zhang, Y. (2017). An analysis of the implications of China's urbanization policy for economic growth and energy consumption. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1251-1262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.207>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2017). Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı. Beta Yayıncılık. İstanbul. ss. 356. (3. Baskı 2020).
- Zhao, Y., ve Wang, S. (2015). The relationship between urbanization, economic growth and energy consumption in China: an econometric perspective analysis. *Sustainability*, 7(5), 5609-5627. <https://doi.org/10.3390/su7055609>

Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)

1. Bu çalışmanın yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedirler (The authors of this article confirm that their work complies with the principles of research and publication ethics).
2. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).
3. Bu çalışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir (This article was screened for potential plagiarism using a plagiarism screening program).