

N-11 ÜLKELERİNDE EKONOMİK KARMAŞIKLIK VE BM SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ENDEKSİ İLİŞKİSİ: DUMITRESCU-HURLIN PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ¹

Sevda BERİGEL² İlhan EROĞLU³

Makale Bilgisi

Geliş : 23/01/2025
Düzeltilme : 05/02/2025
Kabul : 20/06/2025

Anahtar Kelimeler:

Pazar odaklılık, Müşteri odaklılık, Rakip odaklılık, Fonksiyonlar arası eşgüdüm, İşletme performansı.

JEL Kodları: Q01, Q56, Q57

Özet

Bir ülkedeki birikmiş bilgi, o ülkenin kalkınmasında belirleyici rol üstlenmektedir. Daha çeşitli ve daha komplike ürün üretmek sahip olunan bilgi düzeyiyle yakından ilgilidir. Ekonomik karmaşıklık, ülkelerin üretim yapısındaki bilgi ve teknoloji seviyesini gösteren, rekabet gücünü ve ekonomik büyümesini yansıtan önemli bir göstergedir. Daha yüksek ekonomik karmaşıklığa sahip ülkeler, daha teknoloji yoğun ve katma değeri yüksek ürünler üreterek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine daha kolay ulaşabilmektedir. Bir diğer yandan, sürdürülebilir kalkınma, iktisadi kalkınmayı ekonomik olduğu kadar çevresel ve sosyal açıdan da ele alan kapsamlı ve çok boyutlu bir kalkınma yaklaşımıdır. Bu çalışma, Bangladeş, İran, Meksika, Endonezya, Türkiye, Vietnam, Filipinler, Güney Kore, Nijerya, Mısır ve Pakistan'dan oluşan N-11 ülkelerine ait 2001-2021 dönemi yıllık verileri kullanarak ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesini amaçlamaktadır. Araştırmada, Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ile sürdürülebilir kalkınma endeksi (SDI) arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için ekonomik karmaşıklığı artıran politikaların benimsenmesi gerektiğini ve bu tür politikaların sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlarken sürdürülebilir kalkınma göstergelerindeki ilerlemenin de ekonomik karmaşıklığı artırabileceğini göstermektedir. Çalışma, sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik karmaşıklık arasında dinamik ve karşılıklı bir etkileşim olduğunu vurgulayarak, politika yapımcıların ekonomik çeşitlilik ve yenilikçiliğe odaklanmalarını önermektedir.

THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC COMPLEXITY AND THE UN SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEX IN N-11 COUNTRIES: A DUMITRESCU-HURLIN PANEL CAUSALITY ANALYSIS

Article Info

Received : 23/01/2025
Revised : 05/02/2025
Accepted : 20/06/2025

Keywords:

Economic Complexity, Sustainable Development, N-11 Countries, Dumitrescu-Hurlin Panel Causality

JEL Codes: Q01, Q56, Q57

Abstract

The accumulated knowledge in a country plays a decisive role in its development. Producing more diverse and complex products is closely related to the level of knowledge possessed. Economic complexity is an important indicator that reflects the knowledge and technological level of a country's production structure and indicates its competitiveness and economic growth. Countries with higher economic complexity can more easily achieve sustainable development goals by producing more technology-intensive and value-added products. On the other hand, sustainable development is a comprehensive and multidimensional development approach that considers economic development as well as environmental and social dimensions. This study aims to examine the causal relationship between economic complexity and the sustainable development index using annual data from 2001 to 2021 for N-11 countries, including Bangladesh, Iran, Mexico, Indonesia, Turkey, Vietnam, the Philippines, South Korea, Nigeria, Egypt, and Pakistan. The Dumitrescu-Hurlin panel causality test method was applied in the research. The results revealed a bidirectional causal relationship between the Economic Complexity Index (ECI) and the Sustainable Development Index (SDI). These findings suggest that policies increasing economic complexity should be adopted to promote sustainable development, as such policies contribute to sustainable development, while improvements in sustainable development indicators can also increase economic complexity. The study emphasizes the dynamic and reciprocal interaction between sustainable development and economic complexity, suggesting that policymakers should focus on economic diversity and innovation.

¹ Bu çalışma birinci yazarın Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırladığı "Ekonomik Karmaşıklığın, Ekolojik Ayak İzin ve Yeşil Finansal Gelişimin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi: Seçilmiş Ülke Grupları Üzerine Bir Analiz" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

² Doktora öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İktisat ABD, sevdacaki2002@hotmail.com ORCID 0000 0001 2345 6789

³ Prof. Dr. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, ilhan.eroglu@gop.edu.tr. ORCID 0000-0003-4711-1165

Berigel, S. ve Eroğlu, İ. (2025). N-11 Ülkelerinde Ekonomik Karmaşıklık ve Bm Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi İlişkisi: Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Analizi, *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 6(1), 40-56, DOI: 10.62001/gsijses.1624922.

GİRİŞ

İktisat yazınında 1950- 1974 arası dönem, ülke ekonomilerinde yaşanan yüksek büyüme hızlarından ötürü Altın Çağ olarak nitelendirilmektedir (Yeldan, 2009: 13). İktisadi açıdan yüksek büyüme performansları yakalansa da bu durum çevresel bozulmalara neden olmuştur. Ekonomik açıdan elde edilen kazanımlar, ülkelerin çevreye verdikleri zararı ikinci plana atmalarına neden olmuştur. Üretim aşamasında kullanılan teknikler, yenilenemeyen enerjiler, fosil yakıtlar küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi küresel ölçekte pek çok çevresel bozulmaya neden olmuştur. Bir diğer ifadeyle, ekonomik büyümeyle elde edilen kazanımlar, iktisadi kalkınma açısından beklenen düzeyde bir iyileşme yaratamamıştır (Özbek ve Naimoğlu, 2022: 451). Çevresel tahribatın yanı sıra gelir seviyeleri artan dolayısıyla o dönemki kabule göre kalkınan ülkelerde yoksulluk ve bununla birlikte refah seviyesinde düşüşler görülmüştür. Tüm bunlar, iktisadi olarak büyümenin ve kalkınmanın yalnızca gelirdeki artışla yakalanamayacağını göstermiştir (Kangal ve Çoban, 2022: 205). Bu durum ülkelerin ekonomilerinde niceliksel büyümenin yanında niteliksel büyümenin de önemli hale gelmesini sağlamıştır. Bundan böyle ekonomik göstergelerin artmasının yanı sıra yaşam kalitesinde, gelir dağılımında, eğitim, sağlık ve çevresel koşullarda da artışın yakalanması yani büyümenin sürdürülebilir nitelikte olması temel hedef haline gelmiştir (Pamuk, 2014: 16). Kaynakların bugünün ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılırken, gelecek nesillerin de kullanımına imkân tanıyacak şekilde tüketilmesini ifade eden sürdürülebilir kalkınma, tüm nesiller için daha yaşanabilir bir gezegen oluşturmayı amaçlamaktadır (Li, 2024: 2).

Geçmişe nazaran günümüzde iktisadi büyümenin ve kalkınmanın ölçülmesinde birden fazla değişkenden faydalanılmaktadır. Söz konusu bu değişkenler ekonomik, çevresel ve sosyal unsurları da içermektedir. Kurumsal yapı, Gini katsayısı, eğitim düzeyi, insani gelişme endeksi, çevre kalitesi bu amaçla tercih edilen değişkenlerden bazılarıdır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın ölçülmesinde kullanılmaya başlanan değişkenlerden biri de Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (ECI)'dir (Şeker ve Şimdi, 2019: 380). 2009 yılında Hidalgo ve Hausmann tarafından geliştirilen ve genel anlamıyla ülkelerin sahip olduğu bilgi düzeyini ifade eden ekonomik karmaşıklık bugün geline nokta da ülkelerin büyüme ve kalkınmalarını doğrudan etkileyen önemli bir kavramdır (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 10571).

Çalışmada ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi test edilecektir. Bu analiz Bangladeş, İran, Mısır, Nijerya, Güney Kore, Meksika, Pakistan, Filipinler, Türkiye ve Vietnam'dan oluşan ve N11 (Gelecek-11) ülkeleri olarak adlandırılan ülke grubuna ait verilerle gerçekleştirilecektir. Yatırım bankası Goldman Sachs'tan O'Neil ve arkadaşları 2005 yılında, yüksek büyüme hızına ve yatırım yapma potansiyeline sahip ülkeleri Next Eleven (N-11) olarak açıklamıştır. Goldman Sachs tarafından G-7 ülkelerine rakip görülen N-11 ülkeleri gelişme potansiyeli bakımından BRIC grubuna benzetilmektedir (O'Neil et al. 2005: 7; Şak, 2021: 24). Yatırım fırsatları, siyasi durum ve makro iktisadi kriterler dikkate alınarak oluşturulan N-11 grubu için; ekonomik dalgalanmaların azaltılması, enflasyon oranlarının düşürülmesi ve büyüme oranlarının artırılması durumunda önümüzdeki 20 yılda mevcut lider ekonomileri geride bırakacağı düşünülmektedir. Gerek ticaret hacimlerindeki gerekse nüfuslarındaki yüksek artış sebebiyle N-11 ülkelerinin gelecekte büyük ve gelişmiş piyasalara sahip olacağı ve dünya ticaretini domine edeceği beklenmektedir (Alonaizi ve Gadhoun, 2017:44; Cinel, 2021: 963).

Çalışmaya konu olan kavramlara ait yazın incelendiğinde 2020 yılında geliştirilen sürdürülebilir kalkınma endeksine yönelik az sayıda çalışmanın olduğu görülmüştür. Yine ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi ilişkisini nedensellik bağlamında N11 özelinde inceleyen bir çalışmaya ilgili literatürde rastlanmamıştır. Çalışmanın ilgili literatüre katkı sağlayacağı

düşünülmektedir. Çalışmada ilk olarak ekonomik karmaşıklık ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarına yer verilecektir. Takip eden bölümde ele alınan ülke grubu üyelerine ait 2001-2021 dönemine ait yıllık verilerle ekonomik karmaşıklık ve sürdürülebilir kalkınma endeksleri arasındaki nedensellik ilişkisi test edilecektir. Sonuç bölümünde ise konuya ilişkin genel değerlendirmeye yer verilecektir.

EKONOMİK KARMAŞIKLIK (KOMPLEKSİTE)

Günümüzde uluslararası iktisat literatüründe, klasik dış ticaret teorilerinde kabul gören ürünlerin ne kadar üretildiği ve üretilen ürünlerin ne kadarının dış ülkelere satıldığına odaklanan geleneksel yaklaşım yerine, üretilen ve ihraç edilen ürünlerin niteliği daha çok tartışılmaya başlanmıştır (Can ve Doğan, 2018: 6). Ülkelerin üretim faktörlerini düşük verimli alanlardan yüksek verimli alanlara kaydırması, ekonomilerinin daha hızlı büyümesine olanak tanımaktadır. Bu dönüşüm, verimli bir ekonomik yapının oluşumu ile bilgi ve becerilerin yüksek verimlilik sağlayan alanlara yönlendirilmesi kanalıyla gerçekleşmektedir (Hausmann vd. 2007: 2; Can ve Doğan, 2018: 6).

Ekonomik karmaşıklık kavramı, iktisat literatüründe Smith'in ulusların zenginliğinin temelinde işbölümünün yer aldığına yönelik görüşünden yola çıkarak ortaya konmuştur. Bu bakış açısına göre işbölümü, bireylerin tek başlarına erişemeyeceği kadar geniş bir bilgi birikimine ulaşmalarına imkan tanır. Toplumda var olan bilgi, kişilerin bireysel düzeyde sahip oldukları bilgilerden çok daha fazlasını ifade eder ve bu bilgi, karmaşık etkileşim ağları kanalıyla kullanılarak daha verimli hale getirilmektedir. Bu bağlamda, bir ekonominin karmaşıklık düzeyi o ekonomideki bilgilerin ne kadar etkin biçimde kullanılmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hausmann vd, 2014: 18). Diğer bir deyişle ekonomik karmaşıklık, "tasarım, pazarlama, finans, teknoloji, insan kaynakları yönetimi, operasyonlar ve ticaret hukuku" gibi alanlarda bilgi sahibi kişilerin etkileşim kurarak mevcut bilgileri bir araya getirmesiyle ortaya çıkmaktadır (Yıldız ve Yıldız, 2019: 330). Bu nedenle, karmaşık ürünler üreten ülkelerdeki farklı alanlarda bilgilere sahip olan bireyler için, bu bilgileri kolektif biçimde kullanma kapasitesine sahip oldukları düşünülmektedir. Bu düşüncenin temelini, bir ekonomideki yararlı bilginin çeşitliliği, bu bilginin kolektif olarak değerlendirilmesi ve üretken bir biçimde birleştirilebilme yeteneği oluşturmaktadır (Soyyigit, Topuz ve Özekicioğlu, 2019: 396)

Ekonomik karmaşıklık, ekonomik çıktının verimliliğini ve ülkelerin sahip olduğu beceri ve bilgi içeriğini tanımlamaktadır. Bir ürün çok sayıda ülke tarafından kolayca üretilebiliyorsa, bu durum o ülkenin sahip olduğu bilgi ve beceri düzeylerinin belirleyici bir öneme sahip olmadığını, dolayısıyla ekonomik karmaşıklık düzeyinin düşük olduğunu göstermektedir. Ancak, eğer bir ürün az sayıda ülke tarafından üretilebiliyor ve üretilen ürünün ikamesi az ise bu durumda ülkenin bilgi, beceri ve verimlilik ve dolayısıyla ekonomik karmaşıklık düzeyinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu durum ilgili ülkeyi diğer ülkelerden ayırtmaktadır. Başka bir ifadeyle, bir ülkede üretilen malın içeriği yoğunsa ve bu mal başka ülkelerde kolayca üretilemiyorsa ya da ikame edilebilecek bir üretici ülke mevcut değilse, o ülkenin yüksek ekonomik karmaşıklığa sahip olduğu sonucuna varılır (Soyyigit, 2018: 375).

Ekonomik karmaşıklık ülkelerin büyüme ve kalkınmalarını doğrudan etkilediği için ölçülmesi de önem arz etmektedir. Ekonomik karmaşıklık ölçülmesi adına Hidalgo ve Hausmann'ın (2009) çalışması mihenk taşı kabul edilmektedir. Hidalgo ve Hausmann tarafından geliştirilen Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (Economic Complexity Index-ECI) ile ülkelerin ekonomilerinin karmaşıklık seviyesi hesaplanmaktadır. Bu hesaplama için bir ülkenin ürettiği ürünü üretmemesi durumunda o ürünü kaç ülkenin üreteceği sorusuna cevap aranır. ECI değerinin yüksek olması ilgili ekonominin karmaşık bir yapıda olduğunu; düşük olması ise karmaşık olmayan bir yapıda olduğunu ifade

etmektedir. Karmaşık bir ekonomik yapıya sahip ülkelerin, katma değeri yüksek mallar ürettiği anlamına gelir. Bu durum o ülkenin büyümesini ve kalkınmasını artırmaktadır (Bucak, 2021: 75).

ECI değerleri ürün ve ülke özelinde olarak iki şekilde hesaplanmaktadır.

“Ülke bazında hesaplanan ECI, ülkenin karşılaştırmalı üstünlükle ihraç ettiği ürünlerin sahip olduğu ortalama eş değerlerinin ve ürünü ihraç eden ülkelerin ortalama ürün çeşitliliğinin hesaplanmasından oluşmaktadır. Ürün düzeyinde hesaplanan ECI ise, karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olan ülkelerin ortalama ürün çeşitliliğini ve karşılaştırmalı üstünlük sağlayan ülkeler tarafından ihraç edilen diğer ürünlerin ortalama değerlerinin hesaplanmasından oluşmaktadır” (Yıldız ve Yıldız, 2019: 331).

Ekonomik karmaşıklık endeksi, ülke ekonomilerinin bilgiye dayalı ve komplike üretim yapısını yansıtan, ihraç edilen ürünler üzerinden hesaplanması nedeniyle de ülkelerin ihracat bakımından gelişmişliklerini gösteren; en yalın haliyle ülkelerin bilgi, beceri ve teknolojiye dayalı üretim yeteneklerini ve kapasitelerini tanımlayan çok yönlü ve önemli bir kavramdır (Kangal, 2023: 31-32). Ekonomik karmaşıklık üretim yapısına ilişkin bilgi vermesi nedeniyle iktisadi büyümenin yakalanmasını ve teknolojik gelişime adaptasyon sürecini kolaylaştıran; ekonomilerin üretim yapılarının geliştirilmesinde ve küresel ticaretin ivme kazanmasında kilit rol oynamaktadır (Kangal, 2024: 4).

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ENDEKSİ

Kaynakların sürdürülebilir nitelikten uzak biçimde kullanılması, üretim yapısının değişmesi, yenilenemez enerji tüketimdeki artış ve iktisadi birimlerin aşırı ve kontrolsüz tüketim yapıları ekolojik dengeyi sarsmış ve telafisi zor tahribatlara neden olmuştur. Bu olumsuz tablonun büyüklüğü, içinde yaşanılan çağın Antroposen çağı olarak adlandırılmasına neden olmuştur. Sanayi Devrimi ile başlayıp günümüzde de etkisini sürdüren Antroposen çağ, insanoğlunun dünyaya verdiği zararın en yoğun olduğu dönem olma niteliğini taşımaktadır (Kangal ve Çoban, 2022: 210). Meydana gelen tahribatın -mümkünse durdurulması- en aza indirilmesi ve var olan sonuçların bertarafı ancak sürdürülebilir bir yapıyla mümkündür. Hemen her mecrada yakalanmak istenen sürdürülebilirlik anlayışının temelini, yarınlara engel teşkil etmeden bugünü mümkün olduğunca verimli biçimde yaşama düşüncesi oluşturmaktadır (Tosun, 2009: 3). Bu nedenle sürdürülebilirlik ekonomik olduğu kadar hem toplumsal hem de çevresel bir kavramdır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramının küresel bir platformda ilk kez gündem haline gelmesi 1987 yılında BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (The World Commission on Environment and Development) tarafından yayınlanmış olan ve Brundtland Raporu olarak da adlandırılan Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) adlı raporla mümkün olmuştur (Sachs, 2015: 3). Bu tarihten sonra sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin sayısız çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. “Kuşaklar arası eşitlik” ilkesine dayanan sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç boyutu vardır (Özden 2020:45). Buna göre sürdürülebilir kalkınma sürecinde uzun vadeye yayılan, kapsamlı ve dengeli karar almanın yolu, bu üç boyutun bütünleşmesiyle mümkündür (Kangal ve Çoban, 2022: 208).

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma süreçlerini değerlendirmede çeşitli göstergeler kullanılsa da bunların en yaygını kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hâsıladır. Fakat bu gösterge, sürdürülebilirliği yalnızca ekonomik açıdan ele aldığı, sürdürülebilirliğin çevresel ve sosyal yönünü göz ardı ettiği için eleştirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma performansının ölçülmesi için 2020 yılında Jason Hickel tarafından geliştirilen sürdürülebilir kalkınma endeksi (SDI) geliştirilmiştir. Bu endeks kalkınmayı ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan değerlendirdiği için GSYİH gibi kalkınmayı yalnızca iktisadi

açıdan değerlendirip sosyal ve çevresel boyutu göz ardı eden göstergelerden ayrılmaktadır (Alkan vd. 2024: 84). Sürdürülebilir kalkınma endeksi eğitim, gelir ve yaşam beklentisi göstergelerinden oluşan insani gelişme endeksinin içeriğine materyal ayak izi ve CO2 emisyonun dahil edilmesiyle sosyal, ekonomik ve çevresel göstergelerden oluşan kapsamlı bir endekstir. Sürdürülebilir kalkınma endeksi aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Hickel, 2020: 5-6):

$$SDI = \frac{\text{Kalkınma Endeksi}}{\text{Ekolojik Etki Endeksi}}$$

SDI sıralamasına göre hiçbir ülke tam anlamıyla sürdürülebilir kalkınmayı yakalamış değildir. Bir diğer deyişle SDI değeri 0,9' un üstünde olan herhangi bir ülkenin olmayışı ülkelerin tamamının hala “gelişmekte” olduğunu ifade etmektedir. Hickel’a göre sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak ancak biyokapasiteyi aşmadan ve daha az kaynak kullanarak mümkündür (Hickel, 2020: 8-9).

LİTERATÜR

Ekonomik karmaşıklık konu alan çalışma sayısı her geçen gün artmaktadır. Önceleri konuya ilişkin çalışmalar, ekonomik karmaşıklığın hesaplanma yöntemlerine ve teorik yapısına odaklanmış olsa da güncel çalışmaların kapsamı genişlemiş bulunmaktadır. Ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin çalışmalara bakıldığında iktisadi kalkınma yerine iktisadi büyümenin kullanıldığı görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın farklı boyutlarını ele alan çalışmalar mevcut olsa da sürdürülebilir kalkınma endeksinin oldukça yeni bir endeks olması nedeniyle bu endeksi konu alan çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu bölümde ekonomik karmaşıklık konu alan çalışmalar sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına göre sınıflandırılarak verilmeye çalışılacaktır. Bu anlamda ekonomik karmaşıklığa ilişkin ilk çalışma Hausmann ve Hidalgo (2009) tarafından yapılmıştır. Söz konusu çalışmada ekonomik karmaşıklığın iktisadi büyüme üzerindeki etkisi kısa ve uzun dönem için ele alınmıştır. İncelenen tüm zamanlarda ekonomik karmaşıklığın, büyüme ve kalkınma üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Hausmann vd. (2011) 128 ülkeye ait verilerin kullanıldığı çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksinin iktisadi büyümeyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Simoes ve Hidalgo (2011), Hartmann vd. (2017), Zhu ve Li (2017) ve Yıldız ve Yıldız (2019) yapmış oldukları çalışmalarda ekonomik karmaşıklık ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü ilişki sonucunu elde etmişlerdir. Jarreau ve Poncet (2012) 1997-2009 dönemine ait verilerle Çin bölgelerini ele alan çalışmaların neticesinde yüksek ürün karmaşıklık düzeyine sahip ürünleri üreten Çin bölgelerinin ekonomik büyüme oranlarının yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Özgüzer ve Oğuş Binatlı (2016) yapmış oldukları çalışmada 1995-2010 yıllarına ait verileri kullanmışlardır. Ekonomik karmaşıklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin Avrupa birliği ülkeleri özelinde araştırıldığı çalışmada, yüksek ekonomik karmaşık düzeyine sahip ülkelerin, ekonomik büyüme oranlarının da yüksek olduğu sonucuna erişilmiştir. Çeştepe ve Çağlar (2017) ekonomik karmaşıklık endeksi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi, Türkiye’nin de aralarında bulunduğu 86 ülke için araştırmıştır. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışma sonucunda, ekonomik karmaşıklık endeksinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği ve düşük büyüme oranına sahip ülkelerde ekonomik karmaşıklığın büyümeye olan katkısının diğerlerine nazaran daha fazla olduğu görülmüştür. Britto vd. (2019), ürün uzayı metodunu kullandıkları çalışmalarında 1960-2000 dönemine ait veriler yardımıyla Güney Kore ve Brezilya ülkeleri özelinde sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik karmaşıklık ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada ülkelere ait karşılaştırmalı üstünlük ve dezavantaj endeksleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre ele alınan iki ülkenin 1960’lı yılların başındaki kişi başına gayri safi yurtiçi hasılasının (GSYİH) birbirine yakın olmasına rağmen, Brezilya karşısında Güney Kore’nin daha karmaşık bir ekonomik yapıya sahip oluşu ve teknoloji yoğun üretime görece erken

geçmesi nedeniyle, Güney Kore Brezilya'dan daha hızlı bir büyüme eğilimine sahiptir. Akyol ve Gül (2021) çalışmalarında gelişmekte olan ülkeler için uluslararası turizm, sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik karmaşıklık arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bunun için 24 ülkenin 1994-2017 yıllarına ait veriler Pedroni, Kao ve Fisher-Johansen eşbütünleşme testleriyle analiz edilmiştir. Analiz sonucunda uzun dönemde turist sayısının ve ekonomik karmaşıklığın ekonomik büyümeyi ve sürdürülebilir kalkınmayı pozitif yönde etkilediği anlaşılmıştır. Lee ve Lee'nin (2019) araştırmasında, ekonomik karmaşıklık endeksi farklı ülkeler için analiz edilmiş olup çalışmanın kapsadığı dönem 1990-2015 yıllarıdır. Bu çalışmada, sabit etkiler modeli ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, ulusal yenilik sistemi endeksi ile ekonomik karmaşıklık endeksinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Soyyiğit ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, G-20 üyesi 18 ülke için ekonomik karmaşıklık endeksi, sabit sermaye yatırımları ve ihracatın kişi başına gelir üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. 1970-2016 dönemine ait veriler kullanılarak rassal katsayılı panel regresyon yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlara göre, ekonomik karmaşıklık endeksinin milli gelir üzerinde pozitif etkisinin tespit edildiği ülkeler arasında Brezilya, Almanya, Çin, Japonya, Endonezya, Güney Kore, Meksika, ABD ve Türkiye yer alırken; Avustralya, Arjantin, Suudi Arabistan, Kanada ve Birleşik Krallık'ta ise negatif bir etki gözlemlenmiştir. Türkcan'ın (2019) çalışması, yüksek karmaşıklık düzeyine sahip ülkelerin rekabet gücünün daha yüksek olacağı ve bunun ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı olumlu yönde etkileyeceği varsayımına dayanmaktadır. Bu kapsamda, Türkiye'nin ekonomik büyüme performansı ile ekonomik karmaşıklık düzeyi arasındaki ilişki 1995-2017 dönemi için eşanlı denklem sistemi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada, "ihracata dayalı rekabet avantajının ekonomik büyümeyi destekleyeceği, yüksek büyüme oranlarının ise ihracatta daha büyük bir rekabet avantajı yaratacağı ve dolayısıyla ekonomik karmaşıklık düzeyini artıracacağı" hipotezi test edilmiştir. Ancak araştırma sonuçları, mevcut koşullarda ekonomik karmaşıklık düzeyinin Türkiye'de ekonomik büyümeyi doğrudan pozitif yönde etkilemesinin mümkün olmadığını göstermektedir. Çalışmada ayrıca, ekonomik karmaşıklık seviyesinin belirli bir eşik değerin üzerine çıkması gerektiğine dikkat çekilmektedir. Uçar ve diğerlerinin (2019) çalışmasında, G8 ülkeleri için iktisadi karmaşıklık endeksi, ihracat ve kişi başına gelir düzeyi arasındaki ilişkiler panel nedensellik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, kişi başına gelirden iktisadi karmaşıklık düzeyine doğru anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Dumitrescu-Hurlin testi sonuçları, hem ihracattan hem de kişi başına gelir düzeyinden iktisadi karmaşıklık endeksinde doğru nedensellik ilişkilerinin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Akın ve Güneş'in (2018) araştırması, Türkiye'de dış ticaret haddine ihracat niteliğindeki artışın etkisini incelemektedir. Çalışma kapsamında 1982-2016 dönemine ait veriler kullanılarak yapısal kırılmalı birim kök testi ve Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre, ekonomik karmaşıklık endeksi, dış ticaret haddi ve reel efektif kur değişkenleri arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, nedenselliğin yönü incelendiğinde, ekonomik karmaşıklık endeksi ile reel efektif döviz kuru değişkenlerinden dış ticaret haddine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Albeaik ve diğerlerinin (2017) çalışması, ekonomik karmaşıklık endeksinin geliştirilmesine odaklanmaktadır. 1973-2013 yıllarına ait veriler kullanılarak havuzlanmış en küçük kareler yöntemi ile birlikte sabit ve rassal etkiler modelleri uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre, ekonomik karmaşıklık ölçütleri, bir ülkenin gelecekteki ekonomik büyüme potansiyelini belirleyen önemli göstergelerden biri haline gelmiştir. Ayrıca, ekonomik karmaşıklık endeksindeki artışın yıllık ekonomik büyüme oranındaki yükselişle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Zhu ve Li'nin (2017) çalışmasında, ekonomik karmaşıklık endeksinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, 1995-2010 dönemi için 210 ülkenin verileri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada en küçük kareler (EKK) yöntemi ve sabit etkiler modeli uygulanmış olup,

elde edilen sonuçlar ekonomik karmaşıklık endeksinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Stojkoski ve Kocarev'in (2017) araştırması, 1995-2013 dönemini kapsamakta olup Arnavutluk, Belarus, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Estonya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Letonya, Makedonya, Moldova, Polonya, Romanya, Slovakya, Slovenya ve Ukrayna ekonomileri üzerine odaklanmaktadır. Çalışmada Pedroni ve Fischer eşbütünleşme testleri uygulanmış, ayrıca dinamik EKK ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ekonomik karmaşıklık endeksinin gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) üzerindeki etkisi pozitif olarak tespit edilmiştir. Ekonomik karmaşıklığın sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuyla ilgili çalışmalara göz atacak olursak; Shahzad vd. (2021) 1965 yılının ilk çeyreğinden 2017 yılının 4. çeyreğine kadarki dönemi ele alarak karmaşıklık düzeyi ile fosil yakıt enerji tüketimi arasındaki nedenselliği ABD özelinde araştırmışlardır. Ele alınan iki değişkenin birbiriyle nedensellik içinde olduğu, bu durumun ekolojik ayak izini artırdığını, ekonomik karmaşıklık seviyesinin ekolojik ve döngüsel ekonomi bakımından olumsuz sonuçlar doğurduğu ortaya konmuştur. Yine, Rafique vd. (2022), 10 ülkenin 1980-2017 dönemini kapsayan verilerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izini uzun dönemde artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Adedoyin vd.(2021) ise çalışmalarında 26 AB ülkesinin 1995-2018 dönemine ait verilerini kullanmışlar ve ekonomik karmaşıklık endeksi ile ekolojik bozulma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Ikram vd. (2021) Japonya için 1965-2017 verilerini kullanarak yapmış oldukları çalışma neticesinde ekonomik karmaşıklık endeksi ile ekolojik ayak izi arasında çok güçlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Boleti (2021) 88 ülkeye ait 2002-2021 dönemini kapsayan verileri kullanarak yapmış oldukları çalışma neticesinde ekonomik karmaşıklığın hava kalitesi üzerinde olumsuz etkisinin olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Çoban vd. (2022), çalışmalarında ekonomik karmaşıklık ve çevresel bozulma ilişkisini Arktik konseyi ülkeleri özelinde ele almıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre ekonomik karmaşıklık seviyesinin çevresel bozulma üzerinde belirleyici olmakta; ekonomik karmaşıklık arttıkça karbon salınımının da artmakta dolayısıyla da çevresel bozulma şiddetlenmektedir. Kangal (2023), ekonomik karmaşıklık düzeyi ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi MINT ülkeleri özelinde araştırdığı çalışmada ele alınan ülkelerde ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izinin artırdığı bulgusuna ulaşmıştır. Özden (2020), OECD ülkeleri özelinde, sürdürülebilir kalkınmanın belirleyicilerinin ekonomik karmaşıklığa etkisi araştırmıştır. Bu amaçla 34 OECD ülkesine ait 1996-2017 yıllarını kapsayan veriler kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, sürdürülebilir kalkınma göstergelerinden biri olan Ar-Ge yatırımları ve sağlık ekonomik karmaşıklığı pozitif etkilerken; işsizlik ve üretim kaynaklı emisyonlar ise negatif etkilemektedir.

VERİ SETİ, MODEL VE YÖNTEM

Bu çalışmada N-11 ülkeleri için 2001-2021 yıllarına ait veriler kullanılarak ekonomik karmaşıklık endeksi ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki ilişki nedensellik testi çerçevesinde ele alınmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkenini sürdürülebilir kalkınma endeksi oluştururken; bağımsız değişkenini ise ekonomik karmaşıklık endeksi oluşturmaktadır. Kontrol değişkenleri olarak ise patent sayısı ve 2021 yılı sabit fiyatlarla kişi başına düşen gayri safi milli hasıla kullanılmıştır. Patentler ülkelerin teknolojik kapasitelerinin bir çıktısı olarak görülmektedir. Teknolojik yenilikler daha yeşil daha çevre dostu üretim yöntemlerinin geliştirilmesine imkan tanıyarak sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. Yüksek patent sayısı daha karmaşık bir ekonomik yapıya ve daha gelişmiş bir üretim yapısına işaret ettiği ve bu anlamda hem ekonomik karmaşıklık ile hem de sürdürülebilir kalkınma ile yakından ilgili olduğundan çalışmada kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır. Kişi başına düşen gayri safi milli hasıla ise ülkelerin refah ve gelir düzeyini göstermesi bakımından önemlidir. Yüksek

gelir seviyesine sahip ülkelerde kaynaklar daha fazla sayıda sürdürülebilir politikalara ayrılabilir. Ayrıca yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde daha teknoloji ve bilgi yoğun üretimin varlığı muhtemeldir. Bu haliyle de ülke ekonomisinin karmaşıklığını etkilemektedir. Her iki değişken, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki gerçek etkisini görmek üzere çalışmaya dahil edilmiştir. Aşağıda Tablo 1’de değişkenlere ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişkenler	İncelenen Dönem	Kaynak
Sürdürülebilir Kalkınma Endeksi (SDI)	2001-2021	(https://www.sustainabledevelopmentindex.org/)
Ekonomik Kompleksite Endeksi (ECI)	2001-2021	https://atlas.cid.harvard.edu/
Patent Sayısı (PATENT)	2001-2021	(World Bank https://Data. Worldbank.Org)
Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hasıla (INCOME)	2001-2021	(World Bank https://Data. Worldbank.Org)

N-11 ülkelerinde ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedenselliğin test edilmesine yönelik oluşturulan model aşağıdaki gibidir:

$$SDI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECI_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ile sürdürülebilir kalkınma endeksi (SDI) arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testi kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca modelde, patent sayısı (PATENT) ve kişi başına gelir (INCOME) kontrol değişkenlerinin bağımlı değişken olan SDI üzerindeki potansiyel etkiler göz önüne alınmıştır. Ancak nedensellik testi çerçevesinde kontrol değişkenleri direkt olarak modele dahil edilmemiştir. N-11 ülkelerinde ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedensellik ilişkisini test etmek amacıyla ülke grubuna ait verilere Stata 15.0 programı kullanılarak Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik Testi uygulanmıştır.

Dumitrescu ve Hurlin nedensellik analizi, ilk olarak Granger (1969) tarafından geliştirilen nedensellik analiz yöntemine dayanmaktadır. Bu analiz yöntemi, bir değişkenin gelecekteki değerlerinin tahmininde, analize dahil edilen diğer değişkenlerin etkisini dikkate alarak katkı sağlayıp sağlamadığını test etmeye olanak tanır. Dumitrescu ve Hurlin (2012) çalışmalarında, ekonomik koşullar bağlamında ve panel veri kapsamında herhangi bir ülkede tespit edilen nedensellik ilişkisinin diğer ülkeler için de geçerli olabileceğini; bu nedenle nedensellik ilişkisinin daha fazla gözlemle daha etkili bir biçimde incelenebileceğini ileri sürmektedir (Şentürk, 2023: 18).

Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi, X ve Y'nin N birim için T dönem boyunca gözlemlenen iki durağan süreç olarak kabul edildiği durumda uygulanır. Bu testte, her bir birim (i) için t zamanındaki doğrusal heterojen model aşağıda gösterildiği gibidir:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k Y_i^{(k)} Y_{it-k} + \sum_{k=1}^k \beta_i^{(k)} X_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Yukarıdaki denklemde, x değişkeninin y değişkeninin nedeni olup olmadığı test edilmektedir. Denklemde değişkenler yer değiştirilerek nedenselliğin yönü de değiştirilmekte ve bu sayede çift yönlü nedensellik olup olmadığı saptanabilmektedir (Çelik ve Ünsür, 2020: 205). Dumitrescu ve Hurlin (2012) testinin hipotezleri ise ;

$H_0 = \beta_i = 0 \quad \forall i = 1, \dots, N$ (Tüm birimler için y'den x'e doğru Granger nedensellik ilişkisi yoktur)

$H_1 = \beta_i = 0 \quad \forall i = 1, \dots, N$ (En az bir yatay kesitte y'den x'e doğru Granger nedensellik ilişkisi vardır)

$\beta_i \neq 0 \quad \forall i = N1 + 1, \dots, N, (0 \leq N1/N < 1)$ şeklindedir.

Dumitrescu ve Hurlin, 2012 yılında gerçekleştirdikleri simülasyon çalışmaları test sonuçlarının, gözlem sayısının az olması, zaman boyutunun birim boyutundan küçük veya büyük olması ve gecikme uzunluğunun yanlış seçilmesi durumunda bile yüksek duyarlılıkta güçlü bir performans sergilediği ve güvenilir sonuçlar sunduğunu ortaya koymuştur. Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi dengeli panellerin yanı sıra dengesiz panellerde de başarılı bir biçimde uygulanabilmektedir (Doğdu, 2019: 91).

BULGULAR

N-11 ülkelerinin 2001- 2021 dönemlerine ait verilerin kullanıldığı çalışmada Dumitrecu-Hurlin panel nedensellik testinin yapılabilmesi için öncelikle yatay kesit bağımlılığının ve durağanlığın test edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle önce yatay kesit bağımlılığı test edilecek; sonrasında ise bu testin sonucuna uygun birim kök testleri yapıp nedensellik testi uygulanacaktır. Aşağıda sırasıyla test sonuçlarına yer verilecektir.

Yatay Kesit Bağımlılığı

Her bir kesit için tahmin edilen hata terimleri arasındaki korelasyonun varlığını ifade eden yatay kesit bağımlılığı, panel veri analizlerinin sonucunun güvenilir olabilmesi için dikkate alınması gereken bir göstergedir. Bir diğer deyişle, paneli meydana getiren birimlerin herhangi birinde oluşan şoklardan diğer birimlerin aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğinin tespit edilmesi gerekmektedir (Tatoğlu, 2013: 9). Yatay kesit bağımlılık testlerinden ilk olanı Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange Multiplier (LM) testidir. Bir diğer test ise Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD LM testidir. Hem Breush ve Pagan (1980) hem de Pesaran (2004)'ın geliştirdikleri testlerde birim ortalamalarının sıfırdan farklı olduğu durumlarda grup ortalamaları sıfır olmaktadır. Bu durum sonuçlarda sapmalara neden oluyordu. Pesaran (2008) sapması düzeltilmiş LM_{adj} testini geliştirmiştir. Tüm bu testlerin hipotezleri ise aşağıdaki gibidir:

$H_0 =$ Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

$H_1 =$ Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Tablo 2. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Test	İstatistik	P Değeri
LM	118.2	0.0000
LM CD	5.652	0.0000
LM adj.	16.1	0.0000

Tablo 2’de yer alan test sonuçlarına göre, değişkenlerin olasılık değerleri kritik değer olan 0.05’ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının olduğu sonucuna varılır.

Birim Kök Testi

Yatay kesit bağımlılığı olması durumunda ikinci nesil birim kök testi olarak kullanılan CADF testi Pesaran (2007) tarafından geliştirilmiştir. Bu testte hata terimlerinin tüm serilerde ortak ve her bir seriye özgü olduğu varsayılmaktadır. CADF testinin hipotezi aşağıdaki gibidir:

$H_0: \beta_i = 0$ Birim kök içermektedir.

$H_1: \beta_i < 0$ Birim kök içermemektedir.

Tablo 3: CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Düzey					Birinci Fark			
	Sabitli		Trend+Sabitli		Sabitli		Trend+Sabitli	
	Z(t-bar)	Prob.	Z(t-bar)	Prob.	Z(t-bar)	Prob.	Z(t-bar)	Prob.
Değişken								
SDI	2.341	0.990	2.341	0.990	-3.712	0.000*	-2.698	0.003*
ECI	-1.900	0.029*	-0.444	0.329	-9.730	0.000*	-8.102	0.000*
PATENT	-0.290	0.386	-0.777	0.219	-8.210	0.000*	-7.873	0.000*
INCOME	-0.326	0.372	2.761	0.997	-3.750	0.000*	-3.121	0.001*

(*) (**), sırasıyla %1 %5 düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3’e göre çalışmada kullanılan değişkenler düzey değerlerinde birim kök içermektedir. Birinci farkları alınan değişkenlerin %1 ve %5 anlamlılık seviyesinde birim kök içermedikleri görülmektedir.

Panel Nedensellik Testi

N-11 ülkelerinde ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedenselliği araştırmak üzere yapılan Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik testinin sonuçları aşağıda Tablo 4’te gösterildiği gibidir.

Tablo 4. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Analizi Sonuçları

H_0	W-bar	Z-bar tilde	p-value
ECI’den SDI’ya doğru Granger nedensellik yoktur	3.3098	3.8708	0.0001

SDI'dan doğru nedensellik yoktur	ECT'ya Granger	2.2652	2.0130	0.0441
--	-------------------	--------	--------	--------

Tablo 4'te birinci satır “ekonomik karmaşıklık endeksinden sürdürülebilir kalkınma endeksine doğru Granger nedensellik yoktur” hipotezini test etmektedir. Olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve ekonomik karmaşıklık endeksinden sürdürülebilir kalkınma endeksine doğru Granger nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılır. İkinci satırda ise “sürdürülebilir kalkınma endeksinden ekonomik karmaşıklık endeksine doğru Granger nedensellik ilişkisi yoktur” hipotezi test edilmektedir. Bu satırda da olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğu için yokluk hipotezi reddedilir ve sürdürülebilir kalkınma endeksinden ekonomik karmaşıklık endeksine doğru Granger nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılır. Netice itibariyle modelde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişken arasında çift yönlü bir nedensellik söz konusudur. Buna göre hem ekonomik karmaşıklık sürdürülebilir kalkınmanın hem de sürdürülebilir kalkınma ekonomik karmaşıklığın bir nedenidir.

SONUÇ

Tüm canlılar hayat boyunca aynı ekosistemde aynı kaynakları kullanırlar. Ekonomik büyümedeki ve nüfustaki artış, üretim ve tüketim yapısını değiştirmekte; bu da enerji talebinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum da doğal kaynaklar üzerinde ciddi boyutta bir baskı yaratmaktadır. Artan doğal kaynak tüketimi hem kıt olan kaynakların tükenmesine hem de ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Kangal, 2023: 637). Günümüzde ekonomik ve sosyal değişikliklerin çevre üzerinde yarattığı etki geçmişe nazaran geri dönüşsüz niteliktedir. Bu durum sürdürülebilir kalkınma kavramını doğurmuştur. Bu alanda pek çok akademik ve politik çalışmalar yapılmış ve ülkelerin sürdürülebilir kalkınma süreçlerini değerlendirebilmek için çeşitli göstergeler kullanılmıştır. Bu göstergelerden 2020 yılında Jason Hickel tarafından geliştirilen sürdürülebilir kalkınma endeksi ekonomik, çevresel ve sosyal göstergeleri içermesi bakımından sürdürülebilir kalkınmayı ölçmede kullanılan diğer göstergelerden pozitif olarak ayrılmaktadır.

Bir ülkenin sahip olduğu üretim bilgisini ve teknolojiyi ürün çeşitliliği ile ne derece birleştirdiğini gösteren ekonomik karmaşıklık, iktisadi büyüme ve kalkınma için oldukça önemlidir. Yüksek ekonomik karmaşıklık, üretimde daha sofistike bilgilerin ve becerilerin etkin bir biçimde birleştirildiği bir üretim yapısını işaret etmektedir. Bu nitelikte bir yapı teknolojik açıdan gelişmiş ve yenilikçi ürünlerin üretimine olanak sağlarken aynı zamanda iktisadi büyümeye, dış ticarete rekabet gücünün artmasına ve katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesine olanak tanır. Yine de ekonomik karmaşıklık çevresel ve sosyal boyutlara sahip olan sürdürülebilir kalkınmanın yakalanmasında tek başına yeterli değildir.

Çalışmada ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaca yönelik olarak N-11 ülkelerine ait 2001-2021 dönemini kapsayan sürdürülebilir kalkınma endeksi ve ekonomik karmaşıklık endeksi değerleri kullanılarak Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Analizi gerçekleştirilmiştir. N-11 üye ülkelerinden Nijerya, verilerinin bulunmayışı nedeniyle analiz dışı bırakılmıştır. Son haliyle analiz 10 ülke ile gerçekleştirilmiştir. Test sonucuna göre 2001-2021 döneminde N-11 ülkelerinde ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilir kalkınma endeksi arasında çift yönlü nedensellik mevcuttur. Bu ilişki, ele alınan iki kavramın birbirini karşılıklı olarak etkilediğini göstermektedir. N-11 ülkelerinde incelenen dönemde ekonomik karmaşıklığın artması,

sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlarken; sürdürülebilir kalkınma endeksindeki artış da ekonomik karmaşıklığı desteklemektedir. Ekonomik karmaşıklık endeksine ilişkin ampirik literatür incelendiğinde, bu endeksin ekonomik büyüme ve gelir üzerindeki etkilerini ele alan çalışmaların nispeten yoğunluk kazandığı ve son yıllarda bu alandaki araştırmaların giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Ancak, ekonomik karmaşıklığın büyüme üzerindeki etkisi ve nedenselliği konusunda literatürde ortak bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bu kapsamda, bu çalışmada elde edilen sonuçlar, ekonomik karmaşıklığın ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini öne süren Lee ve Lee, 2019; Soyuyğit vd., 2019; Albeaik vd., 2017; Xu & Lybbert, 2017; Zhu & Li, 2017 ile uyumludur. Aynı şekilde nedensellik bağlamında da sonuçlar Uçar vd., 2019; Akın ve Güneş, 2018 ile benzerdir.

Buna göre, ele alınan ülke grubunda bilgi yoğun üretim süreçlerine, ekolojik sürdürülebilirlik göz önünde bulundurularak döngüsel ekonomi uygulamalarına yatırım yapılması; eğitim sisteminin karmaşık üretim yapısının ihtiyaç duyduğu becerilere uyumlu hale getirilmesi, teknoloji ve çevre odaklı bir eğitim programının benimsenmesi kritik öneme sahiptir. Mevcut olan çift yönlü ilişki, karmaşıklığın artırılması ve sürdürülebilirliğin yakalanması sürecinde birbiriyle uyumlu ve bütünleşik yaklaşımın belirleyici rol üstlendiğini ifade etmektedir.

KAYNAKÇA

- Adedoyin, F.F., Agboola, P.O., Ozturk, I., Bekun, F.V., Agboola, M.O. (2021). Environmental Consequences of Economic Complexities in the EU Amidst A Booming Tourism Industry: Accounting for the Role of Brexit and Other Crisis Events. *Journal of Cleaner Production*. 305(127117).
- Akın, T. ve Güneş, S. (2018). İhracatın niteliğindeki artışın dış ticaret haddine etkisi: Türkiye analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2): 448-462.
- Akyol, H., ve Gül, K. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma, Ekonomik Karmaşıklık ve Uluslararası Turizmin Panel Veri Analizi İle İncelenmesi. *Erciyes Akademi*, 35(4), 1721-1740.
- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M. ve Hidalgo, C. A. (2017). Improving The Economic Complexity Index. Arxiv:1707.05826.
- Alkan, U., Çakan, C. D., Şengül, A., & Ateş, M. H. (2024). The Relationship Between Inflation, Human Development Index and CO2 in Selected Country Groups. *Maliye ve Finans Yazıları*, (122), 79-109.
- Alonaizi, Bader Riyad; Gadhoun, Youssr (2017). The Next11: Emerging Investment Market, 1st *International Conference on Advanced Research*, 978-0-995398-016.
- Boleti, E., Garas, A., Kyriakou, A., ve Lapatinas, A. (2021). Economic complexity and environmental performance: evidence from a world sample. *Environmental modeling & assessment*, 26(3), 251-270.
- Bucak, Ç. (2021). AB15 ülkelerinde ve Türkiye’de ekonomik karmaşıklık endeksi, insani gelişme endeksi ve karbon emisyonu: Panel veri analizi. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 12(1), 71-88. DOI: 0.18354/esam.763411.
- Britto, G., Romero, J., Freitas, E. ve Coelho, C. (2016). The Great Divide: Economic Complexity and Development Paths in Brazil and South Korea. *Blucher Engineering Proceedings*, 3(4): 1404-1425.
- Can, M., ve Doğan, B. (2018). Ekonomik Kompleksite ve Finansal Gelişme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Ampirik Bir Analiz, *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 55(638), 6-16.
- Cinel, E. A. (2021). Yeni dünya ekonomik düzeni: G-11 ülkeleri. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 961-977.
- Çelik, M.Y., Ünsür, Z. (2020). Küreselleşme ve Büyüme İlişkisinin Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi İle Belirlenmesi. *İzmir İktisat Dergisi*. 35(1). 201-210. Doi: 10.24988/ije.202035115.
- Çeştepe, H., ve Çağlar, O. (2017). Ürün sofistikasyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel veri analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 992-1000.
- Çoban, M. N., Yeter, F., ve Kangal, N. (2022). Ekonomik Kompleksite ve Çevresel Bozulma İlişkisi: Arktik Konseyi Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 6(2):264-279.
- Doğdu, A. (2019). *Taylor kuralının gelişmekte olan ülkeler üzerindeki geçerliliğinin Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik analizi ile test edilmesi*. Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Efeoğlu, R. (2022). N11 Ülkelerinde Ekonomik Kompleksite ve Finansal Gelişme. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(01), 185-196.

- Gül, E., & İnal, V. (2017). Hava Kirliliği Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Zamanla Değişen Panel Nedensellik Analizi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 6(2), 70-82.
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of economic growth*, 12, 1-25.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez J., Simoes, A., Yildirim, M. A. (2011). The Atlas Of Economic Complexity Mapping Paths To Prosperity. Center for International Development At Harvard University.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., & Simoes, A. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Mit Press.
- Hartmann, D., Guevara, M.R., Jara-Figueroa, C., Aristaran, M. and Hidalgo, C.A. (2017). Linking Economic Complexity, Institutions and Income Inequality. *World Development*, 93, 75-93.
- Hidalgo, C. A. ve Hausmann, R. (2009). The Building Blocks of Economic Complexity. *PNAS*, 106(26), 10570-10575.
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological economics*, 167, 106331.
- Ikram, M., Xia, W., Fareed, Z., Shahzad, U., & Rafique, M. Z. (2021). Exploring the nexus between economic complexity, economic growth and ecological footprint: contextual evidences from Japan. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101460.
- Jarreau, J., & Poncet, S. (2012). Export sophistication and economic growth: Evidence from China. *Journal of development Economics*, 97(2), 281-292.
- Kangal, N. (2023). Empirical Analysis of the Impact of Institutional Quality on Ecological Footprint: Example of E7 Countries, *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 24(4), 636-645. DOI: 10.37880/cumuibf.1335524
- Kangal, N. ve Çoban, M., N. (2022) “Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği”, (Ed) İlhan EROĞLU, Türkiye’nin Yapısal Sorunları ve Reform Önerileri, içinde (ss. 205-232) Ekin Kitapevi, Bursa.
- Kangal, N. (2024). Kurumsal Kalite ve Beşeri Sermaye Ekonomik Karmaşıklık İçin Bir Fark Yararır Mı?. *Uluslararası Siyaset Dergisi*, 2(1): 1-15.
- Li, D. (2024). Green finance, fossil fuel efficiency, and sustainable development in OECD. *Resources Policy*, 98, 105306
- O’Neil, J., Wilson, D., Purushothaman, R., Stupnytska, A., 2005. How solid are the bricks? goldman sachs, global economic paper. No.134. <https://www.goldmansachs.com/insights/archive/archive-pdfs/how-solid.pdf>
- Özbek, S., & Naimoğlu, M. (2022). Çevre kalitesi-ekonomik karmaşıklık ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine fourier eşbütünleşme analizi. *İstanbul İktisat Dergisi*, 72(1), 407-431.
- Özden, E. (2020). *Sürdürülebilir Kalkınmanın Belirleyicilerinin Ekonomik Karmaşıklığa Etkileri: Oecd Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Analizler Ve Türkiye Özelinde Karar Verme*. Doktora tezi, Atatürk üniversitesi.
- Özgüzer, E.G.,ve Oğuş-Binatlı, A. (2016). Economic convergence in the EU: A complexity approach. *Eastern European Economics*, 54(2), 93-108.
- Pamuk, Ş. (2014). Türkiye’nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

- Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., Xia, W., Ikram, M., Shoaib, H. M., Shahzad, U. (2022). Does Economic Complexity Matter for Environmental Sustainability? Using Ecological Footprint as an Indicator.
- Sachs, J. D. (2015). The Age of Sustainable Development. New York, United States of America,: *Columbia University Press*.
- Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., Shahzad, K. (2021). Investigating the Nexus Between Economic Complexity, Energy Consumption and Ecological Footprint for the United States: New Insights from Quantile Methods. *Journal of Cleaner Production*. 279.
- Simoes, A. J. G., & Hidalgo, C. A. (2011, August). The economic complexity observatory: An analytical tool for understanding the dynamics of economic development. In *Workshops at the twenty-fifth AAAI conference on artificial intelligence*.
- Soyyigit, S. (2018). OECD kurucu ülkelerinde ekonomik kompleksite düzeyi ile kişi başına düşen GSYH arasındaki ilişki: panel eşbütünleşme analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21(2), 374-392.
- Soyyigit, S., Topuz, H., ve Özekicioğlu, H. (2019). The effects of economic complexity, export and fixed capital investments on income per capita: The case of G-20 countries. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 6(2).
- Stojkoski, V. ve Kocarev, L. (2017). The Relationship Between Growth and Economic Complexity: Evidence From Southeastern and Central Europe (MPRA Paper No. 77837).
- Şak, N. (2021). Orta Gelir Tuzağı: N11 Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 11(1), 23-36.
- Şeker, A. & Şimdi, H. (2019). The Relationship between Economic Complexity Index and Export: the Case of Turkey and Central Asian and Turkic Republics. *Ekonomika Regiona [Economy of Region]*, 15(3), 659-669.
- Şentürk, C. (2023). Seçilmiş Ab Ülkeleri Ve Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırım Ve Endüstri-İç Ticaret: Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Analizi. *Eurasian Econometrics Statistics & Empirical Economics Journal*, (23), 13-24.
- Tosun, Elif K. “Sürdürülebilirlik Olgusu ve Kentsel Yapıya Etkileri”, *Paradoks*, Yıl 5, Sayı 2, Temmuz 2009, s. 2.
- Türkcan, B. (2019). Türkiye İçin Ekonomik Karmaşıklık Endeksi ve Büyüme Arasındaki İçsel İlişki: Bir Eşanlı Denklem Sistemi Analizi. *ICOAEF VI*, 16-17 Kasım 2019, Balıkesir, Türkiye.
- Uçar, M., Soyayıt, S. ve Nişancı, M. (2019). Ülkelerin İktisadi Gelişmişlik ve Ekonomik Karmaşıklık Düzeyleri Arasındaki İlişki: G8 Ülkeleri Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1): 138-148.
- Xu, M. ve Lybbert, T. J. (2019). Innovation-Adjusted Economic Complexity and Growth: Does Product-Specific Patenting Reveal Enhanced Economic Capabilities? https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer_public/b1/dc/b1dc7b3f-9f37-416e-93efd79495b1e940/ieci_xu_and_lybbert_oct_2017.pdf, (21.04.2020).
- Yeldan, E. (2009). Kapitalizmin Yeniden Finansallaşması ve 2007/2008 Krizi: Türkiye Krizin Neresinde?. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 20, 11-28
- Yıldız, B., ve Akbulut Yıldız, G. (2019). Ekonomik karmaşıklık ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Panel bootstrap granger nedensellik analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(2), 329-340. DOI: <http://dx.doi.org/10.17130/ijmeh.201925209>.

Zhu, S. ve Li, R. (2017). Economic Complexity, Human Capital and Economic Growth: Empirical Research Based On Cross-Country Panel Data. *Applied Economics*, 49(38): 3815- 3828.

<https://www.sustainabledevelopmentindex.org/>

<https://atlas.hks.harvard.edu/rankings>

EXTENDED ABSTRACT

Economic complexity is an important indicator that reflects the accumulated knowledge and technological level in a country's production structure. Since the diversification and sophistication of products produced requires a certain level of knowledge accumulation, economic complexity in this sense also demonstrates the capabilities of the labor force. In this way, economic complexity contributes to the growth and development of countries, while also supporting the achievement of sustainable development goals. The concept of sustainable development, which is a multidimensional approach, differs from the traditional view of development that considers only economic indicators. It evaluates development not only from an economic standpoint but also considers social and environmental dimensions. Sustainable development, based on the effective use of resources to meet today's needs while keeping in mind the well-being of future generations, necessitates research into its relationship with economic complexity. The main aim of this study is to identify the causal relationship between economic complexity and the Sustainable Development Index (SDI). For this purpose, annual data from 2001 to 2021 for the N-11 countries group was used. In this study, in addition to the Sustainable Development Index (SDI) and the Economic Complexity Index (ECI), patent numbers (PATENT) and GDP per capita (INCOME) were used as control variables. The causal relationship was examined using the Dumitrescu - Hurlin panel causality test, a method known for providing reliable results even when the number of observations is small, the cross-sectional dimension is different from the time dimension, or if there is a misjudgment in lag selection. The data used in the study was first tested for cross-sectional dependence. Based on the results, since the p-values for the variables were smaller than the critical value, the null hypothesis was rejected, and it was concluded that there is cross-sectional dependence among the variables. Due to the presence of cross-sectional dependence, a second-generation unit root test (CADF test) was applied, and it was found that all variables became stationary after first differencing. Once stationarity was ensured, the causality test was conducted, and the results indicated bidirectional causality between the Economic Complexity Index (ECI) and the Sustainable Development Index (SDI) for the N-11 countries. These findings suggest that increasing economic complexity could lead to improvements in sustainable development indicators, while actions aimed at promoting sustainable development can also contribute to the enhancement of economic complexity. This outcome is significant for policymakers. In this context, increasing R&D investments to promote more knowledge and technology-intensive production, improving the education infrastructure, and expanding technology-intensive industries should be prioritized in N-11 countries. The implementation of these policies with an environmentally friendly approach is crucial for ensuring sustainability.