

Türkiye’de Ekonomik Karmaşıklık, Sürdürülebilirlik Performansı ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik Bağlantıları

Zaim Reha YAŞAR¹

Uğur YILDIRIM²

Mehmet Gökhan ÖZDEMİR³

¹Doç. Dr, Kırıkkale Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, reha@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7466-6137

²Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, u.yildirim@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3542-7835

³Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, mgozdemirera@kku.edu.tr, ORCID: :0000-0002-6756-7285

Özet: Küresel ekonomik sistemde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması, ülkelerin üretim kapasitelerindeki teknolojik derinlik ve ekonomik büyüme hareketleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda 2000-2023 dönemini kapsayan Türkiye ekonomisi için karmaşıklık göstergeleri, ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik performansı arasındaki ilişkiler Toda-Yamamoto nedensellik analizi çerçevesinde incelenmiştir. Bulgular, ekonomik karmaşıklık, ekonomik büyüme ve karmaşıklık görünümünden sürdürülebilirlik performansına doğru; sürdürülebilirlik performansı, ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümeden karmaşıklık görünümüne doğru nedensellik ilişkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, sürdürülebilirlik performansı ve karmaşıklık görünümünün sistemdeki diğer makroekonomik ve yapısal göstergeler tarafından şekillendirildiğini ortaya koymaktadır. Karşılıklı nedensellik ilişkileri incelendiğinde, ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilirlik performansı, karmaşıklık görünümü ile sürdürülebilirlik performansı, karmaşıklık görünümü ile ekonomik büyüme ve ekonomik büyüme ile ekonomik karmaşıklık arasında çift yönlü nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik karmaşıklık endeksi, ESG, Toda-Yamamoto nedensellik, Karmaşıklık görünüm endeksi, Sürdürülebilirlik

The Causal Nexus Between Economic Complexity, Sustainability Performance, and Economic Growth: Evidence from Türkiye

Abstract: Achieving sustainable development goals in the global economic system is directly related to the technological depth of countries' production capacities and their economic growth dynamics. In this context, the relationships between complexity indicators, economic growth, and sustainability performance for the Turkish economy covering the 2000-2023 period were examined within the framework of Toda-Yamamoto causality analysis. The findings indicate causal relationships from economic complexity, economic growth, and complexity outlook toward sustainability performance; and from sustainability performance, economic complexity, and economic growth toward complexity outlook. This finding reveals that sustainability performance and complexity outlook are shaped by other macroeconomic and structural indicators in the system. When mutual causality relationships are examined, bidirectional causalities were identified between economic complexity and sustainability performance, complexity outlook and sustainability performance, complexity outlook and economic growth, and economic growth and economic complexity. These results demonstrate that there are reciprocal interactions between sustainability performance, the quality of the production structure, and economic growth indicators. On the other hand, the identified unidirectional causalities showed that there are one-way relationships from economic growth to sustainability performance and from the level of economic complexity to complexity outlook.

Keywords: Economic complexity index, ESG, Toda-Yamamoto causality, Complexity outlook index, Sustainability

1. GİRİŞ

Küresel ekonomi, geleneksel büyüme modellerinden bilginin ve sürdürülebilirliğin merkezde olduğu nitelikli bir yapısal dönüşüm sürecine geçmektedir. Günümüz kalkınma anlayışında bir ülkenin gelişmişlik düzeyi, sadece üretim hacminin fiziksel artışıyla değil; üretimin içerdiği teknolojik yoğunluk, bilgi birikimi ve bu sürecin çevresel etkileriyle tanımlanan bütünleşik bir perspektifle ölçülmektedir. Bu doğrultuda sürdürülebilir büyüme ve kalkınma hedefleri üretim niteliği ve bilgi yoğunluğu ekseninde yeniden formüle edilmiştir. Geleneksel büyüme modelleri, ekonomik gelişmeyi sermaye ve işgücü gibi toplam faktörlerin birikimine indirgeyen birikim odaklı bir bakış açısı sunarken, modern literatür bu sürecin üretimdeki çeşitlilik artışı ve teknolojik sofistikasyon ile mümkün olduğunu savunmaktadır.

Literatürde bu yapısal dönüşümü ölçülebilir kılan ekonomik karmaşıklık kavramının temelleri ilk kez Hidalgo ve Hausmann tarafından atılmıştır. Söz konusu çalışmada, bir ülkenin üretkenliğinin ticareti yapılamayan yerel yeteneklerin çeşitliliğine dayandığı ifade edilmektedir. Ayrıca ülkeler arası gelir farklarının, sahip olunan bu yeteneklerin çeşitliliği ve etkileşimleri ile ölçülen ekonomik karmaşıklık düzeyleriyle açıklanabileceği savunulmaktadır. Bu yaklaşımda her bir yetenek bir Lego parçasına, ürünler ise bu parçalarla yapılan Lego

modellerine benzetilerek ekonomik yapı tanımlanmıştır (Hidalgo & Hausman, 2009, s. 10570). Ekonomik karmaşıklık, bir ülkenin üretim çıktısındaki bilgi birikimini ve bu bilgiyi birleştirme yeteneğini yansıtan bir kavramdır (Neagu, 2021, s. 1062).

Bu bağlamda Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (ECI), bir ülkenin üretim yapısındaki bilgi yoğunluğunu ve ihraç ettiği ürünlerin teknolojik sofistikasyonunu belirleyen stratejik bir gösterge işlevi görmektedir. Bu gösterge aracılığıyla, ulusal gelir düzeyleri ile üretimdeki karmaşıklık derecesi arasındaki doğrudan ilişki kuramsal ve ampirik bir düzlemde anlamlandırılmaktadır (Simoes & Hidalgo, 2021, ss. 39-40). Bu yapısal arka plan göz önüne alındığında, ekonomik karmaşıklık salt bir üretim istatistiği olmaktan çıkarak; refahın temel kaynağını oluşturan üretken bilginin bireyler ve organizasyonlar arası ağlarda nasıl biriktiğini, aktarıldığını ve kullanıldığını gösteren dinamik bir göstergeye dönüşmektedir (Moreno-Casas & Bagus, 2022, s. 128).

Literatürde uluslararası ticaret verilerini ülkeler ve ihraç ettikleri ürünler üzerinden iki taraflı bir ağ olarak modelleyen karmaşıklık yaklaşımı, küresel pazardaki karşılıklı bağlantısallığı kullanarak ekonomilerin rekabet gücünü analiz eder. Ampirik bulgular, küresel rekabet gücü yüksek olan gelişmiş ekonomilerin, ihracat sepetlerini bilgi yoğunluğu fazla olan çok çeşitli ve yüksek kaliteli ürünlerle genişletebildiğini kanıtlamaktadır. Buna karşın gelişmekte olan ülkelerin üretim yapıları, genellikle dünya genelinde yaygın olarak üretilen, düşük katma değerli ve sınırlı sayıda sıradan ürüne sıkışmış bir görünüm sergilemektedir (Mariani vd., 2015, s. 1). Dolayısıyla ekonomik karmaşıklık, ülkelerin sahip olduğu teknik yetenek çeşitliliği ile ihraç edilen ürünlerin küresel ölçekteki yaygınlık düzeyini sentezleyerek, ekonomik kalkınma potansiyelinin temelini oluşturan karmaşık ağ dinamiklerini somut ve ölçülebilir bir yapıya kavuşturmaktadır.

Büyümenin sadece niceliksel değil, niteliksel yönünü de temsil eden sürdürülebilirlik performansı, günümüzde makroekonomik istikrarın ve küresel rekabetçiliğin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) kriterlerin kurumsal yapıya etkin bir biçimde entegre edilmesi, sadece bir sosyal sorumluluk göstergesi olmanın ötesine geçerek; kuruluşların toplumsal refahı, adaleti ve çevresel sürdürülebilirliği önceleyen küresel vizyonlarla stratejik uyum yakalamasını sağlamaktadır. Bu doğrultuda, söz konusu uygulamalar; yoksulluğun giderilmesi, toplumsal cinsiyet eşitliğinin tesisi ve iklim kriziyle mücadele gibi Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'na ulaşılmasında kritik birer kaldıraç görevi üstlenmektedir (Bezerra vd., 2024, s.2). Sürdürülebilirlik odaklı bu uygulamalar, işletmelerin ve ülkelerin sadece çevresel veya sosyal hassasiyetlerini yansıtmakla kalmayıp, aynı zamanda stratejik birer rekabet ve risk yönetimi aracı olarak da işlev görmektedir (Tarmuji vd., 2016, s. 67).

Geleneksel finansal veya makroekonomik verilerin tek başına ölçemediği kurumsal itibar, marka değeri, paydaş güveni ve şeffaflık gibi unsurlar ESG çerçevesi ile somutlaşmaktadır. Güçlü bir ESG performansı, bilgi asimetrisini azaltarak yatırımcı güvenini artırmakta, dolayısıyla ekonomilerin dış şoklara veya finansal risklere karşı sigorta benzeri bir koruma kalkını geliştirmesini sağlamaktadır (Li vd., 2021, s. 17, Lu & Sander, 2026, ss. 3-4). Bu bağlamda ESG, sadece etik bir zorunluluk değil; kaynak verimliliğini, ekolojik inovasyonu ve uzun vadeli ekonomik performansı destekleyen dinamik bir stratejik yetenek olarak değerlendirilmektedir (Lu & Sander, 2026, s.17).

Üretim yapısının bilgi yoğunluğunu temsil eden ekonomik karmaşıklık ile kurumsal ve çevresel sürdürülebilirliği simgeleyen ESG performansı arasındaki bu teorik sinerji, ülkelerin küresel sistemdeki yeni konumlarını belirleyen temel bir parametre haline gelmiştir. Bu iki dinamik unsurun birleşimi, sadece ekonomik büyümeyi hızlandırmakla kalmayıp, aynı zamanda büyümenin kalitesini ve dayanıklılığını da dönüştürmektedir. Bu bütünlük perspektif ışığında, son yirmi yılda üretim ve ihracat yapısında karmaşıklık düzeyini artırma ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle stratejik uyum yakalama çabası içinde olan Türkiye ekonomisi, gelişmekte olan ülkeler için kritik bir model teşkil etmektedir.

Bu çalışma, Türkiye ekonomisi özelinde 1990-2023 dönemini kapsamakta ve ekonomik karmaşıklık, sürdürülebilirlik performansı ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik bağlarını incelemektedir. Mevcut literatürde, Türkiye için bir ESG skorunun hesaplanması ve bahsi geçen değişkenlerin eş zamanlı olarak Türkiye için analiz edildiği çalışmaların sınırlı olması, bu çalışmanın katkısını oluşturmaktadır. Çalışmada kullanılan ve metodolojik temelleri gereği oldukça esnek bir teknik olan Toda-Yamamoto nedensellik testi, değişkenler arasındaki etkileşim yönlü ilişkileri tespit ederek, Türkiye'nin üretim sepetindeki yapısal dönüşümün ve ESG kriterlerine uyumun büyüme üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin küresel değer zincirlerinde daha üst sıralara tırmanabilmesi için teknolojik çeşitlilik ile sürdürülebilirlik performansını eşgüdümlü bir şekilde yönetmesi gerektiğini akademik bir düzlemde tartışmaya açmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ekonomik büyüme, üretim yapısının niteliği ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiler, modern iktisat literatüründe çok boyutlu bir tartışma alanıdır. Özellikle ekonomik karmaşıklığın sadece bir büyüme motoru değil, aynı zamanda çevresel ve kurumsal sürdürülebilirliğin de belirleyicisi olduğu yönündeki görüşler önem kazanmıştır. Ekonomik büyüme ve karmaşıklık arasındaki nedensellik ilişkisi ise literatürde en çok işlenen konulardan birisidir. Bu doğrultuda, çalışmanın bu bölümünde ilk aşama olarak ekonomik karmaşıklık ile büyüme etkileşimini ele alan temel çalışmalar ve ampirik bulgular incelenecektir. Ardından üretim yapısındaki niteliksel dönüşümün çevresel sürdürülebilirlik ile çevresel, sosyal ve yönetim boyutlarıyla olan ilişkisini ortaya koyan literatür tartışılacaktır.

Karmaşıklık Görünüm Endeksi (COI), bir ülkenin mevcut üretim kabiliyetlerine yakın konumda bulunan karmaşık ürünlerin sayısını ölçerek, yapısal dönüşüm potansiyelini yansıtmaktadır. Hausmann vd. (2014), ECI'nin yanı sıra karmaşıklık görünüm endeksini (COI) de tanımlayarak, bu iki endeksin birlikte 10 yıllık kişi başına GSYH büyümesindeki varyansın yaklaşık %50'sini açıkladığını göstermişlerdir (Hausmann vd., 2014, ss. 27-30).

Ekonomik karmaşıklığın ülkelerin büyüme dinamikleri ve kalkınma süreçleri üzerindeki çok boyutlu etkisi, literatürde farklı veri setleri ve metodolojik yaklaşımlarla incelenen temel konulardan biridir. Küresel ölçekte insan sermayesi faktörünü de bu denkleme dahil eden Zhu ve Li (2017) tarafından 210 ülkeyi kapsayan bir panel veri seti ile yürütülen çalışmada, ekonomik karmaşıklık ve beşerî sermayenin iktisadi büyüme üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Yansıma yöntemiyle gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, yüksek gelirli ekonomilerin düşük ve orta gelirli ekonomilere kıyasla belirgin şekilde daha yüksek bir karmaşıklık düzeyine sahip olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ampirik bulguları hem ekonomik karmaşıklığın hem de farklı beşerî sermaye düzeylerinin kısa ve uzun dönemli büyüme üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, ekonomik karmaşıklık ile beşerî sermaye arasında büyümeyi destekleyen pozitif bir etkileşim etkisi bulunduğu, özellikle beşerî sermaye göstergesi olarak ortaöğretimin, karmaşıklık ile birleştğinde büyüme üzerinde çok daha güçlü bir ivme yarattığı vurgulanmaktadır (Zhu & Li, 2017, s. 3815).

Ekonomik karmaşıklığın büyüme üzerindeki bu etkisine ek olarak, ölçüm yöntemlerinin zamanla daha kapsamlı hale getirilmesi, yeni yaklaşımların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bu metodolojik arayışlar doğrultusunda, Koch (2021) tarafından yapılan çalışma, ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki bağı, brüt ihracat verileri yerine katma değerli ihracat verilerini kullanarak yeniden tanımlamaktadır. Söz konusu yaklaşımın tercih edilme nedeni, brüt ihracat verilerinin ülkelerin gerçek üretim yeteneklerini yansıtmakta yetersiz kalabilmesidir. Brüt ihracat rakamlarının ithal girdi paylarını ve mükerrer sayımları da içermesi sebebiyle, ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki bağı açıklamada eksik bir tablo sunabileceğini savunmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen katma değer bazlı yeni yaklaşım, geleneksel yöntemlere kıyasla kişi başına GSYH büyüme oranlarını açıklama konusunda çok daha yüksek bir istatistiksel güce sahiptir (Koch, 2021, s. 1).

Makro düzeydeki bu metodolojik yeniliklerin yanı sıra, ekonomik karmaşıklığın büyüme üzerindeki etkisinin bölgesel dinamiklere odaklanmıştır. Spesifik olarak bölgesel ve zamansal etkilere yönelik Stojkoski ve Kocarev (2017) tarafından Güneydoğu ve Orta Avrupa'daki 16 ülke üzerine yapılan çalışma, ekonomik karmaşıklığın büyüme üzerindeki etkisinin zaman boyutuna göre farklılaştığını ortaya koymaktadır. Panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli (ECM) kullanılarak elde edilen bulgulara göre, ekonomik karmaşıklık uzun dönemde büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahipken, kısa dönemde gelir değişimleri üzerinde herhangi bir anlamlı etkisi bulunmamaktadır. Araştırma, karmaşıklığın uzun dönemli etkisinin yatırımların etkisinden bile daha büyük olduğunu vurgulayarak, bu ülkelerin refah artışı için mevcut üretim yeteneklerine dayalı uzun vadeli ürün geliştirme stratejilerine odaklanmaları gerektiğini belirtmektedir (Stojkoski & Kocarev, 2017, ss.1-2).

Belirli bir coğrafi alan ve zaman kesitiyle sınırlı kalmayan analizlerin yanı sıra, ülkelerin sosyoekonomik gelişmişlik derecelerini temel alan perspektifler de literatürdeki birikime katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda, gelişmekte olan ve yeni sanayileşen ülkeler temelinde ekonomik karmaşıklığın büyüme performansına doğrudan etkilerini inceleyen çok ülkeli çalışmalar da literatürde yer tutmaktadır. Örneğin, Yıldız B. ve Yıldız G. (2019) tarafından 1970-2016 yılları arasındaki verilerle gerçekleştirilen çalışma, 10 Yeni Sanayileşen Ülkede (Çin, Hindistan, Tayland, Malezya, Filipinler, Türkiye, Güney Afrika, Brezilya, Meksika, Endonezya) ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi teknikleriyle incelemiştir. Konya (2006) nedensellik testiyle elde edilen sonuçlar, panelin bütününde ekonomik karmaşıklıktan büyümeye doğru tek taraflı bir nedenselliğin varlığına işaret etmektedir. Ülke bazında yapılan ayrıştırmada ise Meksika, Malezya ve Güney Afrika'da karmaşıklığın büyümeyi tetiklediği, Çin'de ise bu iki değişkenin birbirini karşılıklı olarak beslediği saptanmıştır. Araştırma, ülkelerin sürdürülebilir ve nitelikli bir büyüme ivmesi yakalayabilmelerinin, ihraç edilen ürünlerin teknoloji yoğun, yüksek bilgi girdili ve küresel pazarda rekabet avantajı sağlayan sofistike bir yapıya dönüşmesiyle mümkün olduğunu savunmaktadır (Yıldız & Yıldız, 2019, s. 329).

Türkiye'nin de içinde bulunduğu benzer ülke gruplarında yapılan bir diğer çalışmada ise bu nedensellik ilişkisinin ülkelere göre farklılık gösterebildiği kanıtlanmıştır. Bayar (2022) tarafından yapılan çalışmada, 1995-2019 dönemini kapsayan verilerle CIVETS ülkeleri özelinde ekonomik karmaşıklık ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki panel veri metodolojisiyle analiz edilmiştir. Analizin ilk aşamasında yatay kesit bağımlılığı sınaması gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda panel birim kök ile eşbütünleşme analizlerinde ikinci nesil testlerin kullanılması tercih edilmiştir. Eşbütünleşme katsayılarının tahmini amacıyla Panel AMG tahmincisi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ekonomik karmaşıklığın iktisadi büyüme üzerinde pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Nedensellik ilişkisinin incelenmesinde ise Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Analiz bulgularına göre, panelin genelinde ve yalnızca Mısır özelinde ekonomik karmaşıklık indeksi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Kolombiya, Vietnam ve Türkiye için ekonomik büyümeden ekonomik karmaşıklık indeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi belirlenmiştir. Endonezya örneğinde ise ekonomik karmaşıklık indeksinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Güney Afrika için gerçekleştirilen nedensellik analizinde ise değişkenler arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. (Bayar, 2022, s. 237).

Üretim yapısı ve büyüme ilişkisine dair bu temel bulguların ardından, karmaşıklığın sadece mallar değil, hizmetler sektörü üzerindeki etkilerinin de literatür içerisinde görülmüştür. Nitekim, Stojkoski vd. (2016), panel veri yöntemiyle hizmet ihracatının ekonomik karmaşıklık üzerindeki etkisini incelemiştir. Analiz sonuçları, hizmet çeşitlendirmesinin hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeyi destekleyen ek bir kanal sunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki ilişkinin yalnızca mal ticaretiyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda hizmetler sektörü için de geçerli olduğunu göstermektedir (Stojkoski vd., 2016, ss. 2-3).

Ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki yapısal etkileşimlerin ötesinde, iktisat literatüründe sürdürülebilir kalkınmanın ESG boyutlarının ekonomik çıktılar üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalar, ülkelerin yalnızca üretim yapısındaki sofistikasyonu artırmalarının değil, aynı zamanda çevresel standartlarını ve kurumsal kalite düzeylerini iyileştirmelerinin de ekonomik performans üzerinde belirleyici bir rol oynayıp oynamadığını analiz etmektedir.

Wang vd. (2023) tarafından 109 ülkeyi kapsayan geniş bir örnekleme yürütülen çalışma, ülke düzeyindeki ESG performansındaki iyileşmelerin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre, ESG skorundaki bir standart sapmalı artışın GSYH büyüme oranında %0,11'lik bir yükselişe ilişkilendirilmiştir. Bu etkinin temel itici güçlerinin çevresel koruma ve kurumsal yönetim alanındaki ilerlemeler olduğunu saptamışlardır. Araştırma bulguları, sürdürülebilir gelişimin ekonomik büyümeyi enerji verimliliğinin artırılması, beşerî sermaye birikiminin teşvik edilmesi ve yabancı yatırımların ülkeye çekilmesi olmak üzere üç temel kanal aracılığıyla desteklediğini göstermektedir.

Gidage ve Bhide'nin (2024) çalışması, ESG ile Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına (SDG) ulaşma düzeyi arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, ekonomik büyümenin SDG'lere yönelik ilerlemeyi önemli ölçüde desteklediğini göstermektedir. Ayrıca, bu iki dinamik arasında karşılıklı olarak birbirini güçlendiren bir etkileşim olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda çalışma, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmek için ESG ilkelerinin büyüme stratejilerine entegre edilmesinin kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Aynı zamanda, politika yapıcılar ile iş dünyası açısından ESG performansının stratejik bir araç olarak kullanılabileceğine dair önemli çıkarımlar sunmaktadır (Gidage & Bhide, 2024, s. 2060).

Uluslararası literatürde, farklı yatırım ufukları boyunca ESG performansı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide önemli bir zamansal asimetri olduğu gözlemlenmektedir. Angelidis vd. (2024), 2002 ile 2022 yılları arasında 46 gelişmiş ve gelişmekte olan piyasayı kapsayan dinamik panel regresyon analizi yoluyla, küresel ESG endekslerinin reel GSYİH büyümesi üzerinde kısa vadede olumsuz bir etkiye sahip olduğunu, ancak uzun vadede olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Angelidis vd., 2024, s. 1).

Bununla birlikte, bu makroekonomik yansımaların boyutu, ulusal kurumsal çerçevelere ve ekonomik olgunluk düzeylerine bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. 2015-2023 yılları arasında 180 ülkeden oluşan geniş bir veri grubunu inceleyen Comes ve Onet'e (2025) göre, sosyal ve çevresel faktörler kişi başına GSYİH üzerinde doğrudan olumlu bir etkiye sahipken, yönetim ayağı daha sınırlı bir etkiye sahiptir. Sonuçlarına göre, kurumsal kırılmalıklar ve zayıf düzenleyici çerçeveler, gelişmiş ekonomilerde uzun vadeli istikrarı ve yeniliği yapısal olarak desteklerken, gelişmekte olan ülkelerde ESG entegrasyonunun olasılığını sıklıkla sınırlamaktadır.

Literatürde ESG ile makroekonomik performans arasındaki ilişkiyi inceleyen Zhu (2025), yüksek ESG performansının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki yarattığını tespit etmiştir. ABD, Çin, Avrupa ve Japonya'nın 2010-2023 yılları arasındaki MSCI Universal ESG verileri ile GSYİH büyüme oranlarının analiz edildiği çalışmada, bu olumlu etkinin özellikle gelişmiş ekonomilerde çok daha belirgin olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca bulgular, gelişmiş ülkelerin kendi aralarındaki pozitif ESG korelasyonunun, gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha güçlü olduğuna işaret etmektedir (Zhu, 2025, s. 153).

Mohd Daud vd. (2024), 1990 ile 2020 yılları arasında beş Asya ekonomisini analiz etmiştir. Çalışmada, şirketlerin ESG uygulamalarının Malezya, Filipinler ve Singapur'un ekonomik büyümesi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. ESG alt bileşenleri özelinde yapılan analizler; çevresel faktörlerin Malezya, Tayland ve Filipinler'in büyümesini pozitif yönde etkilediğini, yönetim bileşeninin ise özellikle Tayland'ın ekonomik büyümesine katkı sağladığını göstermektedir. Çalışmada ayrıca inovasyonun ekonomik büyümeyi destekleyen temel bir unsur olduğu vurgulanmakta; ESG uygulamalarını yaygınlaştırmaya ve inovasyon ekosistemini canlandırmaya yönelik önemli politika önerileri sunulmaktadır (Mohd Daud vd., 2024, s. 845).

Söz konusu çalışmaların gelişmekte olan piyasalara yönelik sunduğu bu kanıtlar, gelişmiş ekonomilerde ESG ve büyüme arasındaki etkileşimi daha ileri analitik yöntemlerle ele alan araştırmalarla desteklenmektedir. Cek ve Kalmaz (2025), Almanya örneğinde ESG bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla çoklu dinamik yaklaşımları benimsemiş; bu doğrultuda doğrusal regresyon, "Random Forest" makine öğrenmesi algoritmaları ve frekans boyutunda Granger nedensellik analizlerini bütünleşmiş bir biçimde kullanmıştır. Bulgularına göre, uzun vadeli ekonomik başarının en önemli göstergeleri cinsiyet katılımı ve yönetim kalitesidir; çevre inovasyonu ise ikinci sırada yer almaktadır.

Öte yandan, sosyal kalkınma özellikleri ancak uzun vadeli zaman aralıklarında ekonomik faydalara dönüşmektedir. Söz konusu durum sosyal sürdürülebilirlik yatırımlarının olgunlaşması için zaman tanınması gerektiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, ters nedensellik varsayımıyla örtüşmemekte dolayısıyla ekonomik büyümenin tek başına kurumsal yönetimi iyileştireceğine veya çevresel gelişmelere yol açacağına dair doğrudan bir bulgu ortaya koymamaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için politika yapımcıların neoklasik varsayımlardan uzaklaşmaları ve özellikle ESG temellerine odaklanan, hedefli ve bağlayıcı yapısal reformları proaktif olarak oluşturmaları önerilmektedir (Cek & Kalmaz, 2025, s. 1).

Diaye vd., (2022), 1996-2014 yılları arasında 29 OECD ülkesini kapsayan çalışmalarında, panel eş bütünleşme tekniklerinden yararlanarak ESG performansının kişi başına düşen GSYİH üzerindeki etkilerini incelemiştir. Uzun ve kısa vadeli etkilerin ayrıştırılmasına olanak tanıyan bu analiz sonucunda; ESG ile kişi başına düşen GSYİH arasında uzun vadede belirgin ve pozitif bir ilişki bulunurken, kısa vadede genelde böyle bir etkinin var olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kısa vadeli dinamiklerdeki yapısal farklılıklar dikkate alındığında, İzlanda ve Güney Kore'nin ESG performanslarından kısa vadede de ekonomik fayda sağlayan istisnai örnekler olduğu vurgulanmıştır (Diaye vd, 2021, s. 99).

Ekonomik karmaşıklık ile büyüme arasındaki ilişkinin ötesinde, üretim yapısındaki niteliksel dönüşümün çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki literatür alanı içerisinde bir diğer tartışma alanı olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda, Can ve Gözgör (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışma, ekonomik karmaşıklığın çevresel performans üzerindeki olumlu etkisini Fransa özelinde doğrulamaktadır. ARDL sınır testi sonuçlarına göre, ürün çeşitliliği ve teknolojik karmaşıklık arttıkça emisyonları uzun dönemde azalma eğilimi göstermektedir (Can & Gözgör, 2017, s.16364). Bu sonuç, yeşil büyüme literatürünü destekler nitelikte olup; ekonomik sistemin yapısal dönüşümünün çevresel bozulmayı tersine çevirebilecek bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Ekonomik karmaşıklık ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, çevre ekonomisi literatüründe bir başka araştırma alanı olarak gözlemlenmektedir. Romero ve Gramkow'un (2021) çalışması, literatüre iki yönden katkı sunmaktadır. Çalışma, ekonomik karmaşıklığın hem sera gazı emisyon yoğunluğunu hem de kişi başına düşen emisyonları azaltmaya yardımcı olduğunu kanıtlamaktadır. Karmaşık malların üretiminin, bu malların üretiminde kullanılan teknoloji türleri ve yüksek katma değer özellikleri nedeniyle daha düşük emisyon yoğunluğu ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir. 1976 ile 2012 yılları arasında 67 ülkeye ait veriler kullanılarak yapılan testler, ekonomik karmaşıklık endeksindeki 0,1'lik bir artışın, bir sonraki dönemde milyarlarca dolarlık üretim başına kiloton CO₂ emisyonlarında ve kişi başına emisyonlarda %2'lik bir azalmaya yol açtığını göstermektedir (Romero & Gramkow, 2021, s. 1).

Ekonomik karmaşıklığın emisyon düşüşü üzerindeki bu yapısal etkisinin yanı sıra, kurumsal faktörlerin sürece nasıl yön verdiği de literatürdeki bir diğer çalışma alanıdır. Bu eksen de güncel literatürü derleyen kapsamlı bir araştırmada Abedi vd. (2025), ekonomik karmaşıklık (ECI), kurumsal kalite (IQ) ve çevresel performans (EP)

arasındaki etkileşimi sistematik bir biçimde incelemişlerdir. Bu doğrultuda, 2017-2024 yılları arasında yayınlanmış çevre ekonomisi konulu 76 çalışma analiz edilmiştir. ECI'nin ekolojik ayak izi ve karbon emisyonları üzerindeki etkisinin ülkelerin gelişmişlik düzeyine ve kurumsal gücüne göre değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır. Çalışma, özellikle güçlü kurumlara ve yüksek gelişmişlik seviyesine sahip ülkelerde ekonomik karmaşıklığın çevresel bozulmayı azaltabileceğini ortaya koymaktadır. İncelenen literatürde baskın teorik çerçeve olarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini tespit eden yazarlar; kurumların güçlendirilmesi, yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi ve stratejilerin ülkeye özgü bağlamlara uyarlanması gerektiğini vurgulamaktadırlar (Abedi vd., 2025, s. 387).

Makro düzeydeki bu kurumsal çerçeve ve ekonomik karmaşıklık ilişkisi, mikro düzeyde yenilikçi çevresel uygulamalarla da yakından bağlantılıdır. Kurumların ve ekonomik karmaşıklığın inovasyon üzerindeki bu yansımaya odaklanan Ha (2023), Avrupa bölgesindeki 24 ülkeyi kapsayan çalışmada ekonomik karmaşıklığın çevresel inovasyon uygulamaları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın bulguları, ekonomik karmaşıklığın çevresel inovasyonları teşvik eden önemli bir itici güç olduğunu ortaya koymaktadır. Yazar, bu olumlu etkinin; firmaların ve hükümetlerin çevresel inovasyon yatırımlarındaki artış ile halkın çevresel farkındalığının gelişmesi sayesinde gerçekleştiğini ampirik olarak kanıtlamıştır. Ayrıca çalışma, kurumsal kalitenin ekonomik karmaşıklık ile çevresel performans arasındaki bu güçlendirici etkideki önemli rolüne de dikkat çekmektedir (Ha, 2023, s. 331).

3. EKONOMETRİK UYGULAMA

3.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Birim Kök Testi

Zaman serilerinde durağanlık araştırmaları için faydalanan ilk birim kök testi, Dickey ve Fuller (DF) (1979) tarafından önerilmiş ve bu test ilerleyen dönemlerde geliştirilmiş ve Augmented Dickey-Fuller (ADF) (1981) (Genişletilmiş Dickey-Fuller) testi haline gelmiştir. Dickey ve Fuller'ın (1979) yönteminde değişkenin birim kök içerdiğini belirten temel hipotez, serinin birim kök içermediğini ifade eden alternatif hipoteze karşı sınanmaktadır. ADF birim kök testi temelde, AR(1) sürecini benimseyen DF birim kök testinin yüksek dereceden korelasyonu dikkate alabilen bir versiyonudur. ADF testinde, seri korelasyon sorununun çözümü için AR(1) sürecinden ziyade AR(p) sürecinden faydalanarak eşitliğe "p" gecikmeli fark terimleri de dâhil edilmektedir (Gujarati, 2015). Böylece, sabit terimsiz ve trendsiz, sabit terimli ve sabit terimli ve trendli formdaki ADF denklemleri aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$\Delta y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Eşitlik (1); Eşitlik (2) ve Eşitlik (3)'te yer alan μ sabit terime, t trende, p gecikmeye ve ε_t de artık terimleri dizisine karşılık gelmektedir (Dickey ve Fuller, 1981).

3.2. Phillips- Perron (PP) Birim Kök Testi

IDF ve ADF birim kök testleri hata terimlerinin birbirinden bağımsız ve aynı zamanda sabit varyanslı olduğunu varsaymaktadır (Enders, 2004). Fakat uygulamalarda zaman serilerinin esasen heterojen dağılımlı ve zayıf bağımlı hata terimlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu sebeple Phillips ve Perron (PP) (1988) hata terimlerinin arasında otokorelasyon olabileceği düşüncesi temelinde, nonparametrik düzeltmeler yaparak bir birim kök testi geliştirmişlerdir. PP birim kök testinde aşağıdaki gibi bir denklemden faydalanılmaktadır:

$$\Delta y_t = a y_{t-1} + x_t' \delta + \varepsilon_t \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te, $a = \rho - 1$ 'e karşılık gelirken x_t deterministik bileşenleri (sabit terim veya sabit terim ve trend) ve ε_t ise hata terimleri dizisini temsil etmektedir. PP testine ilişkin temel ve alternatif hipotezler sırasıyla, $H_0: \alpha = 0$ ve $H_1: \alpha < 0$ şeklinde oluşturulmaktadır. Söz konusu temel hipotez serinin birim kök içerdiğini, alternatif hipotez ise serinin birim kök içermediğini belirtmektedir (Çağlayan ve Saçaklı, 2006).

3.3. Toda-Yamamoto (1995) Nedensellik Analizi

Kısıtsız vektör otoregresif (VAR) analizlerinde ya da standart Granger (1969) nedensellik analizlerinde serilerin durağan olması koşulu bulunmaktadır ve çoğu zaman serisi esasen durağan bir yapıda olmadığı için fark alma işlemi uygulanarak durağanlaştırılan bütünlük değişkenlerin düzey değerlerinde bilgi kaybı ortaya çıkmaktadır. Toda-Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen nedensellik analizinde durağan olma zorunluluğu söz konusu değildir. Diğer bir deyişle, seriler durağanlık derecesine duyarlı olmaksızın analize dahil edilmektedir. Böylelikle değişkenlerin içerdiği bilgi kaybının önüne geçilmekte ve başarılı sonuçların ortaya konması sağlanmaktadır. Toda-Yamamoto nedensellik testinde durağan olma koşulu olmasa da değişkenlerin durağanlık bilgisinden faydalanılmaktadır. Ayrıca bu testte seriler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olması ihtimali olsa testin özellikleri bozulmamaktadır (Çil Yavuz, 2006; Meçik & Koyuncu, 2020). Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinin yapılabilmesi için ilk olarak VAR modeli aracılığıyla gecikme uzunluğunun (k) tespit edilmesi gerekmekte ve daha sonra (k) gecikme uzunluğuna, en yüksek bütünleşme derecesine sahip olan değişkenin derecesi (dmax) eklenmektedir. Bu yapı içerisinde temel alınan bir VAR modeli Eşitlik (5)'te gösterildiği şekildedir (Toda & Yamamoto, 1995):

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} a_{1i}y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{max}} a_{2i}x_{t-i} + u_{1t} \quad (5)$$

$$x_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \beta_{1i}x_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+d_{max}} \beta_{2i}y_{t-i} + v_{1t}$$

Eşitlik (5)'te tanımlan denklemler için temel ve alternatif hipotezler sırasıyla, H_0 : y'den x'e doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur ve H_1 : y'den x'e doğru bir nedensellik ilişkisi vardır, şeklinde kurulmaktadır. Bu modelde test istatistik değeri χ^2 dağılımının yer aldığı Wald Testi ile sınanmaktadır.

3.4. Veri Seti ve Değişkenler

Araştırmamızın bu bölümünün ilk aşamasında veri seti ve değişkenler tanımlanmış ardından ise ekonometrik teknikler aracılığıyla elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Çalışmada Türkiye ekonomisine ilişkin yıllık frekansta 2000-2023 dönemini kapsayan veri seti kullanılmıştır. Değişken ismi, kısaltma, ölçüm birimleri ve veri kaynakları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: Değişkenler

Değişkenler	Kısaltma	Birim	Kaynak
Ekonomik karmaşıklık endeksi	ECI	Endeks	Worldbank.org
Kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla	GDP	ABD doları (SGP sabit 2021)	Worldbank.org
Karmaşıklık görünüm endeksi	COI	Endeks	Worldbank.org
Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim	ESG	Endeks	Spglobal.com

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmada ekonomik yapı, sürdürülebilirlik performansı ve ekonomik refah arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla dört temel değişken kullanılmıştır. Ekonomik refah düzeyini temsil eden Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) değişkeni satın alma gücü paritesine göre düzeltilmiş 2021 sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden ölçülmektedir ve ekonomik büyümenin bu çalışmadaki göstergesi temsilindedir. Çevre, Sosyal ve Kurumsal Yönetim Endeksi (ESG) ise çevresel sürdürülebilirlik, sosyal gelişmişlik ve kurumsal kalite boyutlarını kapsayan bileşik bir göstergedir. Bu göstergenin Türkiye özelinde türetilme sürecinde, Sachs vd.'nin (2024) sunduğu 17 farklı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG) skorları, Lukács ve Rickards'ın (2023) önermiş olduğu yaklaşım çerçevesinde ESG skorları haline getirilmiştir. Endeks değerlerindeki artış sürdürülebilir kalkınma performansındaki iyileşmeyi göstermektedir.

Hidalgo ve Hausmann (2009) tarafından geliştirilmiş olan ECI ülkelerin üretim ve ihracat yapısındaki bilgi yoğunluğu ile teknolojik çeşitliliği ölçen bileşik bir göstergedir. Endeksin yüksek değerleri daha sofistike üretim yapısı ve daha yüksek bilgi birikimine işaret etmektedir. Karmaşıklık Görünüm Endeksi (COI) ise bir ülkenin üretim kapasitesine yakın karmaşık ürün sayısının ölçüsünü ifade etmektedir. Karmaşıklık görünümü, ürün uzayı

yaklaşımı çerçevesinde bir ekonominin kapasitesinin karmaşık üretime kaç farklı türde ürünle genişleyebileceğini ve çeşitlendirme kolaylığını ortaya koymaktadır. Yüksek karmaşıklık görünümüne sahip ülkeler, mevcut üretim yapılarıyla daha karmaşık ürünlere daha yakın konumda yer almaktadır. Buna karşılık düşük karmaşıklık görünümüne sahip ülkeler, yakın mesafede sınırlı sayıda ürün bulunması nedeniyle yeni bilgi birikimi geliştirme ve ekonomik karmaşıklık düzeyini artırma açısından daha kısıtlı bir yapıya sahiptir (Hausmann vd.,2013).

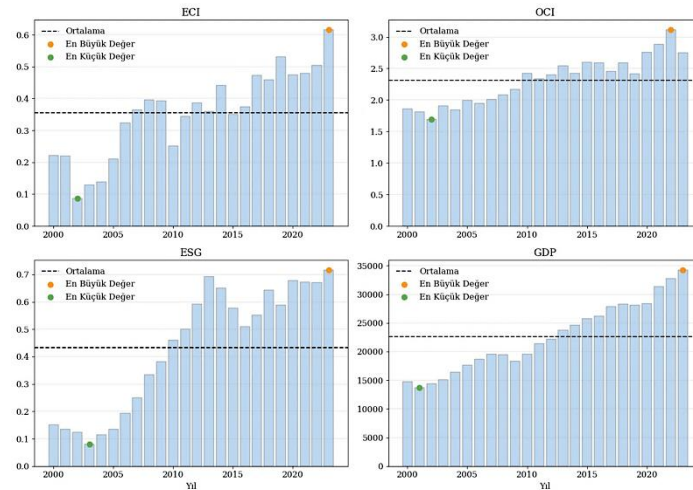
Analizlerde kullanılan değişkenlerin temel özelliklerini ortaya koymak ve veri setinin genel yapısını değerlendirmek amacıyla, Tablo 2’de tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiş ve Türkiye’nin ilgili göstergeler açısından bir ön değerlendirmesi yapılmıştır.

Tablo 2: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	En Büyük Değer	En Küçük Değer
ECI	0.3554	0.1361	0.6160	0.0870
GDP	22.612,7	6.109,1	34.282,5	13.718,3
COI	2.3164	0.3814	3.1160	1.6920
ESG	0.4335	0.2275	0.7169	0.0807

ECI için dönem ortalaması 0,3554 olarak hesaplanmıştır. İncelenen dönem içerisinde ECI’nin en yüksek seviyesi 0,6160 ile 2023 yılında, en düşük seviyesi ise 0,0870 ile 2002 yılında gerçekleşmiştir. Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın dönem ortalamasının 22.612 ABD doları olduğu görülmektedir. Bu değişken açısından en yüksek seviye 34.282,5 ABD doları ile 2023, en düşük seviye ise 13.718 ABD doları ile 2001 yılında kaydedilmiştir. COI için 2,3164 olan bir ortalama hesaplanmıştır. En yüksek seviyesi 3,1160 ile 2022, en düşük seviyesi ise 1,6920 ile 2002 yılında belirlenmiştir. Türkiye’nin ESG skoruna ilişkin ortalama 0,4335’tir. ESG skorunun en yüksek seviyesi 0,7169 ile 2023 yılında, en düşük seviyesi ise 0,0807 ile 2003 yılında gerçekleşmiştir.

Şekil 1: Değişkenlere ilişkin zaman serisi grafikleri



Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1’de sunulan ve dört grafikten oluşan panelde, ECI, COI, ESG ve GDP göstergelerinin zamansal seyri ortaya konulmaktadır. Grafikler, tanımlayıcı istatistiklerden sağlanan bulgularla birlikte değerlendirildiğinde değişkenlerin dönemsel davranışlarında belirgin farklılaşmalar gözlenmektedir. ECI incelendiğinde, 2000-2006 arası dönemde ortalama değerinin altında kalan bir seyir dikkat çekmektedir. 2006 yılından itibaren endeks değerlerinin çoğunlukla ortalamasının üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Bununla birlikte ECI değişkeninde diğer değişkenlerden farklı olarak ortalamasının üzerinde kalıcılık sergileyen hareketi daha geç başlamış ve kesintisiz bir dönem 2016 yılından itibaren gözlenmiştir. COI ise, 2000-2009 dönemi boyunca büyük ölçüde ortalamasının altında kalırken, 2009 yılından itibaren endeks değerlerinin ortalamasının üzerine çıktığı ve sonraki yıllarda bu seviyenin altına gerilemediği görülmektedir. Dolayısıyla, incelenen dönemin ikinci yarısında ekonomik dönüşüm kapasitesinin daha yüksek seviyelerde gerçekleştiğini göstermektedir. ESG için de benzer bir yapı dikkat çekmektedir.

2000-2009 döneminde ESG değerleri ortalamasının altında kalırken, 2010 yılından itibaren endeks değerlerinin ortalama seviyesinin üzerine çıktığı ve sonraki yıllarda bu seviyenin altına inmediği görülmektedir. Özellikle 2012 sonrası dönemde artış eğiliminin daha belirgin hale geldiği izlenmektedir. GDP değişkeni incelendiğinde 2000-2012 döneminde ortalamasının altında kalan değerler dikkat çekmektedir. 2013 yılından itibaren GDP değerlerinin

ortalama seviyesinin üzerine çıktığı ve sonraki yıllarda bu seviyenin altına gerilemediği görülmektedir. 2013 sonrası dönemde kişi başına gelir değişkeni ortalama değerin üzerinde sürekli bir seyir göstermiştir.

Tanımlayıcı istatistiklerin ardından değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Korelasyon Analizi

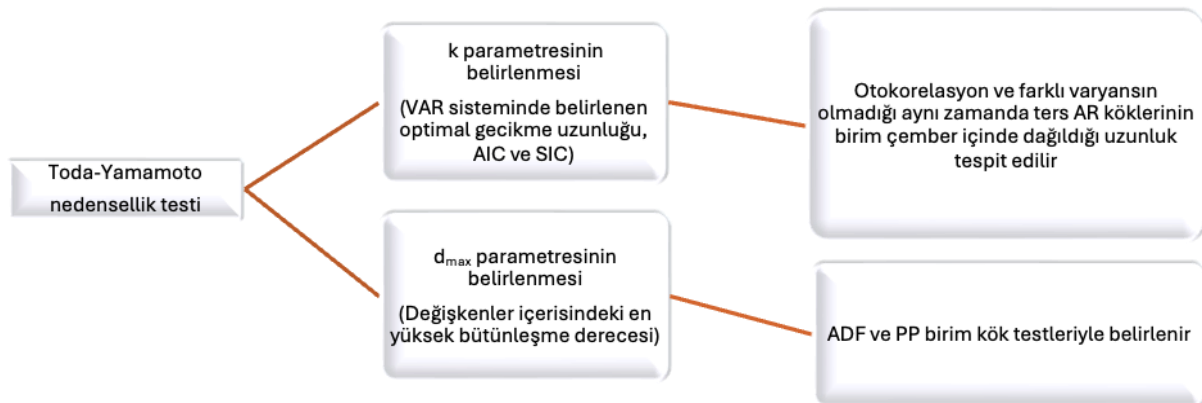
Değişkenler	ECI	GDP	COI	ESG
ECI	1			
GDP	0.8926*** (0.0000)	1		
COI	0.8004*** (0.0000)	0.9343*** (0.0000)	1	
ESG	0.8510*** (0.0000)	0.8964*** (0.0000)	0.9261*** (0.0000)	1

Bulgular, tüm değişkenler için hesaplanan korelasyon katsayılarının pozitif yönlü ve tamamının %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayıları büyüklüklerine göre değerlendirildiğinde, en yüksek ilişkinin GDP ile OCI arasında %93,43 olduğu görülmektedir. Bu ilişkiyi OCI ile ESG arasındaki %92,61 ve GDP ile ESG arasındaki %89,64 korelasyon katsayıları izlemektedir. ECI ile GDP arasındaki korelasyon katsayısı %89,26, ECI ile ESG arasındaki korelasyon katsayısı %85,10 ve ECI ile COI arasındaki korelasyon katsayısı ise %80,04 olarak hesaplanmıştır. Böylelikle hesaplanan korelasyon katsayılarının tamamı çok yüksek pozitif korelasyon ilişkilerine işaret etmekte ve incelenen dönemde değişkenlerin aynı yönlü hareket ettiği anlamına gelmektedir.

3.5. Bulgular

Bu bölümde, öncelikle analizde kullanılan değişkenlerin zaman serisi özelliklerini belirlemek amacıyla birim kök ve durağanlık testleri uygulanmıştır. Değişkenlerin bütünleşme derecelerinin belirlenmesinin ardından, Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen yaklaşımın uygulanabilmesi için bir temel VAR sistemi tahmin edilmiş ve sistemin geçerliliğini değerlendirmek amacıyla otokorelasyon ve değişen varyans testlerini içeren tanı testleri gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte modelin istikrarlı yapıya sahip olup olmadığını incelemek amacıyla karakteristik kökler ve ters kökler grafikleri değerlendirilerek stabilite koşulları analiz edilmiştir. Bu aşamaların ardından, uygun VAR yapısı temel alınarak Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmış ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerine ilişkin bulgular sunulmuştur.

Şekil 2. Nedensellik Analizinin Metodolojik Akışı ve Parametre Seçimi



3.5.1. Birim Kök Testleri

Değişkenlerin birim kök analizleri için, literatürde referans olarak sıklıkla kullanılan ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 4'te, ECI, GDP, OCI ve ESG serilerinin birim kök varlığını değerlendiren ADF ve PP testlerinin sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 4. Birim Kök Testinin Bulguları

ADF Testi τ istatistiği		
Değişken	Sabitli	Sabitli & trendli
ECI	-0.6835 (0.8320)	-3.1427 (0.1204)
GDP	-0.3076 (0.9132)	-2.2783 (0.4274)
COI	-0.3581 (0.9005)	-4.1807** (0.0163)
ESG	-0.5663 (0.8600)	-1.5309 (0.7884)
dECI	-5.1198*** (0.0000)	-5.0648*** (0.0027)
dGDP	-4.3028*** (0.0031)	-4.2968** (0.0134)
dCOI	-6.8534*** (0.0000)	-6.5861*** (0.0001)
dESG	-3.6864** (0.0120)	-3.6046* (0.0528)
PP Testi Düzeltilmiş τ istatistiği		
Değişken	Sabitli	Sabitli & trendli
ECI	0.4940 (0.8755)	-3.1427 (0.1204)
GDP	-0.3361 (0.9094)	-3.3772 (0.3804)
COI	-1.0681 (0.7102)	-4.1727*** (0.0166)
ESG	-0.6245 (0.8465)	-1.8186 (0.6625)
dECI	-5.1482*** (0.0005)	-5.0676*** (0.0027)
dGDP	-4.3615*** (0.0027)	-4.3441*** (0.0122)
dCOI	-7.0484*** (0.0000)	-7.0344*** (0.0000)
dESG	-3.6864** (0.0120)	-3.5916* (0.0541)

Not: i.*, **, *** sırası ile %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini ifade etmektedir. ii. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir. iii. "d" simgesi birinci farkları belirtmektedir.

ECI, GDP, COI ve ESG serilerinin düzey değerleri için birim kök varlığını belirten temel hipotezler reddedilemezken, bahsi geçen serilerin birinci farklarını belirten dECI, dGDP, dCOI ve dESG serileri için birim kök temel hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla bu değişkenler $I(1)$ sürecine tabi olan, bir diğer deyişle birinci dereceden durağan olan değişkenlerdir.

3.5.2. Nedensellik Analizi

Bu aşamaya kadar hem ADF hem de PP birim kök testlerinden sağlanan sonuçlar ilgili değişkenlerin bütünleşme derecelerinin "1" olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumda, Toda-Yamamoto nedensellik analizinde ihtiyaç duyulan maksimum bütünleşme derecesi olan d_{max} değerinin de "1" olduğu kaydedilmiştir. TY nedensellik analizinde ihtiyaç duyulan bir diğer parametre de gecikme sayısı k 'dır. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenebilmesi için öncelikle bir VAR model tahminlenmeli ve bu VAR modelinin tanı testlerinden geçmesi, aynı zamanda stabilite koşullarını sağlaması gerekmektedir. Tablo 5'te hem AIC hem de SIC bilgi kriterine göre seçilen gecikme uzunluğu ile tahminlenen VAR modelinin uygunluk testleri ve stabilite koşulları gösterilmektedir.

Tablo 5: VAR Sisteminin Tanı Testleri

Tanı Testleri	İstatistik	Olasılık
Otokorelasyon Testi / F	22.0486	0.1680
Heteroskedastisite Testi / (χ^2)	157.4407	0.5424

Tablo 5'te 2 gecikmeli VAR ($p=2$) sisteminin otokorelasyon ve farklı varyans testlerinin sonuçları mevcuttur. F ve χ^2 istatistikleri incelendiğinde, otokorelasyon olmadığını ifade eden temel hipotezin ve farklı varyans olmadığı savını içeren temel hipotezin, konvansiyonel önem seviyelerinde reddedilemediği görülmekte ve bu suretle de iki gecikmeli VAR sisteminde farklı varyans ve otokorelasyon sorunu olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 6: TY Nedensellik Testinin Sonuçları

Panel A. Bağımlı Değişken: ESG		
Değişkenler	χ^2 istatistiği	Olasılık
ECI	9.0883***	0.0026
GDP	3.6410*	0.0564

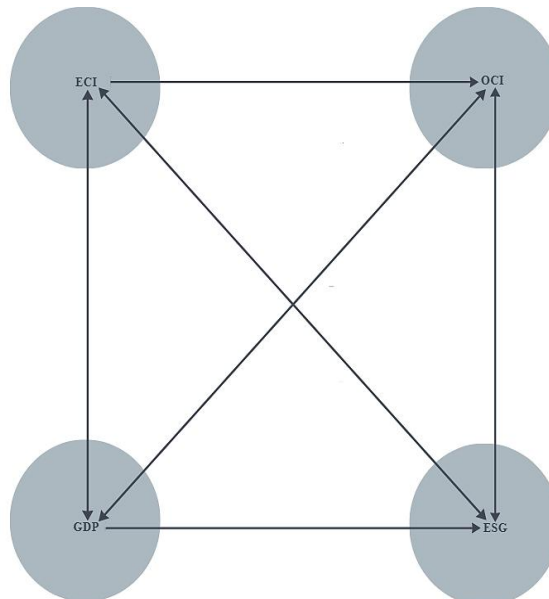
Panel A. Bağımlı Değişken: ESG		
COI	5.9053**	0.0151
Panel B. Bağımlı Değişken: GDP		
Değişkenler	χ^2 İstatistiği	Olasılık
ESG	0.2214	0.6380
ECI	2.8091*	0.0937
COI	6.2174**	0.0127
Panel C. Bağımlı Değişken: OCI		
Değişkenler	χ^2 İstatistiği	Olasılık
ESG	2.8192*	0.0931
ECI	5.0178***	0.0251
GDP	4.8896**	0.0270
Panel D. Bağımlı Değişken: ECI		
Değişkenler	χ^2 İstatistiği	Olasılık
ESG	8.0819***	0.0045
GDP	11.0160***	0.0009
COI	0.8318	0.3618

Tablo 6’da tüm örneklem üzerine uygulanan TY nedensellik testinin sonuçları gösterilmektedir. Değişkenler için sırasıyla hem dmax (ADF ve PP birim kök testlerine göre) hem de k (AIC ve SIC bilgi kriterlerinin her ikisine göre) “1” olarak belirlenmiş ve TY testi sürecinde temel alınan ve VAR sisteminin gecikme uzunluğunu belirleyen “dmax+k” parametresi “2” olarak seçilmiştir. TY testine ait temel hipotezde dışlanan değişkenin bağımlı değişkenin nedeni olmadığı belirtilmektedir.

Bu bağlamda elde edilen bulgular konvansiyonel önem seviyelerinde, ECI, GDP ve COI’den ESG’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin; ESG ve GDP’den ECI’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin; ECI ve COI’den GDP’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin ve ESG, ECI ve GDP’den COI’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin var olduğunu göstermektedir. Diğer yandan tüm örneklem düzeyinde, COI’den ECI’ye ve ESG’den GDP’ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotezin reddedilememesi sebebiyle tüm örneklem bazında bir nedensellik ilişkisinin var olmadığı bulgusu elde edilmiştir.

Bu durumda, ECI-ESG; COI-ESG; COI-GDP ve GDP-ECI arasında çift yönlü nedensellik ilişkileri deseni yakalanmış GDP’den ESG’ye ve ECI’den COI’ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkilerinin var olduğu gözlenmiştir. Şekil 3’te nedensel ilişkilere dayalı olarak bir diyagram oluşturulmuştur.

Şekil 3: Nedensellik Diyagramı



4. SONUÇ

Türkiye ekonomisinin 2000-2023 dönemine ait makroekonomik dönüşüm dinamikleri incelendiğinde; ekonomik büyüme, üretim yapısının karmaşıklık düzeyi ve sürdürülebilirlik hedefleri arasındaki çok boyutlu etkileşimin, ülkenin uzun vadeli kalkınma stratejilerinde merkezî bir rol oynadığı görülmektedir. Analiz sonuçlarının sunduğu perspektif, Türkiye'nin bilgi yoğun, teknolojik olarak gelişmiş ve yüksek katma değerli ürünler üretebilme kapasitesini artırma çabaları sadece gelir artışıyla sınırlı kalmamaktadır. Bu durum söz konusu çabaların çevresel ve kurumsal yönetim standartlarındaki iyileşmelerle de eş zamanlı bir gelişim sergilediğini göstermektedir. Özellikle ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilirlik performansı arasında tespit edilen çift yönlü nedensellik ilişkisi, sanayi politikalarının sadece ekonomik büyüme odaklı değil, aynı zamanda ülkenin küresel ESG standartlarına uyum yeteneğini destekleyecek şekilde kurgulanması gerektiğini kanıtlamaktadır. Bu durum, katma değeri yüksek ve bilgi yoğun ürün üretme kapasitesinin gelişmesinin, daha temiz üretim teknolojilerini ve kurumsal şeffaflığı beraberinde getirdiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin üretim sepetini sofistike ürünlerle çeşitlendirmesi, sürdürülebilirlik performansını kendiliğinden tetikleyen ve bu iki olgunun birbirini güçlendirdiği bir pozitif geri besleme döngüsü yaratarak uzun vadeli kalkınma hedeflerine temel teşkil etmektedir.

Bu çok boyutlu nedensellik ağının politika tasarımındaki izdüşümü, Türkiye'nin orta-yüksek teknoloji odaklı büyüme stratejisinin sosyal ve çevresel hedeflerle ne derece entegre olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Karmaşıklık görünüm endeksi, ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik parametreleri arasındaki ilişki; uzun vadeli kalkınma fırsatlarının yalnızca niceliksel büyüme paradigmalarıyla sınırlı kalmayıp, niteliksel bağlamda karmaşıklık odaklı sektörel dönüşümler vasıtasıyla elde edilebileceğine dair ampirik bir bakış açısı sunmaktadır. Sürdürülebilirlik performansından ekonomik büyümeye doğru doğrudan bir nedensellik ilişkisinin henüz tam anlamıyla olgunlaşmamış olması, yeşil dönüşüm yatırımlarının ekonomik büyümeyi yavaşlatmadığını ancak bu yatırımların büyümenin ana motoru haline gelmesi için daha güçlü teşvik mekanizmalarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, politika yapıcıların AR-GE teşviklerini, yeşil finansman araçlarını ve beşerî sermaye yatırımlarını ekonomik karmaşıklık artıracak şekilde senkronize etmeleri önemlidir. Üretim süreçlerinde teknolojik derinliği artırmaya yönelik politikaların uygulanmasının, yalnızca makroekonomik refahı iyileştirmekle kalmayıp, Türkiye'nin küresel ekonomideki rekabetçi ve sürdürülebilir yapısını da güçlendirmesi beklenmektedir.

Toda-Yamamoto nedensellik analizinin bulguları, Türkiye'nin 2000-2023 dönemini kapsamakta ve sürdürülebilirlik performansı, ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyüme göstergeleri arasında çok yönlü bir nedensellik yapısının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Değişkenler bazında bulgular, ekonomik karmaşıklık düzeyi, ekonomik büyüme ve karmaşıklık görünümünün sürdürülebilirlik performansının belirleyicileri arasında yer aldığını göstermektedir. Benzer şekilde, sürdürülebilirlik performansı ve ekonomik büyümenin de ekonomik karmaşıklık düzeyini etkilediği, ekonomik karmaşıklık düzeyi ile karmaşıklık görünümünün ise ekonomik büyümenin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Bulgular ayrıca sürdürülebilirlik performansı, ekonomik karmaşıklık düzeyi ve ekonomik büyümenin karmaşıklık görünümünü etkilediğini göstermektedir.

Nedensellik ilişkilerinin yönü incelendiğinde, ekonomik karmaşıklık ile sürdürülebilirlik performansı, karmaşıklık görünümü ile sürdürülebilirlik performansı, karmaşıklık görünümü ile ekonomik büyüme ve ekonomik büyüme ile ekonomik karmaşıklık arasında çift yönlü nedensellik ilişkileri belirlenmiştir. Bu sonuçlar, üretim yapısının niteliği, sürdürülebilirlik performansı ve ekonomik büyüme göstergeleri arasındaki karşılıklı etkileşimlerin varlığına işaret etmektedir. Tek yönlü nedensellik ilişkileri değerlendirildiğinde, ekonomik büyümeden sürdürülebilirlik performansına ve ekonomik karmaşıklık düzeyinden karmaşıklık görünümüne doğru tek yönlü nedensellik ilişkilerinin bulunduğu görülmektedir. Buna karşılık karmaşıklık görünümünden ekonomik karmaşıklığa ve sürdürülebilirlik performansından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin bulunmaması, değişkenler arasındaki nedensellik yapısının tüm yönlerde geçerli olmadığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Abedi, M., Montazer Hojat, A. H., Andayesh, Y., & Shahmoradi, B. (2025). Economic complexity and environmental performance: A global systematic review emphasizing institutional quality. *Environment and Water Engineering*, 11(3), 387–402. <https://doi.org/10.22034/ewe.2025.525883.2023>
- Angelidis, T., Michairinas, A. & Sakkas, A. (2024). World ESG performance and economic activity. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 93, 101996. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2024.101996>
- Bayar, İ. (2022). Ekonomik Karmaşıklık İndeksi ve Ekonomik Büyüme: CIVETS Ülkelerinden Ampirik Kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (36), 237-251.
- Bezerra, R. R. R., Martins, V. W. B., & Macedo, A. N. (2024). Validation of challenges for implementing ESG in the construction industry considering the context of an emerging economy country. *Applied Sciences*, 14(14), 6024.

- Can, M. & Gözgör, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: Evidence from France. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16364-16370. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9219-7>
- Cek, K. & Kalmaz, D. B. (2025). Innovation, governance, inclusion: ESG pillars powering economic growth. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 14(1), 139. <https://doi.org/10.1186/s13731-025-00606-5>
- Comes, C. A. & Onet, P. (2025). The Impact of ESG Performance on Economic Growth: Global and Regional Cases. *Acta Marisiensis. Series Oeconomica*, 1, 35-50.
- Çağlayan, E., & Saçaklı, İ. (2006). Satın Alma Gücü Paritesinin Geçerliliğinin Sıfır Frekansta Spektrum Tahmincisine Dayanan Birim Kök Testleri ile İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 121-137.
- Çil Yavuz, N. (2006). Türkiye’de Turizm Gelirlerinin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Testi: Yapısal Kırılma ve Nedensellik Analizi, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(2): 162-171.
- Diaye, M.-A., Ho, S.-H., & Oueghlissi, R. (2022). ESG performance and economic growth: A panel co-integration analysis. *Empirica*, 49(1), 99–122. <https://doi.org/10.1007/s10663-021-09508-7>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Enders, W. (2004). Applied econometric time series, by walter. *Technometrics*, 46(2), 264.
- Gidage, M., & Bhide, S. (2025). ESG and economic growth: Catalysts for achieving sustainable development goals in developing economies. *Sustainable Development*, 33(2), 2060-2077.
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods, *Econometrica*, 37(3): 424-438.
- Gujarati, D. N. (2015). *Econometrics by Example* (2nd ed.). United Kingdom, London:
- Ha, L. T. (2023). Is economic complexity an enabler of environmental innovation? Evidence from European countries. *Management of Environmental Quality*, 34(2), 331–350. <https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2022-0244>
- Hausmann, R., Hidalgo, A. C., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A. & Yıldırım, A. M. (2013). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. London: The MIT Press.
- Hausmann, R. Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., & Simoes, A. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Mit Press.
- Hidalgo, C. A. & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Koch, P. (2021). Economic complexity and growth: Can value-added exports better explain the link?. *Economics Letters*, 198, 109682.
- Li, T. T., Wang, K., Sueyoshi, T., & Wang, D. D. (2021). ESG: Research progress and future prospects. *Sustainability*, 13(21), 11663.
- Lu, Z., & Sander, M. (2026). Green Strategies and Firm Performance in the SAGE-G20 Economies: ESG Disclosure, Circular Economy, and Regulatory Strength. *Business Strategy and the Environment*.
- Mariani, M. S., Vidmer, A., Medo, M., & Zhang, Y. C. (2015). Measuring economic complexity of countries and products: which metric to use? *The European Physical Journal B*, 88(11), 293.
- Meçik, O., & Koyuncu, T. (2020). Türkiye’de göç ve ekonomik büyüme ilişkisi: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 2618-2635.
- Mohd Daud, S. N., Ghazali, N. S. & Mohammad Ismail, N. H. (2024). ESG, innovation, and economic growth: An empirical evidence. *Studies in Economics and Finance*, 41(4), 845–870. <https://doi.org/10.1108/SEF-11-2023-0692>
- Moreno-Casas, V., & Bagus, P. (2022). Dynamic efficiency and economic complexity. *Economic Affairs*, 42(1), 115-134.
- Neagu, O. (2021). Economic complexity: a new challenge for the environment. *Earth*, 2(4), 1059-1076.
- Phillips, P. C., ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Romero, J. P., & Gramkow, C. (2021). Economic complexity and greenhouse gas emissions. *World Development*, 139, 105317. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105317>
- Simoes, A. J. G., & Hidalgo, C. A. (2011). The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. *Scalable integration of analytics and visualization*, 11(7).
- Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017). The relationship between growth and economic complexity: evidence from Southeastern and Central Europe.
- Stojkoski, V., Utkovski, Z., & Kocarev, L. (2016). The impact of services on economic complexity: Service sophistication as route for economic growth. *PloS one*, 11(8), e0161633.
- Tarmuji, I., Maelah, R., & Tarmuji, N. H. (2016). The impact of environmental, social and governance practices (ESG) on economic performance: Evidence from ESG score. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 7(3), 67.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Wang, J., Yu, J., & Zhong, R. (2023). Country environmental, social and governance performance and economic growth: *The international evidence*. *Accounting & Finance*, 63(4), 3911-3941.

- Yıldız, G., & Yıldız, B. (2019). Ekonomik Karmaşıklık ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Bootstrap Granger Nedensellik Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(2), 329-340.
- Zhu, S., & Li, R. (2017). Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data. *Applied Economics*, 49(38), 3815-3828.
- Zhu, Y. (2025). ESG performances and economic growth. *Highlights in Business, Economics and Management*, 57, 153–159.