



YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA AÇISINDAN MINT ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Servet KAPÇAK¹

Öz

Bu çalışmada, MINT ülkeleri için yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Modelde tüm ülkeler için 1990-2021 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Değişkenlerin uzun dönem ilişkisini Bootstrap ARDL, uzun dönen katsayıları FMOLS ve yönünü tespit etmek için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Bootstrap ARDL testine göre, Nijerya ve Türkiye için değişkenler arasında eşbütünleşme tespit edilmiştir. FMOLS'a göre, Nijerya'da yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı kanıtına rastlanılmıştır. Türkiye'de ise yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelebilecek %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi 0.479 oranında artırmaktadır. Nedensellik sonuçlarına göre, Endonezya'da ve Türkiye'de Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift; ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek yönlü nedenselliğe ulaşılmıştır. Meksika'da yenilenebilir enerji tüketiminde ekonomik büyümeye; ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek taraflı nedensellik bulunmuştur. Son olarak, Nijerya'da ise kentleşmeden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Kentleşme
JEL Sınıflandırması: F15, N90, Q20

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUPTION AND ECONOMIC GROWTH: AN INVESTIGATION ON MINT COUNTRIES FROM THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract

This study investigates the relationship between renewable energy and economic growth for MINT countries. Annual data for the period 1990-2021 for all countries are used in the model. Bootstrap ARDL test was applied to determine the long-run relationship of the variables, FMOLS test was applied to determine the long-run coefficients and Granger causality test was applied to determine the direction. According to the bootstrap ARDL test, cointegration is found between the variables for Nigeria and Turkey. According to FMOLS, there is evidence that renewable energy consumption is not statistically significant on economic growth in Nigeria. In Turkey, a 1% increase in renewable energy consumption increases economic growth by 0.479. According to the causality results, there is bidirectional causality between renewable energy consumption and economic growth and unidirectional causality from economic growth to urbanisation in Indonesia and Turkey. In Mexico, unilateral causality was found from renewable energy consumption to economic growth and from economic growth to urbanisation. Finally, In Nigeria, unilateral causality was found from urbanization to economic growth.

Keywords: Renewable Energy, Economic Growth, Urbanization
JEL Classification: F15, N90, Q20

¹ Dr., Bağımsız Yazar, servet.kapcak@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-0397-9704

1. Giriş

Enerji, teknolojik süreçler aracılığıyla parasal bir değere dönüştürülebilen ve modern ekonomilerin en kritik girdilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Dinçer, 2000). Enerji arzındaki herhangi bir kesinti, toplumsal yaşamın temel dinamiklerinin işleyemez hâle gelmesine ve ekonomik yapının ciddi biçimde zarar görmesine neden olabilmektedir. Bu durum, ülkelerin enerjiye yönelik yapısal bağımlılığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Nüfus artışı, kentleşme eğilimleri, sanayileşme süreci ve tüketim alışkanlıklarındaki genişleme, küresel enerji talebini sürekli olarak yukarı yönlü baskılamaktadır. Nitekim yüksek gelirli ve sanayileşmiş ülkeler, dünya enerji arzının önemli bir bölümünü tüketmekte ve küresel enerji talep yapısının şekillenmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Sagheer ve Ashraf, 2024). Bu çerçevede, ekonomik ve sosyal kalkınmanın sürdürülebilirliği açısından temel faktörlerden biri, ucuz ve kesintisiz enerjiye istikrarlı erişimin sağlanmasıdır (Tutak ve Brodny, 2022).

Enerji, yaşamın devamlılığı için vazgeçilmez unsurlarından biri olduğu için günümüzde üzerinde en çok çalışılan konulardan biri olmuştur. Enerjinin en yüksek verimlilik kapasitesiyle kullanılması ülkelerin sürdürülebilir büyümeleri için çok önemli bir faktördür. Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, ülkenin ekonomik yapısına ve büyüme sürecine bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir (Syzykova vd., 2020; Tekgün vd., 2025). Bu yüzden enerji, sürdürülebilir ekonomik kalkınma ve büyüme için itici güç kaynağı olarak ifade edilebilir (Wang vd., 2022). Son 30 yıl içerisinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ticaret, gelir ve enerji tüketimi gibi alanlarda hızlı artışlar yaşamıştır (Sadorsky, 2011). Enerji tüketiminin birçok sektörde vazgeçilmez bir girdi kaynağı olması ekonomik sürecin ilerlemesi açısından temel girdi olarak görülmektedir (Syzykova ve Azretbergenova, 2024). Günümüzde enerjiye olan ihtiyaç günden güne artmaktadır. Enerjiye ulaşmak ve sürekliliğini sağlamak iki temel sorunu meydana getirmektedir. Birincisi, fosil kaynakların dünyada eşit dağılmaması ve sınırlı olmasıdır. Bugün enerji arzında herhangi bir sorun gözükme bile günün birinde mutlaka sorun olacağı öngörülmektedir. Bu dinamikler hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ekonomilerde enerji politikalarının yeniden şekillenmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, geleneksel fosil yakıtların yerine geçebilecek, çevresel açıdan daha sürdürülebilir nitelik taşıyan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırmalar ve yatırımlar hız kazanmıştır. Enerji alanındaki bir diğer temel sorun ise fosil yakıt kullanımının küresel iklim sistemi üzerinde yarattığı bozulmalar ile insan sağlığına yönelik ciddi risklerdir. Bu olumsuzluklar, temiz enerji teknolojilerine geçişi zorunlu kılan önemli etkenler arasında yer almaktadır (Abubakirova vd., 2025).

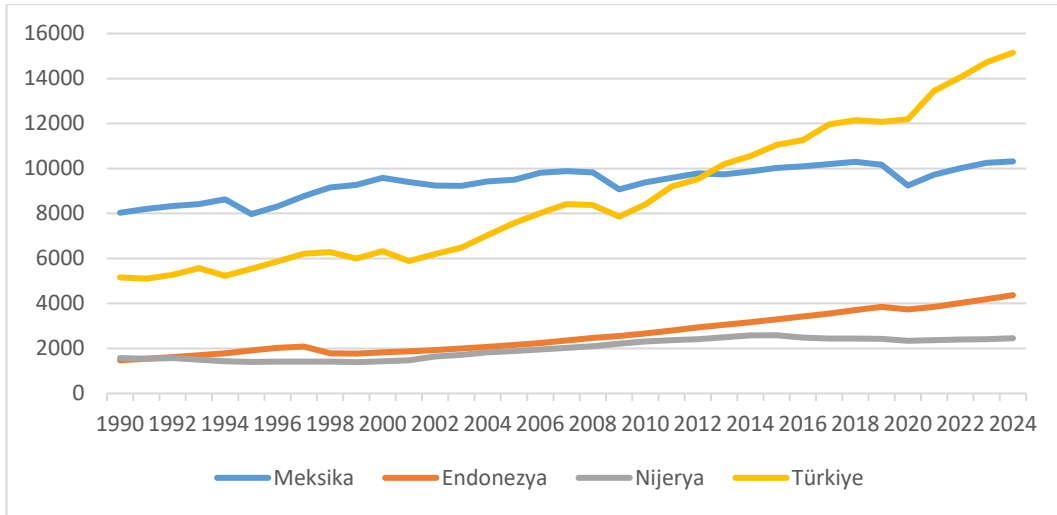
Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yarattığı tehditler, ekonomik büyüme, enerji talebi ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi kritik bir noktaya taşımaktadır. Bu nedenle Kyoto Protokolü kapsamında sera gazı emisyonlarının azaltılması yönünde uluslararası bir uzlaşa sağlanmış; pek çok ülke bu çerçevede fosil yakıt kullanımını sınırlayarak temiz enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bununla birlikte, yenilenemeyen enerji kaynaklarının ekonomik büyüme süreçlerinden tamamen çıkarılması, refah düzeyinin korunması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması açısından çeşitli zorluklar doğurmaktadır. Bu çerçevede, çevre ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratan ve karbon emisyonu üretmeyen yenilenebilir enerji kaynakları en uygun alternatiflerden biri olarak değerlendirilmektedir. Ancak söz konusu kaynakların etkin ve verimli biçimde kullanılmaması durumunda, enerji arzında dalgalanmalar yaşanabilmekte ve bu durum ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Gyimah vd., 2022; Künü ve Levent, 2023).

Enerji fiyatlarının yüksek seyretmesi, ekonomik büyüme sürecini yavaşlatan temel unsurlardan biridir. Özellikle 1970 sonrası yaşanan iki büyük enerji krizi, ülkelerin enerji politikalarında köklü değişimlere neden olmuştur. Bu dönemde enerji tüketimindeki daralma, üretim kapasitesini, verimliliği ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemiştir (Syed vd., 2023; Özen ve Levent, 2022). Enerji tüketiminin ekonomik performans üzerindeki belirleyici rolü uzun yıllardır kalkınma literatüründe tartışılmaktadır. Bu bağlamda, pek çok ülke sahip olduğu coğrafi avantajlar sayesinde güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve hidroelektrik gibi önemli yenilenebilir enerji

potansiyellerine sahiptir. Bu nedenle yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmek büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, büyüme ve kalkınmayı desteklemesinin yanı sıra çevre kalitesinin iyileşmesine de katkı sunmaktadır (Acaroğlu ve Güllü, 2022). Ayrıca bu enerji türleri, dışa bağımlılığı azaltarak istihdam, dış ticaret dengesi ve genel makroekonomik performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabilmektedir (Lund, 2009; Sel ve Tekgün, 2022).

Şekil 1 1990-2024 döneminde Meksika, Endonezya, Nijerya, Türkiye sıralamasını takip eden ekonomik büyüme düzeylerini göstermektedir. Meksika, en üst seviyeden başlayıp 1994 ekonomik krizi, 2008 küresel kriz ve 2020 pandemi gibi kırılgan yılların etkisiyle büyümesini sınırlı ve durağan sürdürmüştür. Endonezya, Meksika'nın altında yer alıp 1997 Asya krizi'nde sert bir darbe almasına rağmen sonrasında istikrarlı bir artış trendine girmiştir. Nijerya, petrol gelirlerine bağımlılığı nedeniyle 1998 petrol çöküşü, 2014-2016 petrol fiyat krizi ve 2020 pandemisi gibi dönemlerde güçlü dalgalanmalar yaşamış ve en zayıf performansı göstermiştir. Türkiye ise en alttan başlayarak 2001 krizi sonrası reformlar, artan ihracat ve üretim kapasitesi sayesinde yükselişini hızlandırmış, pandemi dönemindeki geçici etkiler dışında ivmesini koruyarak tüm ülkeleri geride bırakmış ve dönem sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır.

Şekil 1: MINT Ülkelerinin Ekonomik Büyüme Değerlerinin Karşılaştırılması (Kişi Başı Gelir)

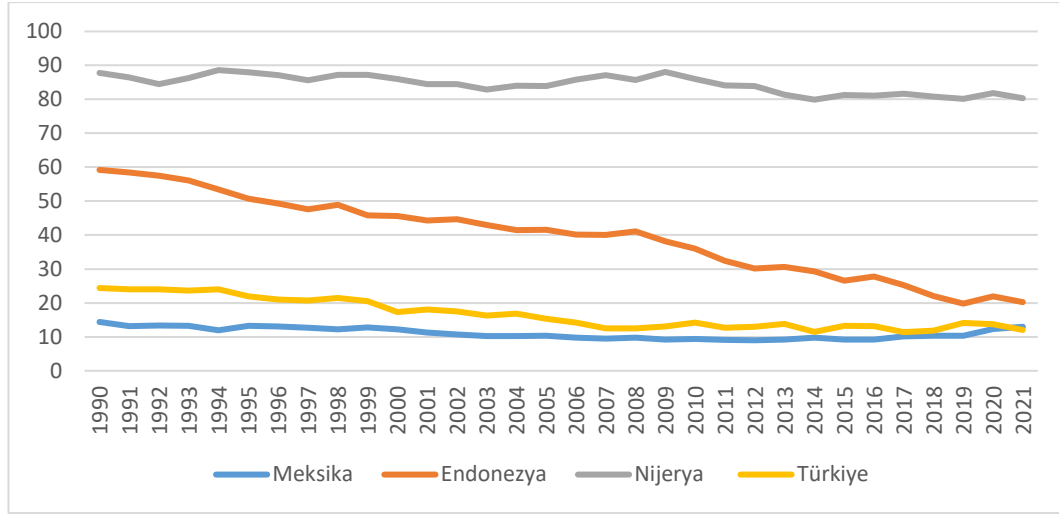


Kaynak: (Dünya Bankası, 2024).

Şekil 2'de MINT ülkelerine ait toplam enerji içerisindeki yenilenebilir enerji tüketiminin payı gösterilmiştir. Meksika, diğer üç ülke ile karşılaştırıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarını en az tüketen ülke konumundadır. Bu durum, ülkenin büyük ölçüde fosil yakıt tükettiğini göstermektedir. Nitekim Meksika, doğal gaz ve petrol üretiminde önemli bir ülke konumundadır. Bu nedenle üretimin sürekliliğini sağlamak için fosil yakıtlar kritik bir rol oynamaktadır. Güney Asya'nın en büyük ekonomilerinden biri olan Endonezya'da yenilenebilir enerji tüketimi sürekli bir azalış eğilimindedir. Dolayısıyla ülkenin ekonomik büyüme ve dinamiklerinin fosil yakıtlarla desteklendiği söylenebilir. Ayrıca Endonezya kalabalık bir nüfusa sahiptir. Bu nedenle fosil yakıt tüketiminin artan nüfus ve ekonomik büyümeye bağlı olarak yükseldiği ifade edilebilir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi Nijerya, diğer üç ülke ile kıyaslandığında yenilenebilir enerji kaynaklarını en fazla yenilenebilir enerji kaynaklarını tüketen ülke konumundadır. 2009 yılından sonra bir azalış görülmektedir. Diğer taraftan Nijerya, petrol üretiminde önemli bir yerdedir. Ülkenin sanayileşmesi, nüfus artışı ve altyapı gelişimi enerji tüketimi ile doğrudan ilişkilidir. Nijerya'nın ekonomik büyüme dinamikleri fosil yakıtlarla desteklendiği söylenebilir.

Şekil 2: MINT Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Tüketimi Değerlerinin Karşılaştırılması (%)



Kaynak: (Dünya Bankası, 2025).

Şekil 2’de Türkiye için Nijerya ve Endonezya’dan az Meksika’dan çok yenilenebilir enerji kaynaklarını tüketmektedir. Genel olarak toplam enerji içindeki yenilenebilir enerji tüketiminin bir azalış içinde olduğu görülmektedir. Türkiye enerji tüketiminin büyük çoğunluğunu fosil yakıtlardan sağlamaktadır. Bu yüzden enerji tedariği bakımından dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Sanayileşen, kentleşen ve nüfusu artan Türkiye, çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarına önemli ölçüde yatırımlar yapmaktadır.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin MINT ülkeleri özelinde incelenmesi amaçlanmaktadır. Mevcut literatür daha çok toplam enerji tüketimine odaklanırken, bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi analiz edilerek hem büyüme dinamiklerinin daha kapsamlı biçimde anlaşılması hem de yenilenebilir enerjinin ekonomik açıdan taşıdığı önemin ortaya konulması hedeflenmektedir. Çalışmada MINT ülkelerine ait 1990-2021 dönemini kapsayan en güncel yıllık veriler kullanılmış ve eşbütünleşme ilişkisini test etmek için Bootstrap ARDL yaklaşımından yararlanılmıştır. Ayrıca uzun dönem katsayılarını değerlendirmek amacıyla FMOLS tahmincisi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünü belirlemek için ise Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, literatüre katkı sağlayacak nitelikte politika önerilerinin sunulması amaçlanmaktadır.

2. Literatür Taraması

Literatürde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri tartışılmaya devam etmektedir. Bu tartışmalar genellikle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Gelişen yenilenebilir enerji teknolojileri ve azalan maliyetler neticesinde enerji kaynakları çeşitlenmiştir. Böylece literatürde yenilenebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak bir ayırma neden olmuştur (Syzykova vd., 2020; Syzykova vd., 2022). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştıran ulusal ve uluslararası teorik ve ampirik çok sayıda çalışma olduğu gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının farkındalığına paralel olarak literatürdeki yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışma sayısı gittikçe artmaktadır. Bağımsız Devletler Topluluğunu (BDT) için 1992-2018 dönemini araştıran Syzykova vd., (2020) çalışmalarında değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca değişkenlerin yönünü belirlemek için panel nedensellik testi uygulanmıştır. Nedensellik bulgularına göre, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift taraflı bir nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır. Bu durum ekonominin temel hipotezlerinden olan geri besleme hipotezinin bu ülkelerde geçerli olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Abubakirova vd., (2025), 2000-2023

dönemi için G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme testiyle analiz etmişlerdi. Çalışmada, uzun dönem katsayılarını FMOLS ve DOLS tahmincileriyle elde ederek yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. FMOLS sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artış ekonomik büyümeyi uzun dönemde yaklaşık %0,70 artırırken, DOLS bulgularında bu etkinin %0,66 düzeyinde gerçekleştiği saptanmıştır. Dünyada en fazla yenilenebilir enerji tüketen 38 ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan Bhattacharya vd., (2016) çalışmalarında 1991-2012 dönemine ait yıllık veriler kullanarak incelemişlerdir. Heterojen panel veri sonuçları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Armeanu vd., (2017) çalışmalarında 2003-2014 dönemi için 28 AB ülkesinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bulgulara göre, yenilenebilir enerji ekonomik büyüme üzerinde pozitif etki oluşturduğu belirlenmiştir. 1980-2011 dönemine ait yıllık veriler kullanarak 29 OECD ülkesi için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, sanayi üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki bağı inceleyen Salim vd., (2014) çalışmalarında panel veri analizi kullanmışlardır. Değişkenlerin uzun dönemde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Nedensellik testi sonuçlarına göre, kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerji ile yenilenemez enerji tüketimi ile sanayi üretimi arasında çift; kısa dönemde ise ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji ile yenilenemez enerji tüketimi arasında tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Granger nedensellik testini kullanarak Tunus'da yenilenebilir enerji, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1990-2015 dönemi için araştıran Cherni ve Jouini (2017), çalışmalarındaki ampirik sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğin olduğunu bulunmuştur. Attiaoui vd., (2017) çalışmalarında ARDL (ARDL-PMG) ve Granger nedensellik testlerini kullanarak 1990-2011 dönemi için 22 Afrika ülkesinde ekonomik büyüme, CO₂ emisyonları, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasındaki bağlantıyı araştırmışlardır. Ampirik bulgulara göre, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğunu tespit etmişlerdir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen Alper (2018), çalışmasında 1990-2017 dönemine ait verileri kullanmıştır. Değişkenlerin eşbütünleşme ilişkisini belirlemek için Bayer-Hanck eşbütünleşme testinden, nedensellik yönünü analiz etmek için ise Toda-Yamamoto yaklaşımından yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğunu göstermektedir. Ayrıca ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Caner ve Yaşar (2024) çalışmalarında 1990-2019 dönemine ait veriler kullanarak Türkiye ekonomisini araştırmışlardır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu bağlamında ARDL ve Toda-Yamamoto testlerine başvurulardır. ARDL eşbütünleşme testi sonucuna göre değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği bulunmuştur. Fakat nedensellik bulgularına göre, ilgili dönemde değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı bulunmuştur. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VAR Granger ve Toda- Yamamoto nedensellik testleri ile inceleyen Şimşek (2024), çalışmasında 1990-2020 dönemine ait veriler kullanmıştır. İlgili dönemde nedensellik testi sonuçları göre, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjisine doğru; yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Yenilenebilir enerji ve turizm değişkenlerini kullanarak ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştıran Baltacı (2025), çalışmasında E7 ülkelerini ele almıştır. Çalışmada 1995-2019 yılına ait yıllık veriler ve panel nedensellik testi kullanılmıştır. Bulgular, uzun dönemde değişkenler arasında ilişkinin olduğunu göstermektedir. Nedensellik testi sonuçlarına göre yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Alptürk (2025) MİKTA (Meksika, Endonezya, Kore, Türkiye, Avusturalya) genelinde yenilenebilir enerji tüketimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1990-2020 dönemi için araştırmıştır. Model için Emirmahmutoglu-Köse Panel nedensellik testi uygulanmıştır. Ülke bazında ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru nedensellik tespit edilmeyenken, yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru nedenselliğin varlığı bulunmuştur. Bulgular, Meksika, Türkiye ve Endonezya için yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı nedenselliğin olduğunu göstermektedir. Hidayat vd., (2024)

çalışmalarında doğal kaynaklar, karbon emisyonları ve yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki rolünü ASEAN bölgesindeki ülkeler için belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 2000-2021 dönemine ait yıllık veriler ve dinamik panel yöntemi kullanılmıştır. Bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği tespit edilmiştir.

Literatürdeki birçok uluslararası çalışma, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif uzun dönem ilişkisi ve çoğu ülke grubunda çift yönlü nedensellik bulunduğunu göstermektedir. Syzdykova vd., (2020), Bhattacharya vd., (2016), Armeanu vd., (2017), Salim vd., (2014), Cherni ve Jouini (2017), Attiaoui vd., (2017), Baltacı (2025), Abubakirova vd., (2025) ve Hidayat vd., (2024) farklı ülke örnekleri ve dönemlerde yaptıkları analizlerde yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi desteklediğini ve karşılıklı nedenselliğin birçok ekonomide geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık bazı ülke bazlı çalışmalar, özellikle Türkiye özelinde ilişkinin daha heterojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Alper (2018) ve Şimşek (2024) büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü nedensellik saptarken ters yönde bir ilişki tespit edememiştir. Caner ve Yaşar (2024) uzun dönem eşbütünleşmeye rağmen nedensellik ilişkisinin bulunmadığını belirtmiş; Alptürk (2025) ise bazı MİKTA ülkelerinde yalnızca yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik tespit ederek sonuçların ülkelere göre farklılaştığını vurgulamıştır.

Literatür taramasında ampirik çalışmaların sonuçlarının farklılık göstermesi, öncelikle araştırılan bölge kapsamının, kullanılan veri seti aralığının ve tercih edilen ekonometrik yöntemin değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bunun yanında ülkelerin sahip oldukları yapısal özellikler, ekonomik yapıları, enerji portföyleri ve iç dinamikleri de analiz sonuçları üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

3. Veri, Model ve Yöntem

Eski Goldman Sachs'ın kuruluşunun baş ekonomisti olan Jim O'Neill'in 2014 yılında ortaya koyduğu ve Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye'den oluşan MINT ülkeleri, BRICS ülkelerinin alternatifi olarak görülmüştür. Bu ülke grubu, BRICS ülkelerinin sahip olduğu yüksek nüfus, güçlü ekonomik büyüme, hızla gelişen orta sınıf ve girişimcilik kültürü gibi özelliklere sahiptirler. Ancak son dönemlerde BRICS ülkelerinin ekonomik performanslarındaki düşüşe bağlı olarak MINT ülke grubu dünya ekonomisinin "yeni devleri" olarak gösterilmeye başlanmıştır (Financial Times, 2015). Bu çalışmada, önceki çalışmalara dayanarak yenilenebilir enerji tüketim ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi MINT ülkelerin için analiz edilmektedir. Bu çalışmada 1990-2021 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak değişkenler arasındaki ilişkinin yapısı incelenmiştir. Çalışmada yer alan tüm değişkenler Dünya Bankası (WDI) veri tabanından elde edilmiş olup serilerin farklı ölçeklerde olması ve doğrusal analiz koşullarını karşılaması amacıyla tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak model denklemine dâhil edilmiştir. Ayrıca bazı ülkelere ait yıllık gözlemlerde eksik veri bulunması nedeniyle analiz dönemi tüm değişkenler için 2021 yılına kadar sınırlı tutulmuş ve logaritmik model Denklem 1'de sunulurken ekonometrik tahmin aşamasına geçilmiştir.

$$\ln GDP_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln REN_{it} + \alpha_2 \ln URB_{it} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Model 1'de GDP ekonomik büyümeyi, REN yenilenebilir enerji tüketimini ve URB kentleşmeyi temsil etmektedir. Ekonomik büyüme bağımlı değişken olup, yenilenebilir enerji ve kentleşme kontrol değişkenleri olarak modele dahil edilmiştir. Çalışmada, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ve küçük örneklerde güvenilir sonuçlar sunan ARDL yaklaşımı ile Bootstrap ARDL prosedürü uygulanmıştır. Son olarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek amacıyla Granger nedensellik testinden yararlanılmıştır. 1990-2021 dönemine ait $\ln GDP$, $\ln REN$ ve $\ln URB$ değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: MINT Ülkeleri İçin Tanımlayıcı İstatistikler

$\ln GDP$	$\ln REN$	$\ln URB$
-----------	-----------	-----------

MEKSİKA			
Mean	3.965	1.039	1.882
Median	3.972	1.012	1.883
Maximum	4.012	1.158	1.908
Minimum	3.891	0.954	1.853
Std. Dev.	0.034	0.064	0.016
Skewness	-0.639	0.240	-0.105
Kurtosis	2.298	1.559	1.850
Jarque-Bera	2.835	3.072	1.822
Probability	0.242	0.215	0.402
Sum	126.88	33.26	60.25
Sum Sq. Dev.	0.036	0.128	0.008
Observations	32	32	32
ENDONEZYA			
Mean	3.360	1.577	1.650
Median	3.325	1.615	1.665
Maximum	3.585	1.772	1.758
Minimum	3.145	1.296	1.485
Std. Dev.	0.129	0.140	0.080
Skewness	0.263	-0.546	-0.526
Kurtosis	1.882	2.207	2.132
Jarque-Bera	2.036	2.430	2.483
Probability	0.361	0.296	0.288
Sum	107.53	50.48	52.820
Sum Sq. Dev.	0.522	0.615	0.201
Observations	32	32	32
NİJERYA			
	lnGDP	lnREN	lnURB
Mean	3.270	1.926	1.596
Median	3.268	1.926	1.596
Maximum	3.412	1.947	1.722
Minimum	3.143	1.902	1.472
Std. Dev.	0.101	0.013	0.079
Skewness	0.071	-0.303	0.022
Kurtosis	1.344	1.825	1.664
Jarque-Bera	3.682	2.331	2.381
Probability	0.158	0.311	0.304
Sum	104.651	61.650	51.094
Sum Sq. Dev.	0.318	0.005	0.194
Observations	32	32	32
TÜRKİYE			
	lnGDP	lnREN	lnURB
Mean	3.863	1.208	1.835
Median	3.829	1.168	1.833
Maximum	4.084	1.387	1.884
Minimum	3.681	1.056	1.772
Std. Dev.	0.129	0.111	0.034
Skewness	0.321	0.340	-0.105
Kurtosis	1.790	1.642	1.750
Jarque-Bera	2.503	3.074	2.140
Probability	0.286	0.214	0.342
Sum	123.635	38.657	0.036
Sum Sq. Dev.	0.5231	0.388	58.617
Observations	32	32	32

Tablo 2’de MINT ülkelerine ait 1990 yılından 2021 yılına kadar bağımlı ve bağımsız değişkenlerin korelasyon matris değerleri gösterilmiştir. Bu değerler genel olarak literatürde kabul görülen -1 ile 1 arasında değişmektedir. lnGDP, lnREN ve lnURB değişkenlerin katsayıları 1 sayısına yaklaşması daha güçlü bir ilişki; -1 değerine yaklaşması ise daha zayıf bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Sonuç olarak değerler -1 ile 1 arasında yer almaktadır.

Tablo 2: MINT Ülkelerinde Değişkenlerin Korelasyon Matris Katsayıları

	lnGDP	lnREN	lnURB
MEKSİKA			
lnGDP	1	-0.753	0.877
lnREN	-0.753	1	-0.674
lnURB	0.877	-0.674	1
ENDONEZYA			
lnGDP	1	-0.976	0.931
lnREN	-0.976	1	-0.923
lnURB	0.931	-0.923	1
NİJERYA			
lnGDP	1	-0.743	0.932
lnREN	-0.743	1	-0.790
lnURB	0.932	-0.790	1
TÜRKİYE			
lnGDP	1	-0.877	0.975
lnREN	-0.877	1	-0.937
lnURB	0.975	-0.937	1

4. Bulgular

Kullanılan yöntemin özelliği gereği değişkenlerin durağanlık düzeylerin araştırılması gerekmektedir. Bootstrap ARDL prosedürü değişkenlerin ikinci farkında durağan olduğu veya bağımlı değişkenlerin düzeyde durağan olması durumunda kullanılmamaktadır. Bu yüzden ilk aşamada serilerde birim kök olup olmadığını incelemek gerekmektedir. Dolayısıyla seriler için ADF birim kök testi uygulanmıştır. Tablo 3'te değişkelere ait birim kök sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 3: MINT Ülkelere Ait ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Düzyer Değerleri		Birinci Fark Değerleri	
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
MEKSİKA				
lnGDP	-2.305637	0.1766	-4.371014	0.0017***
lnREN	-0.854199	0.7869	-6.356263	0.0001***
lnURB	0.366355	0.9979	-6.705788	0.0000***
ENDONEZYA				
lnGDP	-0.421148	0.8934	-3.853929	0.0064***
lnREN	0.705475	0.9903	-6.084340	0.0000***
lnURB	-2.661853	0.7924	-4.296729	0.0025***
NİJERYA				
lnGDP	-1.729228	0.4059	-3.328351	0.0224**
lnREN	-1.368977	0.5844	-5.764627	0.0000***
lnURB	-1.124174	0.6929	-3.670170	0.0000***
TÜRKİYE				
lnGDP	0.145003	0.9642	-5.772639	0.0000***
lnREN	-1.619768	0.4600	-6.436800	0.0000***
lnURB	-2.553569	0.1136	-5.220116	0.0011***

Not: ***, ** simgeleri %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir.

Tablo 3'te görüldüğü gibi lnGDP, lnREN ve lnURB değişkenleri düzey seviyede durağan olmadıkları yani birim kök içerdiği belirlenmiştir. Birinci farkı alındığında durağan olduğu görülmektedir. Böylece tüm serilerin I(1) birinci farkında durağan olduğu ve modelin ilk aşamasını tamamlandığı tespit edilmiştir.

4.1. Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

Eşbütünleşme bir denge düzeltilmesidir. Büyüme ve dalgalanmalarla ilgili hipotezleri sınamak için uygun bir çerçeve sağlamaktadır. Kısa ve uzun dönemde ekonometrik verilerin özelliklerini anlamak ve açıklayabilmek için temel analizdir. Bir ampirik araştırmada, ekonomik zaman serilerinin entegrasyon ve eşbütünleşme özelliklerini bulmak için uygun şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu tür analizler, ekonomik sonuçların etkili bir şekilde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca modelleme stratejileri geliştir ve sahte regresyon riskini de azaltmaktadır (Bertelli vd., 2022).

Pesaran vd., (2001) tarafından literatüre kazandırılan ARDL yaklaşımının Bootstrap-ARDL prosedürü, yöntemsel performansını değerlendirmek amacıyla çeşitli simülasyon (Monte Carlo) analizleriyle incelenmiştir. Monte Carlo bulguları, Bootstrap-ARDL testinin hem boyut hem de güç açısından geleneksel ARDL sınır testine kıyasla daha üstün sonuçlar verdiğini ve yöntemin klasik yaklaşımda karşılaşılan temel problemlerin büyük bir kısmını giderdiğini göstermektedir. Geleneksel ARDL yönteminin zayıf güç sorunlarına karşı, F ve t istatistiklerinin bootstrap dağılımlarına dayalı olarak yeniden türetilmesi, test sonuçlarının güvenilirliğini artırmakta ve hatalı çıkarımların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Bertelli vd., (2022) ise trend içermeyen, kesişimin kısıtlanmış veya kısıtlanmamış biçimde ele alındığı Vaka II ve Vaka III ARDL modellerine odaklanarak Bootstrap-ARDL yaklaşımının uygulama kapsamını genişletmiştir. Genel olarak, literatürde Bootstrap-ARDL prosedürünün geleneksel ARDL yaklaşımına kıyasla daha güvenilir ve güçlü sonuçlar sunduğu ifade edilmektedir (Nawaz vd., 2019).

Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7 MINT ülkeleri için ayrı ayrı ARDL eşbütünleşme sonuçlarını vermektedir. Meksika ve Endonezya için istatistik değerleri Bootstrap %1 ve %5 kritik değerden mutlak olarak küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla uzun dönemde Meksika ve Endonezya'da bağımlı değişken ekonomik büyüme ve kontrol değişkenler olan yenilenebilir enerji ile kentleşme değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olmadığı tespit edilmiştir.

Nijerya ve Türkiye için uzun dönem sonuçları değerlendirildiğinde istatistik değerleri bootstrap %1 ve %5 kritik değerden mutlak olarak büyük olduğu görülmektedir. Böylece değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin var olduğunu ifade eden eşbütünleşmenin varlığını kanıtlamaktadır.

Tablo 4: Meksika için Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA II	İstatistik	2.451	2.123	-1.180	-	-	-
	I (0) 5%	3.272	3.272	-	-	-	-
	I (1) 5%	4.203	4.203	-	-	-	-
	Önyükleme						
	Kritik Değeri (%5)	6.562	4.870	-2.351	-	-	-
VAKA III	İstatistik	1.909	1.262	-1.180	-1.264	3.203	1.956
	I (0) 5%	2.72	2.72	-2.87	-2.87	2.94	2.94
	I (1) 5%	3.02	3.02	-3.72	-3.72	5.15	5.15
	Önyükleme	6.56	6.542	-4.510	-3.250	6.572	6.420
	Kritik Değeri (%5)						

Tablo 5: Endonezya için Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA II	İstatistik	1.621	1.819	-2.170	-0.264	-	-
	I (0) 5%	2.171	2.171	-	-	-	-
	I (1) 5%	4.326	4.376	-	-	-	-
	Önyükleme						
	Kritik Değeri (%5)	5.62	5.50	-2.256	-1.305	-	-

Tablo 5 (Devamı): Endonezya için Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA III	İstatistik	1.924	1.261	-2.170	-0.264	4.403	1.501
	I (0) 5%	4.72	4.72	-2.87	-2.87	2.94	2.94
	I (1) 5%	5.01	5.01	-3.76	-3.76	5.18	5.18
	Önyükleme	6.60	6.80	-3.510	-4.450	6.270	6.456
	Kritik Değeri (%5)						

Tablo 6: Nijerya için Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find(UC)
VAKA II	İstatistik	7.621	6.819	-2.180	-	-	-
	5% I (0)	3.272	5.018	-	-	-	-
	5% I (1)	5.206	6.180	-	-	-	-
	Önyükleme	6.670	5.770	-2.351	-	-	-
	Kritik Değeri (%5)						
VAKA III	İstatistik	4.892	9.261	-2.180	-3.264	5.403	5.533
	I (0) 5%	3.712	3.712	-2.85	-2.85	2.98	2.98
	I (1) 5%	5.023	5.023	-3.68	-3.68	5.25	5.25
	Önyükleme	6.702	6.480	-3.520	-1.350	6.060	6.520
	Kritik Değeri (%5)						

Tablo 7: Türkiye için Bootstrap ARDL Eşbütünleşme Test Sonuçları

		Fov(C)	Fov(UC)	t(C)	t(UC)	Find(C)	Find (UC)
VAKA II	İstatistik	5.252	2.240	-2.180	-3.257	5.450	5.433
	I (0) 5%	2.272	3.656	-	-	-	-
	I (1) 5%	4.603	6.803	-	-	-	-
	Önyükleme	6.760	5.780	-2.340	-1.370	5.900	-
	Kritik Değeri (%5)						
VAKA III	İstatistik	7.909	8.262	-2.18	-3.257	5.450	5.433
	I (0) 5%	3.51	3.51	-2.56	-2.56	2.76	2.76
	I (1) 5%	5.25	5.25	-3.88	-3.88	5.24	5.24
	Önyükleme	6.805	6.480	-3.610	-1.440	6.230	6.410
	Kritik Değeri (%5)						

Tablo 8: Nijerya ve Türkiye için Uzun Dönem Katsayıları (FMOLS tahmincisi) (Bağımlı Değişken: GDP)

		Uzun Dönem Katsayıları	
	Katsayılar	t-İstatistiği	Olasılık
NİJERYA			
InREN	0.323	0.229	0.8220
InURB	1.265	0.088	0.8962
TÜRKİYE			
InREN	0.479	2.964	0.0061
InURB	5.215	0.458	0.8694

Değişkenler arasında eşbütünleşmenin varlığını tespit ettikten sonra uzun dönem tahmin sonuçlarına geçilmektedir. Ancak Meksika ve Endonezya için uzun dönemde değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşme bulunmamaktadır. Bu yüzden uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşik olan ülkeler için uzun dönem katsayıları hesaplanmaktadır. Yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki uzun vadeli ilişkiyi tahmin etmek için Pedroni (2000) tarafından geliştirilen En Küçük Kareler (FMOLS) yaklaşımı kullanılmaktadır. Tablo 8'de FMOLS tahmin yaklaşımıyla değişkenlerin uzun dönem katsayıları sunulmuştur. Nijerya için yenilenebilir enerji

tüketimi ekonomik büyüme üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuca göre, sürdürülebilir bir büyüme için fosil yakıtların etkin kullanıldığı söylenebilir. Türkiye için sonuçlar farklılık göstermektedir. Yenilenebilir enerji ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış ekonomik büyümeyi %0.479 oranında bir artış sağlamaktadır. Türkiye fosil yakıtlar açısından dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Ancak yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların pozitif sonuçlar verdiği ve yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi destekleyecek kadar kullanıldığını göstermektedir.

5. Granger Nedensellik Testi

Granger nedensellik analizi değişkenlerin nedensellik yönünü istatistiksel açıdan belirlemede kullanılmaktadır. Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin var olması neden sonuç ilişkisinin olması anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla hipotezlerin sınanması %1, %5 ve %10 kritik değerlere göre değerlendirilmektedir. Eğer elde edilen olasılık değerleri %1, %5 ve %10 kritik değerlerden küçük ise H_0 hipotezi reddedilerek seriler arasında nedensellik olduğu yorumlanmaktadır. Test edilecek hipotezler aşağıda verilmektedir.

H_0 = Nedensellik yoktur.

H_1 = Nedensellik vardır.

VAR modeli kullanılarak MINT ülkeleri için elde edilen Granger nedensellik sonuçları Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: MINT Ülkelere Ait Nedensellik Sonuçları

	χ^2	Olasılık	Sonuç
MEKSİKA			
REN $\neq$ GDP	9.495	0.0087***	REN $\rightarrow$ GDP
GDP $\neq$ REN	2.184	0.3355	GDP $\neq$ REN
URB $\neq$ GDP	9.192	0.0084***	URB $\rightarrow$ GDP
GDP $\neq$ URB	2.355	0.3079	GDP $\neq$ URB
REN $\neq$ URB	3.645	0.1655	REN $\neq$ URB
URB $\neq$ REN	2.656	0.4555	URB $\neq$ REN
ENDONEZYA			
REN $\neq$ GDP	5.983	0.0502*	REN $\rightarrow$ GDP
GDP $\neq$ REN	5.379	0.0679*	GDP $\rightarrow$ REN
URB $\neq$ GDP	1.250	0.5352	URB $\neq$ REN
GDP $\neq$ URB	35.912	0.0000***	GDP $\rightarrow$ URB
REN $\neq$ URB	3.151	0.1529	REN $\neq$ URB
URB $\neq$ REN	0.486	0.7842	URB $\neq$ REN
NIJERYA			
REN $\neq$ GDP	3.755	0.1529	REN $\neq$ GDP
GDP $\neq$ REN	0.299	0.8608	GDP $\neq$ REN
URB $\neq$ GDP	30.944	0.0000***	URB $\rightarrow$ GDP
GDP $\neq$ URB	3.810	0.1448	GDP $\neq$ URB
REN $\neq$ URB	2.502	0.8608	REN $\neq$ URB
URB $\neq$ REN	0.735	0.6422	URB $\neq$ REN
TÜRKİYE			
REN $\neq$ GDP	10.153	0.0004***	REN $\rightarrow$ GDP
GDP $\neq$ REN	6.990	0.0303**	GDP $\rightarrow$ REN
URB $\neq$ GDP	1.186	0.5527	URB $\neq$ GDP
GDP $\neq$ URB	15.660	0.0062***	GDP $\rightarrow$ URB
REN $\neq$ URB	2.486	0.3390	REN $\neq$ URB
URB $\neq$ REN	0.039	0.9803	URB $\neq$ REN

Not: ***, **, * singeleri %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir

Tablo 9’da MINT (Meksika, Endonezya, Nijerya, Türkiye) ülkelerinin nedensellik sonuçları incelendiğinde Meksika için %1 anlam düzeyinde H_0 hipotezi reddedilerek istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır. Böylece yenilenebilir enerji kullanımında meydana gelebilecek pozitif veya negatif bir değişim ekonomik büyümeyi pozitif veya negatif olarak etkilemektedir. Mevcut çalışmanın bulguları, Haseeb vd., (2019) Malezya için, Bowden and Payne (2010) ABD için, Armeanu vd., (2017) AB için, Demirgil ve Birol (2020) ve Alptürk (2025) Türkiye için yaptıkları çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir. Ayrıca kentleşmeden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur.

Endonezya ve Türkiye için hem yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde hem de ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir. Türkiye için %1 ve Endonezya için %10 kritik değerde H_0 hipotezi reddedilerek yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift taraflı nedensellik bulunmuştur. Yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelebilecek bir değişim ekonomik büyümeyi; ekonomik büyümede gelebilecek bir değişim yenilenebilir enerji tüketimini desteklemektedir. Mevcut çalışmanın bulguları, Lin ve Moubarak (2014) Çin için, Cherni ve Jouini (2017) Tunus için ve Rafindadi ve Öztürk (2017) Almaya için yaptıkları çalışmaların bulguları ile aynıdır. Diğer bir sonuca göre ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek taraflı nedensellik bulunmuştur.

Nijerya için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak bir nedenselliğe rastlanılmamıştır. Nijerya’da yenilenebilir enerji kullanılmaktadır. Ancak ekonomik büyümeyi destekleyecek kadar olmadığı söylenebilir. Bulgular, Caner ve Yaşar (2024) ve Şimşek (2024) gibi iktisatçıların yaptıkları çalışmalarının sonuçları ile aynı olduğunu göstermektedir. Son olarak kentleşmeden ekonomik büyüme doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı kanıtlanmıştır. Bu bulgu, Güney Afrika’nın en kalabalık kentlerinden biri olan Nijerya’ya son yıllarda kırsal bölgelerden gerçekleşen göçün üretime katılıp ekonomik büyümeyi desteklediği söylenebilir.

5. Sonuç

Enerji, fark edilerek veya fark edilmeyerek insanlık tarihinde sürekli kullanılan bir faktör olmuştur. Sanayi devrimiyle bu farkındalık artış göstermiştir. Sanayileşme sürecinde sürekli fosil yakıtlar olarak adlandırılan yenilenemeyen enerji kaynakları kullanılmış ve enerji talebi sürekli artmıştır. Ancak fosil yakıtların dünya üzerinde adil dağılmaması, tükenebilir ve çevreye verdiği zararda dolayı ülkeler yeni enerji arayışlarına başlamışlardır. Özellikle 1970 yıllarında yaşanan enerji krizleri beraberinde enerji arz güvenliği sorununu oluşturmuştur. Enerjinin tasarruflu, verimli ve etkin kullanılması yenilenebilir enerji kaynaklarını daha cazip hale getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları kendini yenileyen ve karbon emisyonu üretmeyen enerji kaynaklarıdır. Bu yüzden ülkelerin enerji politikalarında önemli konumdadır.

Gelişmekte olan ülkeler sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak için enerji talepleri artmaktadır. MINT (Meksika, Endonezya, Nijerya, Türkiye) ülkeler çok fazla fosil yakıt tüketen ülke konumundadırlar. Ancak Türkiye, diğer üç ülkeden daha az fosil yakıt üretimi gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyi ilişkisini 1990-2021 dönemine ait veriler kullanılarak MINT ülkeleri için araştırılmaktadır. Model, ARDL yaklaşımı temeline dayanan yeni Bootstrap ARDL prosedürü ile incelenmektedir

Başlangıçta değişkenlerin durağanlık analizleri ADF birim kök testi ile sınanmış ve tüm ülkelere ait değişkenlerde birinci farkta durağan olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra ARDL Bootstrap ARDL eşbütünleşme prosedürü ile uzun dönemde eşbütünleşik olup olmadıkları test edilmiş ve uzun dönemde birlikte hareket ettikleri bulunmuştur. FMOLS yaklaşımı ile uzun dönem katsayıları incelenmiş ve uzun dönemde Nijerya ve Türkiye’de değişkenlerin eşbütünleşik olduğu tespit edilmiştir. Nijerya’da yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Son olarak Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelebilecek %1’lik bir artış ekonomik büyümeyi 0.479 oranında artırdığı kanıtına ulaşılmıştır. Türkiye fosil

kaynakların yaklaşık %75 oranını kullanmaktadır. Ancak son yıllarda temiz enerjiye yapılan yatırımlar ekonomik büyümeyi destekleyecek duruma gelmiştir. MINT ülkelere ait değişkenlerin arasındaki neden-sonuç ilişkilerini ve yönünü belirlemek için Granger nedensellik testine başvurulmuştur. Nedensellik testi bulgularına göre Endonezya ve Türkiye’de benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift; ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek yönlü nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir. Meksika’da yenilenebilir enerji tüketiminde ekonomik büyümeye; ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek taraflı nedensellik bulunmuştur. Son olarak Nijerya’da ise kentleşmeden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır. Bu durumda yenilenebilir enerji tüketiminin Meksika, Endonezya ve Türkiye’de ekonomik büyümeyi desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak yapılan değerlendirme neticesinde yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde tek bir belirleyici olmayabilir. Bununla birlikte ekonomik, sosyal ve politik faktörlerinde büyümeyi etkileyebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, gün geçtikçe yenilenebilir enerji kaynaklarına olan farkındalık artmaktadır. Yapılan çalışmalar hem ülke bazında hem de küresel bazda artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle MINT ülkelerin daha fazla yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapması kanaatine varılmıştır. Doğrudan yabancı yatırımları teşvik ederek çevre dostu ve temiz enerji teknolojileri ülkeye getirebilecek politikalar geliştirilmelidirler. Aynı zamanda araştırma ve geliştirme merkezlerin kurulmalarına önem verilmelidir. Ekonomik ve politik eksikler tespit edilmeli ve özel sektör yenilenebilir enerji teknolojileri ilgili desteklenmelidir. Bu sayede, sürdürülebilir ekonomik kalkınmaya ulaşabilmek mümkün olabilecektir. Böylece, MINT ülkelerinde de sürdürülebilir ekonomik büyüme için yenilenebilir enerji kaynakları ve teknolojileri önemli olsa bile temel amaca erişmek için farklı faktörlerin de etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakların yenilenemeyen enerji kaynaklarının bir alternatifi olarak halk bilinçlendirilmeli ve teknolojik araçları kullanabilecek eğitimli insanlar yetiştirilmelidir.

Kaynakça

- Abubakirova, A., Saimagambetova, G., Omarova, A., Saubetova, B., & Taskinbaikyzy, Z. (2025). Relationship Between Renewable Energy and Economic Growth in Developed Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(1), 233–238.
- Acaroğlu, H., & Güllü, M. (2022). Climate Change Caused by Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth: A Time Series ARDL Analysis for Turkey. *Renewable Energy*, 193, 434–447.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990–2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223–242.
- Alptürk, Y. (2025). MIKTA Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Verimlilik Dergisi*, 59(1), 13–26.
- Armeanu, D. Ş., Vintilă, G., & Gherghina, Ş. C. (2017). Does Renewable Energy Drive Sustainable Economic Growth? Multivariate Panel Data Evidence for EU-28 Countries. *Energies*, 10(3), 381.
- Attiaoui, I., Toumi, H., Ammouri, B., & Gargouri, I. (2017). Causality Links Among Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions, and Economic Growth in Africa: Evidence From A Panel ARDL-PMG Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 13036–13048. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8850-7>
- Baltacı, M. (2025). E7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji, Turizm ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Alanya Akademik Bakış*, 9(1), 113–130.

- Bertelli, S., Vacca, G., & Zoia, M. (2022). Bootstrap Cointegration Tests in ARDL Models. *Economic Modelling*, 116, 1–15.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2010). Sectoral Analysis of the Causal Relationship Between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Real Output in the US. *Energy Sources, Economics, Planning, and Policy*, 5(4), 400-408.
- Caner, E., & Yaşar, S. (2024). Yenilenebilir Enerji Üretiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *ESAM Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 90–110.
- Cherni, A., & Jouini, S. E. (2017). An ARDL Approach to the CO₂ Emissions, Renewable Energy and Economic Growth Nexus: Tunisian Evidence. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(48), 29056–29066. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.08.072>
- Demirgil, B., & Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 68–83.
- Dinçer, İ. (2000). Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma: Önemli Bir İnceleme. *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri*, 4(2), 157–175.
- Dünya Bankası. (2025). World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Financial Times. (2015). The MINT Economies: Sweet Flavour Can Still Entice. <http://im.ftstatic.com/content/images/86158152-61a7-11e5-a28b-50226830d644.pdf>
- Gyimah, J., Yao, X., Tachea, M. A., Hayford, I. S., & Opoku-Mensah, E. (2022). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence From Ghana. *Energy*, 248, 123559.
- Haseeb, M., Abidin, I. S. Z., Hye, Q. M. A., & Hartani, N. H. (2019). The Impact of Renewable Energy on Economic Well-Being of Malaysia: Fresh Evidence From Auto Regressive Distributed Lag Bound Testing Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(1), 269–275.
- Hidayat, M., Rangkut, D. M., & Ferine, K. F. (2024). The Influence of Natural Resources, Energy Consumption, and Renewable Energy on Economic Growth in ASEAN Region Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(3), 332–338.
- Künü, S., & Levent, C. (2023). Sağlık harcamaları, CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş AB Ülkeleri Örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 9(1), 95-110.
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014). Renewable energy consumption–Economic growth nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.128>
- Lund, H. (2009). *Renewable Energy Systems: The Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions*. Academic Press.

- Nawaz, K., Lahiani, A., & Roubaud, D. (2019). Natural Resources as Blessings and Finance–Growth Nexus: A Bootstrap ARDL Approach in an Emerging Economy. *Resources Policy*, 60, 277–287.
- Özen, K., & Levent, C. (2022). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 17(66), 437-452.
- Pedroni, P. (2000). Fully-Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels. In B. H. Baltagi (Ed.), *Advances in Econometric*.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326.
- Rafindadi, A. A., & Ozturk, I. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130–1141. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.093>
- Sadorsky, P. (2011). Trade and Energy Consumption in the Middle East. *Energy Economics*, 33(5), 739–749.
- Sagheer, M., & Ashraf, A. (2024). Analyzing the Nexus of Development and Environmental Impact in China: Sustainable Pathways. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1–14.
- Salim, R. A., Hassan, K., & Shafiei, S. (2014). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Activities: Further Evidence From OECD Countries. *Energy Economics*, 44, 350–360.
- Sel, A., & Tekgün, B. (2022). ANFIS Yöntemi ile Türkiye Karbondioksit Salınımı Tahmini. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13(34), 486–504.
- Syed, Q. R., Apergis, N., & Goh, S. K. (2023). The Dynamic Relationship Between Climate Policy Uncertainty and Renewable Energy in the US: Applying the Novel Fourier Augmented Autoregressive Distributed Lags Approach. *Energy*, 275, 127383.
- Syzdykova, A., & Azretbergenova, G. (2024). Asymmetric Effect of Oil Prices on Kazakhstan’s Stock Market Index and Exchange Rate. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(6), 15–23.
- Syzdykova, A., Abubakirova, A., Kudabayeva, L., Zhantayeva, A., & Omarova, A. (2022). Asymmetric Causality Relationship Between Oil Prices and Inflation in BRIC Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(3), 184–191.
- Syzdykova, A., Azretbergenova, G. Ž., Massadikov, K., Kalymbetova, A., & Sultanov, D. (2020). Analysis of the Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in the Commonwealth of Independent States. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(4), 318–324.
- Şimşek, S. A. (2024). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Politik Ekonomik Kuram*, 8(2), 425–433.
- Tekgün, B., Bolayır, S., & Eroğlu, İ. (2025). Mutlu Gezegen Arayışları: G-20 Ülkelerinden Kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 21(1), 280–313.

- Tutak, M., & Brodny, J. (2022). Renewable Energy Consumption in Economic Sectors in the EU-27: The Impact on Economics, Environment and Conventional Energy Sources—A 20-Year Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131076.
- Wang, Q., Dong, Z., Li, R., & Wang, L. (2022). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme: Ülke Risklerinden Yeni Bakış Açısı. *Enerji*, 238, 122018.

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUPTION AND ECONOMIC GROWTH: AN INVESTIGATION ON MINT COUNTRIES FROM THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Extended Abstract

Aim: Energy constitutes one of the basic concepts used by human beings in the history of civilization, whether consciously or unconsciously. The energy factor, which has been used since ancient times, has been used in people's shelter, protection, nutrition and all life activities. Energy sources used in all areas of life are generally fossil (coal, oil, natural gas) energy sources. Increasing use of fossil fuels with the industrial revolution has brought environmental problems. Rapid urbanization, economic growth and population growth increase environmental problems day by day. Therefore, energy has been recognized as a primary input for sustainable growth. After 1970, the problem of energy supply security emerged with the oil crisis. Since then, governments have taken various measures to diversify energy sources and various activities such as the Kyoto Protocol, the Rio conference and the Paris climate change conference have been carried out to reduce CO2 emissions that cause global warming. As in other countries of the world, renewable energy resources are of great importance for MINT countries aiming to stabilize economic growth. This crisis negatively affected developing and developed economies and reversed the growth process of countries. The oil bottleneck negatively affected the domestic and external balances of countries. The main objective of this study is to examine the relationship between renewable energy and economic growth for the period 1990-2021 for MINT countries.

Method(s): This study investigates the relationship between renewable energy and economic growth for MINT countries. In this respect, economic growth will be better understood. In addition, the awareness of renewable energy resources is increasing day by day. Therefore, Boostersp ARDL cointegration approach is used for the period 1990-2021. Economic growth, renewable energy and urbanization variables are used in the model. All of these variables are obtained from the World Bank dataset. The long-run coefficients of the countries with cointegration are calculated with the FMOLS estimator. Finally, Granger causality test is applied to determine the direction of the variables. In the model, the dependent variable is economic growth and the independent variables are renewable energy and urbanization.

Findings: According to the findings of the analysis, long-run cointegration is found between the variables for Nigeria and Turkey. In the coefficient evaluation, there is evidence that renewable energy consumption is not statistically significant on economic growth in Nigeria. In Turkey, a 1% increase in renewable energy consumption is found to increase economic growth by 0.479. According to the causality results, similar results were found for Indonesia and Turkey. There is bidirectional causality between renewable energy consumption and economic growth and unidirectional causality from economic growth to urbanization. In Mexico, unilateral causality was found from renewable energy consumption to economic growth and from economic growth to urbanization. Finally, in Nigeria, unilateral causality was found from urbanization to economic growth.

Conclusion: Awareness of renewable energy sources is increasing day by day. Therefore, it is concluded that MINT countries should invest more in renewable energy sources. They should develop policies that can bring environmentally friendly and clean energy technologies to the country by encouraging foreign direct investments. At the same time, importance should be given to the establishment of research and development centers. Economic and political gaps should be identified and the private sector should be supported in renewable energy technologies. In this way, it will be possible to achieve sustainable economic development. Thus, even if renewable energy resources and technologies are important for sustainable economic growth in MINT countries, it is thought that other factors may also be effective in achieving the main goal. In

addition, public awareness should be raised about renewable energy sources as an alternative to non-renewable energy sources and educated people should be trained to use technological tools.
