

Kamu Harcamalarının Ekonomik Karmaşıklık Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz*

Mustafa Hakan ŞİMŞEK¹
Bünyamin DEMİRGİL²

Öz

Klasik karşılaştırmalı üstünlük teorileri, yalnızca üretim faktörlerine dayalı açıklamalarla, İsviçre'nin saat endüstrisindeki veya Belçika'nın çikolata sektöründeki rekabetçi başarısını yeterince izah edememekte; dolayısıyla ülkeler arasındaki görece gelir farklılıklarını açıklamada sınırlı kalmaktadır. Bu teorik eksiklikleri gidermek amacıyla geliştirilen ekonomik karmaşıklık teorisi, ülkelerin ihracat kompozisyonundaki ürün çeşitliliğini ve bu ürünlerin bilgi ile teknoloji yoğunluğunu dikkate alarak, ekonomik yapının hem derinliğini hem de çeşitliliğini ölçmeyi hedeflemektedir. Özellikle ekonomik karmaşıklığın arttığı bir yapısal dönüşüm sürecinde, bilgi ve beceri yoğun sektörler için kamu yatırımları, kalkınma stratejilerinin etkinliği açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Bu çalışma, kamu harcamalarının ekonomik karmaşıklık üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla 2000–2020 dönemine ait panel veri seti kullanılarak, gelişmekte olan 23 ülke örneği üzerinden yürütülmüştür. Literatürdeki çalışmaların büyük bölümü ekonomik karmaşıklık teorisinin çerçevesi ve hesaplama yöntemlerine odaklanmış, bazıları ise karmaşıklık göstergeleri ile ekonomik ve sosyal değişkenler arasındaki ilişkileri farklı örneklem ve dönemler üzerinden incelemiştir. Ancak ekonomik karmaşıklık ile kamu harcamaları arasındaki ilişkiyi, özellikle gelişmekte olan ülkeler bağlamında doğrudan ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışma, bu yönüyle literatüre önemli bir katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Ampirik analiz sürecinde, panel veri yapısının temel özellikleri yatay kesit bağımlılığı ve katsayı homojenliği testleriyle değerlendirilmiştir. Serilerin durağanlık yapısı CADF ikinci nesil birim kök testi ile analiz edilmiştir. Uzun dönemli ilişkiler Westerlund (2008) eşbütünleşme testi aracılığıyla ortaya konmuş, eşbütünleşme katsayıları ise CCE-MG yöntemiyle tahmin edilmiştir. Nedensellik ilişkileri ise Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testiyle incelenmiştir. Bulgular, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen gelir düzeyi, kamu eğitim harcamaları ve dışa açıklık oranının ekonomik karmaşıklık düzeyini anlamlı biçimde belirleyen temel faktörler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ekonomik karmaşıklık, kamu harcamaları, gelişmekte olan ülkeler, panel veri analizi.

The Impact of Public Expenditures on Economic Complexity: An Empirical Analysis on Developing Countries

Abstract

Classical theories of comparative advantage, relying solely on production factors, fail to adequately explain Switzerland's competitive success in the watch industry or Belgium's in the chocolate sector, and thus remain limited in accounting for relative income differences across countries. To address these theoretical shortcomings, the economic complexity theory was developed, aiming to measure both the depth and diversity of economic structures by considering the variety of products in a country's export composition and the knowledge and technology intensity of these products. In particular, during a structural transformation process characterized by increasing economic complexity, public investments in knowledge- and skill-intensive sectors play a critical role in the effectiveness of development strategies. This study investigates the effects of public expenditures on economic complexity using a panel dataset covering the period 2000–2020, based on a sample of 23 developing countries. The majority of studies in the literature have focused on the framework and calculation methods of economic complexity theory, while some have examined the relationship between complexity indicators and economic or social variables across different samples and periods. However, no study has directly addressed the relationship between economic complexity and public expenditures, particularly in the context of developing countries. The study, in this respect, holds significant potential to contribute to the literature. In the empirical analysis, the fundamental characteristics of the panel data structure were assessed through cross-sectional dependence and coefficient homogeneity tests. The stationarity of the series was analyzed using the CADF second-generation unit root test. Long-term relationships were identified through the Westerlund (2008) cointegration test, and cointegration coefficients were estimated using the CCE-MG method. Finally, causal relationships were examined using the Dumitrescu-Hurlin (2012) panel causality test. The findings indicate that per capita income levels, public education expenditures, and openness ratios are the key factors significantly determining the level of economic complexity in developing countries.

Keywords: economic complexity, public expenditures, developing countries, panel data analysis.

* Bu makale, Mustafa Hakan Şimşek tarafından hazırlanan "Kamu Harcamalarının Ekonomik Karmaşıklık Üzerindeki Etkisinin Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Göre İncelenmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Programı, hakansimsek@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3488-0902.

² Doç. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, bdemirgil@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1150-0225.

Bu makaleye atıfta bulunmak için: Şimşek, M. H. ve Demirgil, B. (2026). Kamu Harcamalarının Ekonomik Karmaşıklık Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Ampirik Bir Analiz. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 225-250.

<https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1835848>

To cite this article: Şimşek, M. H. ve Demirgil, B. (2026). The Impact of Public Expenditures on Economic Complexity: An Empirical Analysis on Developing Countries. *Ankara Hacı Bayram Veli University Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 28 (1), 225-250.

<https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1835848>

Giriş

Bazı ülkelerin yüksek refah seviyelerine ulaşırken diğerlerinin yoksullukla mücadele etmesi, ekonomi disiplininin en temel sorularından biridir. Düşük gelirli ülkelerin kalkınma sürecine dâhil olamaması ve gelir eşitsizliğini azaltmakta zorlanması, akademik çalışmaların merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda kamu harcamaları, devletin ekonomik istikrarı sağlama, toplumsal ihtiyaçlara yanıt verme ve sürdürülebilir kalkınmayı destekleme görevlerinde kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın başlarından itibaren gözlenen harcama artışı; nüfus yapısındaki değişim, kentleşme süreci ve altyapı yatırımlarının gerekliliğiyle daha da hız kazanmıştır. Ancak kamu sektörünün bu genişleyen rolü, kaynakların yeterince verimli alanlara yönlendirilememesi durumunda, uzun vadede ekonomik etkinliği azaltabilmekte ve ülkenin rekabet gücünü zayıflatabilmektedir. Bu nedenle, kamu harcamalarının stratejik biçimde planlanması ve üretkenliği artıracak alanlara yönlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma açısından kritik önem taşımaktadır.

Bu tür bir yönlendirme, ekonomik yapının basit ve düşük katma değerli üretimden, daha karmaşık yapıya sahip ve yüksek katma değer yaratan üretim biçimlerine evrilmesine olanak sağlamaktadır. Üretim yapısını daha yüksek katma değerli sektörlere kaydırabilen ülkeler, kalkınma amaçlarına ulaşma konusunda daha etkili sonuçlar elde etmektedir (Fortunato ve Razo, 2014: 267). Bu bağlamda ekonomik karmaşıklık, bir ülkenin üretim yapısının gelişmişlik düzeyini yansıtan ve uzun vadeli büyüme kapasitesini öngörmeye yardımcı olan analitik bir göstergedir (Felipe vd., 2012: 37). Ekonomik karmaşıklık, ihraç edilen ürünlerin içerdiği bilgi yoğunluğunu temel alarak, ekonominin bilgi altyapısını değerlendirme ve yapısal dönüşüm süreçlerini analiz etme açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Ekonomik karmaşıklık teorisi, ülkelerin üretken kapasitelerini dönüştürerek daha sofistike ve çeşitli üretim yapıları geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Zira ülkelerin ihracat gelirlerinin uzun vadeli düzeyi, yalnızca ne ürettikleriyle değil, aynı zamanda ürettikleri malların çeşitliliği ve teknolojik gelişmişlik düzeyiyle, yani ürünlerin karmaşıklık derecesiyle yakından ilişkilidir (Hidalgo, 2009: 2).

Ekonomik karmaşıklığın stratejik önemi, 2000'li yılların başlarından itibaren bu alandaki kuramsal çerçeveye dayalı çalışmaların artmasına yol açmış; özellikle son dönemde, ekonomik kalkınma ve üretim yapısındaki dönüşümlerin analizinde temel bir kavramsal araç olarak öne çıkmıştır. Literatürdeki araştırmaların büyük bölümü, ekonomik karmaşıklık teorisinin kuramsal temelleri ve hesaplama yöntemleri üzerinde yoğunlaşmakta; bunun yanı sıra bazı çalışmalar, karmaşıklık göstergeleri ile çeşitli ekonomik ve sosyal değişkenler arasındaki ilişkileri farklı örneklem yapıları, ülke grupları ve dönemsel kapsamlar üzerinden incelemektedir. Bu nedenle, mevcut literatürün

ekonomik karmaşıklık ile büyüme ve gelir dağılımı gibi makroekonomik değişkenler üzerine yoğunlaştığı; ekonomik karmaşıklık ile kamu harcama türleri arasındaki ilişkinin ise zayıf kaldığı görülmektedir. Farklı kamu harcama türlerinin ekonomik karmaşıklık üzerindeki etkilerini ele alması ve bunu 23 farklı ülke örneklemini üzerinden, ulaşılabilen en güncel verilerle gerçekleştirmesi bakımından, çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı ifade edilebilir.

Bu çalışma, gelişmekte olan ülkelerde kamu harcamalarının ekonomik karmaşıklık üzerindeki etkilerini 2000–2020 dönemi verileri çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, kamu harcama türlerinden olan eğitim, sağlık ve askeri harcamalarının ekonomik karmaşıklık düzeyine olan katkıları analiz edilerek, kalkınma sürecinde stratejik öneme sahip harcama bileşenlerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Araştırma süreci, öncelikle teorik çerçevenin ve ilgili literatürün sistematik biçimde sunulmasıyla başlayacak; ardından, seçilen ülkeler için gerçekleştirilen ampirik analiz bulgularına yer verilecektir. Çalışmanın son bölümünde ise genel bir değerlendirme yapılacak, elde edilen bulgular doğrultusunda politika önerileri geliştirilecek ve gelecekteki araştırmalara yönelik yönlendirici çıkarımlar sunulacaktır.

1. Teorik Çerçeve

1.1. Kamu Harcamalarına Teorik Bir Bakış

Devlet kurumunun M.Ö. 4000’li yıllarda tarih sahnesine çıkışıyla birlikte, toplumun ortak ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kaynak tahsisi temel işlevlerden biri olmuştur. Zamanla kurumsallaşan bu işlev, kamu otoritesinin çeşitli hizmet alanlarında gerçekleştirdiği harcamalarla somutlaşmış ve literatürde kamu harcamaları olarak tanımlanmıştır (Karaş, 2022: 32). Eğitim, sağlık, sosyal güvenlik ve altyapı gibi alanlarda giderek çeşitlenen harcamalar, devletin ekonomik ve hukuki sistemdeki konumunu pekiştirmiştir. Bu dönüşüm, kamu harcamalarının hacmini doğrudan etkilemiş; 1930’lara dek Gayri Safi Yurtiçi Hasıla’nın (GSYH) yaklaşık %10’u düzeyinde seyreden kamu harcamaları, 1930 sonrasında belirgin biçimde artarak bazı ülkelerde %50’yi aşmıştır (Nadaroğlu, 1992: 140-141; Pehlivan, 2021: 7).

1960’lı yıllardan itibaren ise sektörel kompozisyonda dikkat çekici bir değişim yaşanmış; savunma önceliği yerini eğitim ve sağlık gibi beşeri sermayeyi güçlendiren alanlara bırakmıştır. Bu paradigmatik dönüşüm, kamu harcamalarının genel düzeyinde artışa yol açarken, 1980 sonrası dönemde liberal politikaların etkisiyle nispi bir azalma görülmüş, ancak harcamaların GSYH içindeki payı günümüze dek artış göstermiştir (Holcombe, 2006: 15-16). Kuramsal açıdan ise kamu harcamaları, piyasa mekanizmasının etkinlik sağlayamadığı alanlara müdahale ve toplumsal eşitliği tesis etme amacıyla temellendirilmiştir. Bu bağlamda, kamu harcamaları gelir dağılımında adaletin

sağlanması, sürdürülebilir kalkınmanın teşviki ve makroekonomik istikrarın korunması gibi maliye politikalarının merkezinde yer almıştır (Uluatam, 1999: 220).

Ekonomik büyüme üzerindeki etkileri ise farklı teorik yaklaşımlar çerçevesinde tartışılmıştır. Wagner yaklaşımı büyümenin kamu harcamalarını artıran içsel bir süreç olduğunu savunurken, Keynesyen görüş kamu harcamalarını büyümeyi teşvik eden dışsal bir politika aracı olarak değerlendirmektedir (Gül ve Yavuz, 2011: 72; Nadaroğlu, 1992: 140-145). Her iki perspektifte de kamu harcamaları, kalkınma sürecinde devletin en etkili maliye politikası araçlarından biri olarak kabul edilmektedir (Orhaner, 2007: 120). Özellikle eğitim ve sağlık gibi beşeri sermayeyi güçlendiren harcamalar ile üretim sürecini destekleyen transferler, bilgi ve teknoloji üretimini teşvik ederek yenilikçi faaliyetleri yaygınlaştırmakta; iş gücünün niteliksel dönüşümünü destekleyerek toplam faktör verimliliğini artırmaktadır. Bu süreç, üretim kapasitesini genişletmekte ve sektörel çeşitliliği artırarak ekonomik büyümeyi hızlandırmaktadır. Dolayısıyla gelişmekte olan ülkeler için kamu kaynaklarının stratejik alanlara yönlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde ve ekonomik karmaşıklık endeksinde üst sıralara yükselmeye kritik bir politika aracı niteliği taşımaktadır.

1.2. Ekonomik Karmaşıklığın Kavramsal Çerçevesi

20. yüzyıl iktisat kuramlarında, bir ülkenin üretkenlik düzeyi genellikle ne tür ürünler ürettiğinden ziyade, bu üretimden elde ettiği gelir miktarı üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak son yıllarda ağ teorisi ile kalkınma iktisadını bir araya getiren ampirik çalışmalar, sürdürülebilir kalkınmanın temel belirleyicisinin üretim hacminden çok, üretilen mal ve hizmetlerin niteliği, çeşitliliği ve özellikle karmaşıklık düzeyi olduğunu ortaya koymaktadır (Rodrik, 2006: 4; Hidalgo, 2009: 2). Günümüzde ekonomik kalkınmanın temel dinamiklerinden biri, ülkelerin üretim yapılarını düşük verimlilik ve düşük katma değer sunan sektörlerden, daha karmaşık ve teknoloji yoğun alanlara yönlendirme becerileridir. Bu dönüşüm süreci, literatürde yapısal dönüşüm olarak tanımlanmakta olup, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma açısından stratejik bir öneme sahiptir (Hausmann ve Klinger, 2006: 1). Yapısal dönüşümün ölçümünde son dönemde yaygın biçimde kullanılan göstergelerden biri olan ekonomik karmaşıklık, sayısal olarak Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (Economic Complexity Index-ECI) ile ifade edilmektedir (Can, 2016: 21-23). ECI, bir ülkenin üretim ve ihracat faaliyetlerinin bilgi ve beceri yoğunluğunu yansıtan bir gösterge niteliğindedir. Endeks, üretim süreçlerinin sofistikaşyon düzeyi ve ürün çeşitliliği üzerinden ekonominin teknolojik kapasitesini ortaya koymakta; bu sayede, ülkenin bilgi altyapısı ve uzun vadeli büyüme potansiyeli hakkında öngörülerde bulunmaktadır (Sepehrdoust vd, 2019: 1).

Ekonomik karmaşıklık kavramı, ilk kez 2006 yılında Hausmann ve Klinger tarafından geliştirilen ürün uzayı (product space) yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır. Bu yaklaşım, üretim yapısındaki çeşitliliğin ekonomik kalkınma üzerindeki etkilerini analiz etmeye yönelik teorik bir zemin oluşturmuştur. Ardından, Hidalgo ve Hausmann'ın 2009 tarihli çalışmasıyla bu çerçeve daha da derinleştirilmiş; ekonomik büyümenin yalnızca üretim hacmiyle sınırlı olmadığı, aynı zamanda üretilen ürünlerin çeşitliliği ve bilgi yoğunluğu gibi niteliksel unsurlara da dayandığı vurgulanmıştır (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 10575).

Ekonomik karmaşıklık, bir ülkenin ihracat sepetinde yer alan ürünlerin nadirliği ve çeşitliliği temelinde değerlendirilmekte olup, bilgi yoğun ve sofistike malların üretimi bu karmaşıklığın varlığına işaret etmektedir (Gala vd., 2018: 226). Bu kavram, yalnızca mevcut bilgi birikiminin çeşitliliğini değil, aynı zamanda farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerilerin bütünleşik biçimde uygulanmasını ifade etmektedir. Tasarım, teknoloji, finans ve yönetim gibi alanlarda uzmanlaşmış bireylerin organize iş birlikleri, yüksek düzeyde karmaşık üretim yapılarının oluşmasını mümkün kılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik karmaşıklık, üretken çıktının ardındaki bilgi seti ile bu seti bir araya getiren kurumsal yapıların toplamını yansıtmaktadır (Hausmann vd., 2014: 18). Bu çerçevede, ekonomik karmaşıklık kavramı; bir ülkenin ihraç ürünlerin miktarından ziyade, bu ürünlerin içerdiği bilgi düzeyi, üretim teknolojisinin sofistikasyonu ve dünya genelindeki yaygınlığı gibi niteliksel özelliklere odaklanmaktadır. Dolayısıyla, ülkelerin ihracat performansını değerlendirirken “ne kadar” değil, “neyi” ihraç ettikleri esas alınmaktadır.

Bu yaklaşım doğrultusunda, yapılan çalışmalarda yüksek gelirli ekonomilerin, düşük ve orta gelirli ülkelere kıyasla daha yüksek düzeyde ekonomik karmaşıklığa sahip oldukları ortaya konulmuştur (Zhu ve Li, 2017: 3815). Doğal kaynak ihracatına dayalı ekonomiler (örneğin Venezuela ve Nijerya) bilgi yoğun ve karmaşık ürünler ihraç eden ülkelerle (örneğin Güney Kore ve Tayvan gibi) kıyaslandığında daha düşük gelir performansı sergilemiştir (Hidalgo, 2009: 2). Tek ürün odaklı üretim yapıları, ticaret dengesizlikleri, makroekonomik dalgalanmalar, Hollanda hastalığı ve kurumsal kırılmalıklar gibi riskleri artırmakta; bu da ekonomik istikrarı tehdit etmektedir (Ferraz vd., 2018: 840). Bu doğrultuda, ekonomik karmaşıklık düzeyi yüksek olan ülkelerin hem geniş kapsamlı bir ürün çeşitliliğine sahip oldukları hem de nadir ve bilgi yoğun malları üretme kapasitesi taşıdıkları öngörülmektedir (Balsalobre vd., 2017: 2).

Karmaşıklık teorisi, üretim yapılarının oluşumunda farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerilerin kurumsal düzeyde bütünleştirilmesini gerekli kılmaktadır (Hausmann vd., 2014: 17). Bu bağlamda, ekonomik karmaşıklık düzeyinin kişi başına düşen gelirle anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu ve ülkelerin gelecekteki ihracat kompozisyonlarının sofistikasyon düzeyini öngörebilme kapasitesine

sahip olduğu ileri sürülmektedir. Teoriye göre ekonomik karmaşıklık, bir ülkenin üretim sisteminde yer alan bilgi birikimini yansıtan yapısal bir göstergedir. Bu göstergenin kişi başına düşen gelir ile güçlü bir ilişki içerisinde olduğu ileri sürülmektedir (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 10570). Bu bakış açısıyla, Hausmann öncülüğündeki bilim insanları 2011 yılında Harvard Uluslararası Kalkınma Merkezi ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Medya Laboratuvarı iş birliğiyle hazırlanan Ekonomik Karmaşıklık Atlası, 128 ülkenin üretim kapasitesini analiz ederek, kalkınma stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir referans noktası sunmuştur. Söz konusu çalışmada, üretim sürecinin çok boyutlu yapısı ve bu yapının ülke yetenek havuzunu nasıl şekillendirdiği detaylı biçimde ele alınmıştır (Hausmann vd., 2014: 4).

Tablo 1. ECI'ye Göre 2023 Yılında En Karmaşık İlk ve Son 10 Ülke

Sıra	Ülke	ECI	Sıra	Ülke	ECI
1	Japonya	2.19	123	Mozambik	-1.37
2	Çin	2.19	124	Nijer	-1.41
3	İsviçre	2.03	125	Sudan	-1.42
4	Güney Kore	1.88	126	Burkina Faso	-1.56
5	Almanya	1.78	127	Mali	-1.65
6	Avusturya	1.63	128	Nijerya	-1.72
7	Slovenya	1.61	129	Kongo Cumhuriyeti	-1.94
8	İsveç	1.60	130	Gine	-2.07
9	Çek Cumhuriyeti	1.53	131	Demokratik Kongo Cumhuriyeti	-2.25
10	Singapur	1.53	132	Çad	-2.53

Kaynak: OECa, 2025.

Tablo 1, en yüksek ECI değerine sahip ülkelerin ileri teknoloji yoğunluğu, çeşitlendirilmiş ihracat yapısı ve güçlü bilgi birikimleriyle öne çıktığını göstermektedir. Japonya ile Çin'in aynı değeri paylaşması, Asya'nın küresel üretim ve teknoloji merkezi konumunu pekiştirirken; İsviçre, Almanya, Avusturya, Slovenya, Çekya ve İsveç gibi Avrupa ülkeleri sofistike sanayi ve inovasyon kapasiteleriyle güçlü bir blok oluşturmaktadır. Buna karşılık, en düşük ECI değerine sahip Afrika ülkeleri dar ve hammaddeye dayalı ihracat yapıları nedeniyle düşük teknolojiye bağımlı olup sınırlı ekonomik çeşitlilik sergilemektedir. Bu bağlamda yüksek ECI, uzun vadeli sürdürülebilir büyüme ve refahın temel belirleyicisi olarak öne çıkmaktadır.

Bir ülkenin ihraç ettiği ürünlerin niteliğini ve çeşitliliğini analiz etmek amacıyla, MIT tarafından geliştirilen ECI, yalnızca ülke bazında değil, aynı zamanda ürün düzeyinde de değerlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Ürün bazındaki ölçüm ise Ürün Karmaşıklık Endeksi (Product Complexity Index-PCI) olarak adlandırılmaktadır. ECI ve PCI, ilgili ülke ya da ürünün üretim

sürecinde barındırdığı bilgi yoğunluğunu ve teknolojik derinliği yansıtmaktadır (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 10570).

Tablo 2. PCI'ye Göre 2023 Yılında En Karmaşık İlk ve Son 10 Ürün

Sıra	Ürün	PCI	Sıra	Ürün	PCI
1	Geliştirilmiş açık fotoğrafik malzeme	2.47	1035	Hindistan cevizi, Brezilya fıstığı ve kaju fıstığı	-2,50
2	Fotoğrafik kimyasallar	2.36	1036	Böcek reçineleri	-2.54
3	Metal işleme transfer makineleri	2.03	1037	Niyobyum, tantal, vanadyum ve zirkonyum cevheri	-2.59
4	Yapay tekstil makineleri	2.01	1038	Alüminyum cevheri	-2.63
5	Değerli metal bileşikler	1.97	1039	Ham pamuk	-2.65
6	Fotoğraf laboratuvarı ekipmanları	1.90	1040	Diğer cevherler	-2.71
7	Haddeleme makineleri	1.89	1041	Uranyum ve toryum cevheri	-2.75
8	Bireysel fonksiyonlara sahip makineler	1.82	1042	Manganez cevheri	-2.76
9	Değiştirilebilir alet parçaları	1.75	1043	Kalay cevheri	-2.78
10	Optik olmayan mikroskoplar	1.72	1044	Kakao çekirdekleri	-3.12

Kaynak: OECB, 2025.

Tablo 2, en yüksek ve en düşük karmaşıklığa sahip ürünleri ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sofistike kimyasallar ve makineler gibi ileri beceri gerektiren sektörlerde üretilen mallar en karmaşık ürünler arasında yer alırken, ham mineraller ve basit tarım ürünleri en düşük karmaşıklığa sahip ürünler olarak öne çıkmaktadır. Bir ülkenin ekonomik karmaşıklık düzeyi, ihraç ettiği ürünlerin niteliğiyle doğrudan bağlantılıdır. Dolayısıyla ülkelerin ECI puanlarını artırabilmeleri, ancak daha karmaşık sanayi dallarında rekabet gücü kazanmalarıyla mümkün olmaktadır (Hausmann vd., 2014: 25).

1.3. Ekonomik Karmaşıklığın Ölçümü

ECI, bir ülkenin ihraç ettiği ürünlerin hem çeşitliliğini hem de bu ürünlerin kaç farklı ülke tarafından üretilebildiğini dikkate alarak hesaplanmaktadır. Hausmann vd.'nin geliştirdiği metodoloji, üretim yapısının ardındaki bilgi birikimini dolaylı olarak ölçmeyi hedeflemektedir (Hausmann vd., 2014: 24). ECI hesaplamasında temel alınan iki kavram şunlardır:

$$\text{Çeşitlilik (Diversity): } k_{c,0} = \sum_p M_{cp} \quad (1)$$

$$\text{Yaygınlık (Ubiquity): } k_{p,0} = \sum_c M_{cp} \quad (2)$$

Çeşitlilik bir ülkenin ihraç ettiği farklı ürün sayısını, yaygınlık ise bir ürünün kaç farklı ülke tarafından ihraç edilebildiğini ifade etmektedir. Bu iki değişken, ülke-ürün matrisine (M_{cp}) uygulanarak,

karşılıklı bağımlılık ilişkileri üzerinden karmaşıklık düzeyi belirlenmektedir (Albeaik vd., 2017: 3-4). Yüksek ECI değerine sahip ülkeler, hem çok sayıda ürün ihraç edebilmekte hem de bu ürünler, az sayıda ülke tarafından üretilebilen bilgi yoğun ürünler olmaktadır. Bu durum, söz konusu ülkelerin üretim altyapısının sofistike ve çeşitlendirilmiş olduğunu göstermektedir. Bu bilgiler ışığında:

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p M_{cp} \cdot k_{p,N-1} \quad (3)$$

$$k_{p,N} = \frac{1}{k_{p,0}} \sum_c M_{cp} \cdot k_{c,N-1} \quad (4)$$

$$k_{c,N} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p M_{cp} \frac{1}{k_{p,0}} \sum_{c'} M_{c'p} \cdot k_{c',N-2} \quad (5)$$

$$k_{c,N} = \sum_{c'} k_{c',N-2} \sum \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}} \quad (6)$$

$$k_{c,N} = \sum_{c'} \tilde{M}_{cc'} k_{c',N-2} \quad (7)$$

$$\tilde{M}_{cc'} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}} \quad (8)$$

Denklem (7), $k_{c,N} = k_{c,N-2} = 1$ 'nin özvektörünü ifade etmektedir. Ancak bu özvektörün değeri 1'e eşit olduğundan anlamlı bir bilgi sunmamaktadır. Bu nedenle, analizde ikinci en büyük özdeğere karşılık gelen özvektör dikkate alınmaktadır. Söz konusu özvektör, sistemdeki en yüksek varyans bileşenini temsil ettiğinden ekonomik karmaşıklık göstergesi olarak kullanılmaktadır. Buna göre, ECI'nin formülizasyonu şu şekilde ifade edilmektedir (Hausmann vd., 2014: 24):

$$ECI = \frac{\bar{K} - \langle \bar{K} \rangle}{stdsapma(\bar{K})} \quad (9)$$

ECI hesaplamasında kullanılan $\langle \bar{K} \rangle$ ortalamayı; \bar{K} , $\tilde{M}_{cc'}$ matrisinin matrisinin ikinci en büyük özdeğeriyle ilişkili özvektörünü temsil etmektedir. ECI değeri arttıkça, ülkenin ekonomik yapısının daha karmaşık ve yetkin olduğu kabul edilmektedir. Karmaşık ürünlerin üretimindeki rekabet gücü, ECI skorunu yükseltmede temel rol oynamaktadır.

ECI temel alınarak geliştirilen PCI, ekonomik sofistیکasyonu ürün düzeyinde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu endeksin formülasyonu, ülkeler arasındaki değil, ürünler arasındaki simetrik ilişkileri esas almakta, dolayısıyla PCI hesaplamalarında ülkelerin değil, doğrudan ürünlerin karmaşıklık düzeyleri dikkate alınmaktadır. PCI'nin hesaplanma yöntemi, aşağıda detaylandırılan matematiksel yaklaşımla açıklanmaktadır:

$$PCI = \frac{\bar{Y} - \langle \bar{Y} \rangle}{stdsapma(\bar{Y})} \quad (10)$$

Denklem (10)' da $\langle \bar{Y} \rangle$ ortalamayı, \bar{Y} de, $\tilde{M}_{cc'}$ matrisinin ikinci en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektörü ifade etmektedir. ECI ve PCI değerlerinin sıfırın üzerinde olması, ortalamanın üzerinde bir karmaşıklık düzeyini göstermektedir. Dolayısıyla ülkelerin bu endekslerdeki konumlarını

yükseltebilmeleri, daha az yaygın ve yüksek karmaşıklığa sahip endüstrilerde rekabet gücü elde etmelerine bağlıdır (Hidalgo, 2021: 8).

2. Literatür

Karmaşıklık kavramı, ülkeler arasındaki gelişmişlik farklılıklarını açıklamada önemli bir yaklaşım olarak literatürde geniş yer bulmuştur. 2000’li yıllardan itibaren hızla gelişen karmaşıklık teorisi üzerine yapılan çalışmalar, kimi zaman kavramın tanımlanması ve ölçüm yöntemlerine, kimi zaman ise ekonomik ve sosyal değişkenlerle ilişkilerine odaklanmıştır. Bu araştırmalar kapsam, dönem ve örneklem bakımından çeşitlilik gösterse de, ekonomik karmaşıklık ile kamu harcamaları arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu anlaşılmaktadır. Bu yönüyle mevcut çalışma, söz konusu ilişkiyi inceleyerek literatüre özgün bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Literatür özeti kapsamında öncelikle teorik çerçevenin temelini oluşturan çalışmalar ele alınmakta; devamında, literatürde yer alan kamu harcamaları ile ECI arasındaki etkileşimi doğrudan inceleyen çalışmaların değerlendirilmesiyle tamamlanmaktadır.

Tablo 3. Ekonomik Karmaşıklık Teorisine Yönelik Literatür Özeti

Yazar(lar)/ Çalışma Yılı	Ülke/ Çalışma Dönemi	Yöntemi	Bulguları
Hausmann ve Klinger (2006)	106 ülke 1985-2000	RCA	Ülkelerin ihracatlarını geliştirebilmeleri için en etkili yaklaşımın, yüksek karmaşıklık düzeyine sahip ve mevcut üretim yapısına yakın ürünlere yönelmek olduğu ifade edilmektedir.
Hidalgo ve Hausmann (2009)	110 ülke 1985-2005	MR	kc,18 ve kc,19’un ekonomik karmaşıklığın önemli göstergeleri olduğu ortaya konmuş; ayrıca ECI’nin ekonomik büyüme ile güçlü bir bağlantıya sahip olduğu ve geleceğe yönelik büyüme tahminlerinde kullanılacak bir potansiyel taşıdığı belirtilmiştir.
Simoos ve Hidalgo (2011)	Tüm ülkeler 1965-2000	RCA	Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük (Revealed Comparative Advantage-AKÜ, RCA) verilerinin ağaç haritaları, ürün uzayı ve yığılmış alan grafiklerinden yararlanılarak görselleştirilebileceği ifade edilmiştir.
Felipe vd. (2012)	124 ülke 2001-2007	Panel Regrasyon, RCA, MR	Düşük gelirli ülkeler, basit ve düşük karmaşıklığa sahip ürünlerin üretimine dayandıkları için dezavantajlı konumdadır. Bu durumun aşılabilmesi, kamu politikaları aracılığıyla

			sanayinin daha sofistike ve yüksek katma değerli ürünlere yönlendirilmesini gerektirmektedir.
Jarreau ve Poncet (2012)	Çin'in 30 ili 1997-2009	Panel sabit etkiler	Bölgelerin ekonomik büyüme hızları, üretimlerinde odaklandıkları mal çeşitliliğiyle ilişkilidir. Özellikle daha karmaşık ve teknolojik açıdan gelişmiş ürünlerde uzmanlaşan bölgelerin, ekonomik kalkınmalarını daha hızlı gerçekleştirdikleri gözlemlenmektedir.
Ourens (2013)	178 ülke 1995-2007	MR, Havuzlanmış OLS	Ekonomik karmaşıklık göstergeleri, ülkelerin gelir düzeyleriyle anlamlı bir ilişki sergilemekte olup, ekonomik büyüme süreçlerini tahmin etme konusunda önemli bir potansiyele sahiptir.
Zhu ve Fu (2013)	171 ülke 1992-2006	Sistem GMM	İhracatın karmaşıklık düzeyini etkileyen başlıca unsurlar arasında sermaye-emek dengesi, toplumun eğitim düzeyi, araştırma ve geliştirme yatırımları, doğrudan yabancı sermaye girişleri, ithalatın milli gelire oranı, kurumsal yapıların etkinliği ve nüfus yoğunluğu yer almaktadır.
Fortunato ve Razo (2014)	154 ülke 1996-2008	Panel OLS	Orta gelir düzeyindeki ülkelere yalnızca birkaçı, ekonomik karmaşıklık açısından en üst seviyelere ulaşabilmektedir. Öte yandan, ihracat yapısını çeşitlendiremeyen ve daha ileri üretim aşamalarına geçemeyen ülkeler, orta gelir tuzağına düşme tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır.
Can (2016)	Güney Kore 1970-2012	Maki (2012)	Küresel ekonomik entegrasyonun, ülkelerin üretim ve ihracat yapılarının çeşitlenmesine katkı sağlayarak ekonomik karmaşıklık düzeylerini artırdığı gözlemlenmektedir.
Balsalobre vd. (2017)	İspanya'nın 50 eyaleti 1995-2015	RCA, Rastgele etkili GLS	Kısa vadeli analizlerde Intra-ECI, kişi başına düşen GSYH tahminlerinde geleneksel ECI ile örtüşen sonuçlar sunarken; uzun vadeli projeksiyonlarda ise performans açısından daha düşük bir düzeyde kalmaktadır.
Gala vd. (2018)	147 ülke 1979-2011	Sistem GMM	İhracat yapılarında daha karmaşık ürünlere yönelen gelişmekte olan ülkeler, yüksek gelirli ekonomilerle aralarındaki gelir farkını kapatma konusunda daha güçlü bir potansiyele sahip olmaktadır.
Gao ve Zhou (2018)	Çin'in 31 bölgesi 1990-2015	RCA, OLS	ECI, ekonomik kalkınmayı teşvik etme ve gelir dağılımındaki eşitsizlikleri azaltma yönünde etkili

			olduğu; ayrıca doğrusal olmayan iteratif temelli Fitness endeksiyle birlikte değerlendirildiğinde, diğer göstergelere kıyasla daha yüksek bir açıklayıcılığa sahip olduğu belirtilmiştir.
Kurt (2019)	Güney Kore 1970-2015	Johansen eşbütünlüşme, VECM ve Granger nedensellik	Yükseköğretime yapılan eğitim yatırımları, ekonomik karmaşıklık düzeyini yükselterek sanayi üretiminin gelişmesine katkı sağlamaktadır.
Çolakoğlu (2021)	24 OECD ülkesi 1998-2018	Panel ARDL	Ortaöğretim ve yükseköğretime kayıt düzeylerinin ECI üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koyarken, diğer eğitim kademelerinin ise ECI ile negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sergilediğini göstermektedir.
Hidalgo (2021)	210 bölge ve Çin'in 221 bölgesi 1855-1900	Panel regresyon	Doğal kaynak ihracatı, eğitim düzeyi, ihracatın yoğunlaşma seviyesi, kurumsal yapı ve rekabet gücü gibi değişkenler kontrol altına alındığında, ECI ile uzun dönemli ekonomik büyüme arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
Hausmann vd. (2022)	119 ülke 1995-2016	OLS, RCA	Üretim desenlerine ilişkin verilerden elde edilen bulgular, politika yapıcıların potansiyel karşılaştırmalı avantajları öngörmelerine, sektörlerin performansını analiz etmelerine ve etkili politika stratejileri oluşturmalarına anlamlı katkılar sunmaktadır.
Leite ve Cardoso (2022)	97 ülke 1996-2015	TW-FE Panel veri	Ekonomik karmaşıklığı artıran faktörler arasında beşeri sermaye, teknoloji yatırımları, kişi başına gelir ve dış ticaretin açıklığı öne çıkarken; kamu harcamalarının bu alandaki etkisinin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmüştür.
Arı (2023)	6 Avrupa Birliği Ülkesi 2000-2015	Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi	Ekonomik karmaşıklık ile beşeri sermaye arasında çift yönlü nedensellik bulunmuş; eğitilmiş işgücünden ekonomik karmaşıklığa doğru ise tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Toplam kamu harcamalarından ekonomik karmaşıklığa doğru tek yönlü nedensellik görülmüştür.
Emeka vd. (2023)	34 Afrika ülkesi 2010-2021	Sistem GMM	Araştırmanın sonuçları, terörizmin ekonomik karmaşıklık üzerinde negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Bu

			olumsuz etkinin askeri harcamalarla telafi edilemediği, buna karşılık sanayileşme, kentleşme ve yönetim kalitesinin ekonomik karmaşıklıkta artışında belirleyici faktörler olduğu bulgulanmıştır.
Okombi ve Leбомoyi (2024)	47 ülke 2000-2020	Panel Sistem GMM	Ekonomik karmaşıklığın kapsayıcı yeşil büyümeyi desteklediği ve bu etkinin kamu eğitime yönelik harcamalarla daha da güçlendiği bulgulanmıştır. Ayrıca, söz konusu moderatör etkinin özellikle Asya, Orta Doğu ve Latin Amerika bölgelerinde daha belirgin olduğu ifade edilmektedir.
Şimşek vd. (2024)	Türkiye 1995-2019	ARDL Sınır Testi	Eğitim harcamaları, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyümenin ekonomik karmaşıklık üzerinde kısa ve uzun vadede olumlu etkiler yarattığı; buna karşılık dışa açıklık oranının ekonomik karmaşıklığı her iki dönemde de azalttığı görülmüştür.

Tablo 3'teki literatür özeti, ekonomik karmaşıklık göstergelerinin ülkelerin gelir düzeyleri ve uzun vadeli büyüme süreçleriyle güçlü bir ilişki sergilediğini ortaya koymaktadır. ECI'nin yalnızca ekonomik büyümeyi öngörme kapasitesi değil, aynı zamanda kalkınmayı teşvik etme ve gelir eşitsizliklerini azaltma işlevi de vurgulanmaktadır. Bu çerçevede düşük gelirli ülkelerin dezavantajlarını aşabilmeleri için kamu politikalarıyla üretim yapılarını daha sofistike ve yüksek katma değerli ürünlere yönlendirmeleri gerekmektedir. AKÜ verilerinin görselleştirme teknikleriyle analiz edilmesi, politika yapıcıların karşılaştırmalı avantajları belirlemelerine ve etkin stratejiler geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bulgular, teknolojik ve sofistike ürünlerde uzmanlaşan bölgelerin daha hızlı büyüdüğünü; ihracatın karmaşıklığının sermaye-emek oranı, eğitim düzeyi, Ar-Ge harcamaları, yabancı yatırımlar, ithalat oranı, kurumsal kalite ve nüfus yoğunluğu gibi faktörlerle şekillendiğini göstermektedir. Literatürde kamu harcamaları ile ekonomik karmaşıklık arasındaki ilişkiyi inceleyen sınırlı sayıda çalışma, bu iki değişken arasında güçlü bir etkileşimin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, toplam kamu harcamalarından ekonomik karmaşıklığa doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi görülmektedir. Öte yandan, özellikle eğitim alanına yönelik harcamaların ekonomik karmaşıklığı artırdığı ve bu etkinin kapsayıcı yeşil büyüme sürecini desteklediği belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu olumlu etkinin Asya, Orta Doğu ve Latin Amerika bölgelerinde daha belirgin biçimde gözlemlendiği ifade edilmektedir.

3. Yöntem

Mevcut ampirik literatür incelendiğinde, ekonomik karmaşıklık ile kamu harcamaları arasındaki ilişkiye yönelik çalışmaların görece daha sınırlı olduğu; araştırmaların çoğunlukla ekonomik büyüme ve gelir dağılımı eşitsizliği gibi makroekonomik değişkenlere odaklandığı görülmektedir. Bu doğrultuda, çalışmanın ele aldığı dönem, seçtiği ülke örnekleme, farklı kamu harcama türlerini eşzamanlı olarak ekonomik karmaşıklıkla ilişkilendirmesi ve uyguladığı kapsamlı analiz yöntemleri sayesinde literatüre özgün bir katkı sunması beklenmektedir.

Çalışmada, kamu harcama türlerinin ekonomik karmaşıklık üzerindeki etkileri, üst-orta gelir grubundaki gelişmekte olan ülkelere ilişkin bir panel veri seti kullanılarak analiz edilmiştir. Panel veri yöntemi, belirli gözlem birimlerine ait farklı zaman dilimlerinden elde edilen verilerin eşzamanlı olarak değerlendirilmesine olanak tanımakta; böylece zaman serisi ile yatay kesit verilerini bütünleştirerek daha kapsamlı ve dinamik analizlerin gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Gujarati, 2004: 25). Panel veri setinin yapısal özellikleri dikkate alınarak, ilk aşamada yatay kesit bağımlılığı (CD) ve katsayıların homojenliğine ilişkin testler uygulanmış ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Sonrasında, serilerin durağanlık özelliklerini incelemek amacıyla ikinci nesil birim kök testlerinden Kesit Genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF) testi kullanılmıştır. Analizin devamında ise, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını belirlemek için Westerlund (2008) panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır.

Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinden sonra, uzun dönem katsayılarının tahmini için ikinci nesil yöntemlerden Ortak İlişkili Etkiler–Ortalama Grup (CCE-MG) yaklaşımı kullanılmıştır. Analizin son aşamasında ise, değişkenler arasındaki nedensellik bağımlılığını incelemek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen panel nedensellik testi uygulanmış ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada bağımlı değişken olarak ECI kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler ise sırasıyla kişi başına reel GSYH ($\ln GDP$), kamu eğitim harcamalarının GSYH içindeki payı ($\ln EDU$), kamu askeri harcamalarının GSYH'ye oranı ($\ln MIL$), kamu sağlık harcamalarının GSYH'ye oranı ($\ln H$), dış ticaret açıklığının GSYH'ye oranı ($\ln TR$) ve doğrudan yabancı yatırımların GSYH içindeki payı (FDI) olarak belirlenmiştir. β_0 ülkelere özgü sabit etkileri, β_1 - β_6 ilgili değişkenlerdeki değişimin ECI üzerindeki marjinal etkisini göstermektedir. ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. Bu çerçevede, çalışmada kullanılan model aşağıda sunulmuştur:

$$ECI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln EDU_{it} + \beta_3 \ln MIL_{it} + \beta_4 \ln H_{it} + \beta_5 \ln TR_{it} + \beta_6 FDI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

Modelde yer alan bağımsız değişkenlerden FDI ve bağımlı değişken olan ECI dışındaki tüm bağımsız değişkenler, analiz öncesinde doğal logaritmik forma dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm, hem serilerdeki olası varyans heterojenliğini azaltmakta hem de değişkenler arası ilişkilerin yüzde değişim temelinde yorumlanabilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca logaritmik dönüşüm, uç değerlerin model üzerindeki etkisini sınırlayarak daha istikrarlı tahminler elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Bu yöntem, ekonometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan standart bir uygulama olup sonuçların karşılaştırılabilirliğini artırmaktadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın hedef kitlesini, Dünya Bankası tarafından geliştirilen ve uluslararası literatürde yaygın biçimde kabul gören “Atlas Metodu” temel alınarak belirlenen ülkeler oluşturmaktadır. Atlas Metodu’na göre kişi başına düşen yıllık gelirleri 4.516 ile 14.005 ABD doları arasında değişen 23 ülke örnekleme dâhil edilmiştir (WDI, 2024a). Örneklemde yer alan ülkeler şunlardır: Cezayir, Arjantin, Azerbaycan, Beyaz Rusya, Botsvana, Brezilya, Çin, Kolombiya, Dominik Cumhuriyeti, Ekvador, El Salvador, Guatemala, Endonezya, İran İslam Cumhuriyeti, Kazakistan, Malezya, Meksika, Paraguay, Peru, Güney Afrika, Tayland, Türkiye ve Ukrayna.

Analiz kapsamında, söz konusu ülkelerin ekonomik göstergeleri 2000-2020 dönemine ait yıllık panel veri seti kullanılarak panel veri analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Zaman aralığının bu şekilde seçilmesinin nedeni, kamu sağlık harcamalarına ilişkin verilerin 2000 yılı öncesi ve 2020 yılı sonrası dönemlerde yetersiz veya eksik olmasıdır. Bu veri sınırlılığı, çalışmanın kapsamını belirtilen yıllarla sınırlandırmayı gerekli kılmıştır.

Tablo 4. Kullanılan Değişkenler ve Kaynakları

Değişken	Tanım	Kaynak
ECI	Ekonomik Karmaşıklık Endeksi	OEC
lnGDP	Kişi başına düşen reel GSYH (USD, 2015 sabit fiyatlarıyla)	WDI
lnEDU	Kamu eğitim harcamalarının GSYH içindeki oranı	WDI
lnMIL	Kamu askeri harcamalarının GSYH içindeki oranı	WDI
lnH	Kamu sağlık harcamalarının GSYH içindeki oranı	WDI
lnTR	Dışa açıklık oranı (İhracat + İthalat) / GSYH	WDI
FDI	Doğrudan yabancı yatırımların GSYH içindeki oranı	WDI

Çalışmada kullanılan değişkenlerden Ekonomik Karmaşıklık Endeksi (ECI), OEC veritabanından elde edilmiştir. ECI dışındaki tüm değişkenler ise Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI) veritabanından temin edilmiştir (WDI, 2024b). Bu kaynakların birlikte kullanılması, analizde hem ekonomik hem de kurumsal göstergelerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece modelin güvenilirliği ve karşılaştırılabilirliği artırılarak elde edilen bulguların

uluslararası literatürle uyumu güçlendirilmiştir. Analizler, gelişmekte olan ülkelere ait 2000–2020 dönemini kapsayan 21 yıllık panel veri seti kullanılarak gerçekleştirilmiş ve tüm uygulamalar E-Views 9 yazılımı aracılığıyla yürütülmüştür.

3.3. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Katsayı Homojenliği Testleri

Panel veri analizlerinde hata terimlerinin bağımsızlığı varsayımı, kesit birimlerinin az ve zaman boyutunun uzun olduğu koşullarda bozulma eğilimi gösterebilir (Pesaran, 2021). Bu durum mekânsal etkiler, ortak faktörlerin ihmal edilmesi veya sosyo-ekonomik ağlardan kaynaklanabilir (Chudik ve Pesaran, 2013: 2). Analizde, özellikle N 'nin T 'den büyük olduğu ya da her iki boyutun da sonsuza gittiği durumlarda, yatay kesitler arasındaki korelasyonu ölçmek için Pesaran'ın CD testi tercih edilmiştir (Pesaran, 2021: 13).

$$CD = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}_{ij} - 1)} N(0,1) \quad (12)$$

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta testleri, doğrusal panel veri modellerinde eğim katsayılarının homojenliğini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Swamy'nin dağılım istatistiğine dayanan bu yaklaşım, serilerin homojenlik düzeyini ölçmek amacıyla iki farklı test istatistiğinden yararlanmaktadır. Bu bağlamda, N kesit sayısını, S Swamy istatistiğini ve k ise açıklayıcı değişkenlerin sayısını ifade etmektedir.

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (13)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{\text{var}(\tilde{z}_{it})}} \right) \quad (14)$$

3.4. CADF Panel Birim Kök Testi

İkinci nesil panel birim kök testleri, yatay kesitler arasındaki bağımlılığı göz önünde bulunduracak şekilde tasarlanmıştır. Bu çalışmada, söz konusu testler arasından Pesaran'ın (2007) ortaya koyduğu CADF yöntemi kullanılmıştır. CADF testi, belirli bir regresyon modelinin tahminine dayanarak panel serilerinin durağanlık özelliklerini değerlendirmektedir. CADF panel birim kök testi, panel serilerinin durağanlık özelliklerini incelemek amacıyla aşağıdaki regresyon modelinin tahminine dayanmaktadır:

$$\Delta y_{it} = \mu_{it} + \rho_i y_{it-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + c_i \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

$$\bar{y}_{t-1} = 1/N \sum_{i=1}^N y_{it-1} ; \Delta \bar{y}_t = 1/N \sum_{i=1}^N \Delta y_{it} \quad (16)$$

CADF testinde sıfır ve alternatif hipotezler şu şekilde tanımlanmıştır:

$H_0: \rho_i = 0$ Bütün yatay kesitler için

$H_1: \rho_i < 0$ ($i = 1, 2, \dots, N_1$), $\rho_i = 0$ ($i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N$)

CADF panel birim kök testinde sıfır hipotezi, tüm yatay kesit serilerinin birim kök içerdiğini; alternatif hipotez ise bunların belirli bir bölümünün durağan olduğunu varsayar. Pesaran (2007) yaklaşımında test istatistiği, ilgili katsayılara ait t değerlerinden türetilmektedir. Serilerin durağanlık durumu, Pesaran tarafından sunulan kritik değerlerle karşılaştırılarak belirlenmektedir. Monte Carlo simülasyonlarından elde edilen bulgular, CADF testinin hem $N>T$ hem de $T>N$ koşullarında geçerliliğini sürdürdüğünü ortaya koymuştur.

3.5. Panel Eşbütünleşme Testi

Akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan Westerlund (2008) panel eşbütünleşme testi, farklı entegrasyon seviyelerine sahip değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri incelemekte ve yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurmaktadır. Bu yöntem, hata düzeltme modeline dayalı dört ayrı istatistik sunmaktadır; bunların ikisi grup ortalaması, diğer ikisi ise panel istatistikleri olarak adlandırılmaktadır. Grup ortalaması istatistikleri, her bir kesit için hata düzeltme modelinin en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilmesine dayanmaktadır.

$$\Delta y_{it} = \delta_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \vartheta_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \vartheta_{ij} \Delta x_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

d_t , her bir yatay kesite ait sabit etkileri ve/veya trend bileşenlerini göstermektedir. p_i ise ilgili seriler için belirlenen optimal gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. İkinci olarak, her bir yatay kesit için hata düzeltme katsayıları şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\alpha_i(1) = 1 - \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \quad (18)$$

Üçüncü aşamada, panel veri setinde eşbütünleşme ilişkisinin varlığı grup ortalaması istatistikleri kullanılarak sınanmaktadır. Westerlund (2008) tarafından geliştirilen yöntemde yer alan diğer iki test ise panel istatistikleri olarak tanımlanmaktadır.

3.6. CCE-MG Panel Eşbütünleşme Tahmincisi

Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE-MG tahmincisi, gözlemlenemeyen ortak etkileri yatay kesit ortalamaları üzerinden dikkate alarak heterojen katsayıların tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Bu yöntem, farklı durağanlık seviyeleri, yapısal kırılmalar ve içsellik durumlarında dahi güvenilir sonuçlar üretmekte ve küçük örneklem için de uygun özellikler sergilemektedir. Ayrıca, eşbütünleşme ilişkisi bulunmasa bile etkin tahminler sağlayabilmekte ve panel istatistiği, bireysel CCE-MG sonuçlarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu hesaplama şu şekildedir:

$$\beta_{MG} = 1/N \sum_{i=1}^N \beta_i \quad (19)$$

3.7. Panel Nedensellik Testi

Nedensellik analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirleyerek ekonomik modellerin geçerliliğini test etmede kritik bir işlev üstlenir. Bu çalışmada söz konusu ilişkilerin incelenmesi için Dumitrescu ve Hurlin'in (2012) geliştirdiği panel nedensellik testi tercih edilmiştir.

Granger nedensellik yaklaşımının heterojen panel veri yapısına uyarlanmış biçimi olan bu yöntem, farklı örneklem özellikleri ve yatay kesit bağımlılığı koşullarında güvenilir bulgular sunmaktadır.

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,t} \quad (20)$$

$$Z_{N,T}^{HNC} = \sqrt{\frac{N}{2K}} (W_{N,T}^{HNC} - K) \rightarrow N(0,1) \quad (21)$$

Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testinde, her bir yatay kesit için hipotezler sınanmakta ve elde edilen Wald istatistiklerinin ortalaması üzerinden panel geneline ilişkin sonuçlar elde edilmektedir. Testin boş hipotezi, tüm birimlerde ortak bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığını; alternatif hipotez ise nedenselliğin birimler arasında heterojen bir yapıda ortaya çıkabileceğini öne sürmektedir.

4. Bulgular

Gelişmekte olan ülkeler için, ekonomik ve politik şokların ortak etkilerini göz ardı etmemek amacıyla ilk olarak yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik testleri uygulanmıştır.

Tablo 5. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları

Değişken	CD İstatistiği	Olasılık
ECI	57.33***	0.000
lnGDP	37.10***	0.000
lnEDU	29.30***	0.000
lnMIL	48.78***	0.000
lnH	9.41***	0.000
lnTR	36.09***	0.000
FDI	33.84***	0.000

Not: *** ile %1'lik anlamlılık düzeyi açıklanmıştır.

Tablo 5'te yer alan Pesaran (2021) CD testi sonuçları, %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı p-değerleri ortaya koymuştur. Bu bulgular, tüm değişkenlerin düzey değerleri için “yatay kesit bağımlılığı yoktur” şeklindeki sıfır hipotezinin reddedilmesine ve dolayısıyla yatay kesit bağımlılığının varlığının kabul edilmesine işaret etmektedir. Başka bir deyişle, ülkeler arasında dikkate değer bir bağımlılık ilişkisi bulunduğu görülmüş ve bu durum panel veri analizinde ikinci nesil yöntemlerin tercih edilmesini zorunlu hale getirmiştir. Panel veri çalışmalarında, serilerin hem yatay kesit bağımlılığı hem de katsayı homojenliği özelliklerinin belirlenmesi, ilerleyen aşamalarda uygulanacak birim kök ve eşbütünleşme testlerinin yöntemsel uygunluğu açısından kritik bir adımdır. Bu çerçevede, grup içi ve gruplar arası heterojenliği değerlendirmek amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 6. Katsayı Homojenliği Testi Sonuçları

	Delta istatistiği	Olasılık
$\tilde{\Delta}$	-2.457**	0.024
$\tilde{\Delta}_{adj}$	-3.386***	0.001

Not: *** ile %1'lik ** ile %5'lik anlamlılık düzeyi açıklanmıştır.

Tablo 6'da delta testi sonuçları, panelde katsayıların homojen olmadığı ve ülkeler arasında yapısal farklılıkların bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik testleri, ülkeler arasında hem etkileşimlerin hem de farklılıkların anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, geleneksel birinci nesil testler yerine ikinci nesil panel birim kök testlerinden CADF testi uygulanmış, bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Panel CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Düzye Değerleri	Fark Değerleri
ECI	-1.814	-3.062***
lnGDP	-1.282	-2.335**
lnEDU	-1.969	-2.856***
lnMIL	-1.964	-2.430**
lnH	-1.551	-3.339***
lnTR	-1.039	-2.705***
FDI	-2.001	-2.565***

Not: Kritik değerler *** %1: -2.440; ** %5: -2.250 ve * %10: -2.140

Tablo 7, CADF birim kök testi sonuçlarına göre, gelişmekte olan ülkelerde ECI, lnGDP, lnEDU, lnMIL, lnH, lnTR ve FDI serileri düzeyde durağan değildir. Ancak tüm seriler birinci fark alındığında durağan hale gelmektedir. lnGDP ve lnMIL serileri %5 seviyesinde anlamlı iken başta ECI olmak üzere kalan tüm seriler %1 anlamlılık düzeyinde durağanlık göstermektedir. Bu bulgular, serilerin fark durağan olduklarını ortaya koymaktadır.

Serilerin aynı entegrasyon derecesine sahip olması sonrası, uzun dönemli ilişkiyi incelemek için Westerlund (2008) panel eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Bu yöntem, yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alarak panel veri için uygun bir çerçeve sunmaktadır. Test sonuçları tabloda ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 8. Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	İstatistik	Olasılık
Gt	-3.475	0.000
Ga	-3.987	0.900
Pt	-12.325	0.000
Pa	-11.665	0.000

Not: Westerlund (2008) testinde öncül ve gecikme sayıları 1 olarak alınmıştır. Westerlund (2007) testi için rapor edilen olasılık değerleri 1000 tekrarlı bootstrap dağılımdan elde edilmiştir.

Tablo 8'deki Westerlund (2008) panel eşbütünleşme testi sonuçları, Ga istatistiği hariç Gt, Pt ve Pa istatistiklerinin %1 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, sıfır hipotezin reddedildiğini ve paneldeki değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinin ardından, değişkenler arasındaki uzun dönemli etkilerin yönü ve büyüklüğü CCE-MG katsayı tahmincisi yöntemiyle incelenmiştir.

Tablo 9. CCE-MG Katsayı Tahmincisi Sonuçları

	Katsayı	Olasılık
lnGDP	0.578*	0.052
lnEDU	0.907***	0.000
lnMIL	0.218***	0.000
lnH	0.005*	0.078
lnTR	0.519***	0.000
FDI	0.001	0.924

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

Tablo 9, CCE-MG katsayı tahmincisi sonuçları, gelişmekte olan ülkeler için ekonomik karmaşıklık belirleyen faktörleri açıkça ortaya koymaktadır. Bulgulara göre kişi başına düşen GSYH'deki %1'lik artış, ECI'yi 0,00578 birim yükseltmektedir. Kamu eğitim harcamalarındaki %1'lik artışın etkisi 0,00907 birim ile en güçlü belirleyici unsur olarak öne çıkarken, kamu askeri harcamaları 0,00218, dışa açıklık oranı 0,00519 ve kamu sağlık harcamaları 0,00005 birimlik pozitif katkılar sağlamaktadır. Buna karşılık, doğrudan yabancı yatırımların ekonomik karmaşıklık üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Uzun dönem katsayı tahminleri ilişkilerin yönü ve büyüklüğünü ortaya koyarken, nedensellik bağımlı açıklamadığından, bu amaçla Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi uygulanmıştır.

Tablo 10. Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Boş Hipotez	Zbar İstatistiği	Olasılık
$\Delta \ln \text{GDP} \rightarrow \Delta \text{ECI}$	2.756***	0.000
$\Delta \text{ECI} \rightarrow \Delta \ln \text{GDP}$	3.112***	0.000
$\Delta \ln \text{EDU} \rightarrow \Delta \text{ECI}$	2.302**	0.021
$\Delta \text{ECI} \rightarrow \Delta \ln \text{EDU}$	5.744***	0.000
$\Delta \ln \text{MIL} \rightarrow \Delta \text{ECI}$	1.911*	0.055
$\Delta \text{ECI} \rightarrow \Delta \ln \text{MIL}$	1.958*	0.051
$\Delta \ln \text{H} \rightarrow \Delta \text{ECI}$	2.892***	0.003
$\Delta \text{ECI} \rightarrow \Delta \ln \text{H}$	-0.781	0.434
$\Delta \ln \text{TR} \rightarrow \Delta \text{ECI}$	4.534***	0.000
$\Delta \text{ECI} \rightarrow \Delta \ln \text{TR}$	4.522***	0.000

$\Delta FDI \rightarrow \Delta ECI$	2.651***	0.008
$\Delta ECI \rightarrow \Delta FDI$	2.046**	0.040

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

Tablo 10'daki Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi sonuçları, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen GSYH, kamu eğitim ve askeri harcamaları, dışa açıklık oranı ile doğrudan yabancı yatırımların ekonomik karmaşıklıkla çift yönlü nedensellik ilişkisi içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, söz konusu değişkenlerin ekonomik karmaşıklıkla karşılıklı ve dinamik bir etkileşim sergilediğini göstermektedir. Buna karşılık, kamu sağlık harcamaları ile ekonomik karmaşıklık arasındaki ilişki tek yönlüdür; yalnızca sağlık harcamalarından ekonomik karmaşıklığa doğru anlamlı bir nedensellik akışı söz konusudur. Dolayısıyla sağlık harcamaları ekonomik karmaşıklığı etkilerken, ters yönde bir etkileşim bulunmamaktadır.

6. Sonuç

Ekonomik karmaşıklık ile kamu harcamaları arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmaya literatürde özgün bir katkı sağlamaktadır. Çalışmada, 2000–2020 döneminde üst-orta gelir grubunda yer alan 23 gelişmekte olan ülkenin verileri panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. ECI verileri OEC'den, diğer ekonomik göstergeler ise Dünya Bankası WDI veri tabanından temin edilmiştir. Analiz sürecinde CIPS birim kök testiyle serilerin durağanlığı incelenmiş, Westerlund (2008) eşbütünleşme testiyle uzun dönemli ilişkiler tespit edilmiş, CCE-MG yöntemiyle katsayılar tahmin edilmiş ve son olarak Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi uygulanmıştır.

Analiz sonuçları, kişi başına düşen GSYH'nin ECI üzerinde en güçlü belirleyici olduğunu ortaya koymakta ve bu bulgu Ourens (2013) ve Balsalobre vd. (2017) ile tutarlılık göstermektedir. Kamu eğitim harcamaları da üretim kapasitesinin ve bilgi birikiminin gelişimine katkı sağlayarak ekonomik karmaşıklığı anlamlı düzeyde artırmakta; bu sonuçlar Zhu ve Fu (2013), Çolakoğlu (2021), Kurt (2019) ve Okombi ve Leбомoyi (2024) tarafından elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Dışa açıklık oranı, üretim süreçlerinin çeşitlenmesini ve uluslararası entegrasyonu teşvik ederek ekonomik karmaşıklığı olumlu yönde etkilemektedir. Bu bulgu, Zhu ve Fu (2013) ile Can (2016) çalışmalarını destekler niteliktedir. Kamu sağlık harcamalarının etkisi pozitif olmakla birlikte sınırlı düzeyde kalmakta; kamu askeri harcamaları ise düşük yoğunlukta bir artış yönünde etki göstermektedir. Bu sonuçlar Emeka vd. (2023) ve Leite ve Cardoso (2022) ile genel uyum içerisindedir. Doğrudan yabancı yatırımların ekonomik karmaşıklık üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamış; bu durum Zhu ve Fu (2013) çalışmasının bulgularıyla paralellik arz etmektedir.

Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi ise GSYH, kamu eğitim ve askeri harcamaları, dışa açıklık oranı ve FDI ile ekonomik karmaşıklık arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğunu; kamu sağlık harcamaları için ise yalnızca ekonomik karmaşıklık yönünde tek yönlü bir Granger nedenselliğin mevcut olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular, kişi başına düşen gelir, kamu eğitim harcamaları ve dışa açıklık oranının ekonomik karmaşıklığın temel belirleyicileri arasında yer aldığını göstermektedir. Bu bağlamda, kamu harcamalarının yalnızca niceliksel olarak artırılması yeterli olmayıp, aynı zamanda stratejik ve üretken sektörlerle yönlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Eğitim sistemlerinin modernizasyonu, STEM alanlarına yönelik yatırımlar ve nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi, üretim kapasitesini ve bilgi altyapısını güçlendirmektedir. Öğretmen eğitimi, teknoloji destekli öğrenme araçları ve güncel müfredat düzenlemeleri, eğitim yatırımlarının etkinliğini artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, okullaşma oranlarının yükseltilmesi ve yetişkin eğitimi programlarının yaygınlaştırılması, uzun vadeli etkileri pekiştirmektedir. Dışa açıklık oranının yükseltilmesi de ekonomik karmaşıklığı destekleyen önemli bir faktördür. Uluslararası ticaretin geliştirilmesi, ihracatın çeşitlendirilmesi ve yabancı yatırımların teknoloji transferi odaklı projelere yönlendirilmesi, ülkelerin küresel üretim ağlarına entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Ticaret altyapısının güçlendirilmesi, dijital platformların yaygınlaştırılması ve tarife dışı engellerin azaltılması gibi politikalar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde üretim yapılarının çeşitlenmesine ve karmaşıklığın derinleşmesine katkı sunmaktadır.

Kamu sağlık ve askeri harcamalarının ekonomik karmaşıklık üzerindeki doğrudan etkisi sınırlı olmakla birlikte, bu kaynakların etkin kullanımı uzun vadede ekonomik verimliliği destekleyebilir. Sağlık altyapısının geliştirilmesi, hizmetlere erişimin artırılması ve sağlık alanında teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi özellikle alt-orta gelirli ülkelerde yaşam standartlarını yükselterek dolaylı biçimde ekonomik karmaşıklığa katkı sağlayabilir. Benzer şekilde, askeri harcamaların daha üretken alanlara yönlendirilmesi, savunma sanayinde sivil-asker işbirliğinin güçlendirilmesi ve askeri teknolojilerin sivil kullanıma aktarılması, bu harcamaların ekonomik karmaşıklığa olumlu yansımalarını artırabilecek stratejik adımlar olarak değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M., & Hidalgo, C. A. (2017). 729 new measures of economic complexity (Addendum to Improving Economic Complexity Index). *Massachusetts Institute of Technology*, 1–15.
- Arı, A. (2023). Beşeri sermaye, kamu harcaması ve ekonomik karmaşıklık ilişkisi: Nedensellik analizi. In *Ekonomi ve finans politikaları üzerine çalışmalar* (pp. 43–58). Özgür Yayın Dağıtım Ltd. Şti.

- Balsalobre, S. J. P., Verduras, C. L., & Lanchas, J. D. (2017). Measuring the economic complexity at the sub-national level using international and interregional trade. *Ceprede and L. R. Klein Institute*, Universidad Autónoma de Madrid.
- Can, M. (2016). Ekonomik küreselleşme sofistike mamul üretimini etkiler mi?: Güney Kore örneğinde ampirik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(3), 21–38.
- Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2013). Large panel data models with cross-sectional dependence: A survey. *CAFE Research Paper*, 13(15), 1–54.
- Çolakoğlu, M. (2021). *OECD ülkelerinde beşeri sermayenin yüksek teknolojili ürün ihracatı ve ekonomik kompleksite endeksi üzerindeki etkisi (Yüksek lisans tezi)*. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450–1460.
- Emeka, E. T., Ogbuabor, J. E., & Ekeocha, D. O. (2023). Terrorism and economic complexity in Africa: The unconditional impact of military expenditure. *African Development Review*, 36(1), 139–152.
- Felipe, J., Kumar, U., Abdon, A., & Bacate, M. (2012). Product complexity and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(1), 36–68.
- Ferraz, D., H. F. Moralles, J. S. Campoli, F. C. R. Oliveira, and D. A. N. Rebelatto. 2018. “Economic Complexity and Human Development: DEA Performance Measurement in Asia and Latin America.” *Gestão & Produção* 25: 839–853.
- Fortunato, P., & Razo, C. (2014). Export sophistication, growth and the middle-income trap. In J. M. Salazar-Xirinachs, I. Nübler, & R. Kozul-Wright (Eds.), *Transforming economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development* (pp. 267–287). Geneva: International Labour Office.
- Gala, P., Rocha, I., & Magacho, G. (2018). The structuralist revenge: Economic complexity as an important dimension to evaluate growth and development. *Brazilian Journal of Political Economy*, 38(2), 219–236.
- Gao, J., & Zhou, T. (2018). Quantifying China’s regional economic complexity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 492, 1591–1603.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic econometrics (4th ed.)*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Gül, E., & Yavuz, H. (2011). Türkiye’de kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi: 1963–2008 dönemi. *Maliye Dergisi*, 160, 72–85.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Stock, D. P., & Yildirim, M. A. (2022). Implied comparative advantage. *Research Policy*, 51(1), 104143.
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space (CID Working Paper No. 128). Harvard University, Center for International Development.
- Hidalgo, C. A. (2009). The dynamics of economic complexity and the product space over a 42-year period (CID Working Paper No. 189). Harvard University, Center for International Development.
- Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, 3(2), 92–113.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570–10575.
- Holcombe, R. G. (2006). *Public sector economics: The role of government in the American economy*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

- Jarreau, J., & Poncet, S. (2012). Export sophistication and economic growth: Evidence from China. *Journal of Development Economics*, 97(2), 281–292.
- Karaş, G. (2022). Kamu harcamalarının AB ve Türkiye açısından karşılaştırmalı analizi. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 4(1), 32–49.
- Kurt, Ü. (2019). The relationship between economic complexity and education expenditure: An empirical analysis on South Korea. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(2), 73–79.
- Leite, D. W., & Cardoso, L. C. B. (2022). Human capital and technology in the growth of economic structure. *Investigación Económica*, 82(323), 27–52.
- Nadaroğlu, H. (1992). *Kamu maliyesi teorisi*. İstanbul: Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş.
- OEC. (2025a). Economic Complexity Index (HS4/HS92). Retrieved September 14, 2025, from <https://oec.world/en/rankings/eci/hs4/hs92?tab=table>
- OEC. (2025b). PCI Rankings (HS92). The Observatory of Economic Complexity. Retrieved September 1, 2025, from <https://oec.world/en/rankings/pci/hs4/hs92?tab=table>
- Okombi, I. F., & Leбомойи, N. E. (2024). Economic complexity and inclusive green growth: The moderating role of public expenditure on education. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 1–31.
- Orhaner, E. (2007). *Kamu maliyesi*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Ourens, G. (2013). Can the method of reflections help predict future growth? *IRES Discussion Paper*, 2013(8), 1–27.
- Pehlivan, O. (2021). *Kamu maliyesi*, Trabzon: Celepler Matbaacılık Basın Yayın ve Dağıtım.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–98.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967–1012.
- Pesaran, M. H. (2021). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60(1), 13–50.
- Rodrik, D. (2006). What’s so special about China’s exports? *China & World Economy*, 14(5), 1–19.
- Sepehrdoust, H., Davarikish, R., & Setarehie, M. (2019). The knowledge-based products and economic complexity in developing countries. *Heliyon*, 5(12), 1-11.
- Simoes, A. J. G., & Hidalgo, C. A. (2011). The economic complexity observatory: An analytical tool for understanding the dynamics of economic development. In Scalable integration of analytics and visualization: Papers from the AAAI Workshop (pp. 39–42). *AAAI Press*.
- Şimşek, M. H., Demirgil, B., & Okumuş, İ. (2024). Türkiye’deki Kamu Eğitim Harcamalarının Ekonomik Karmaşıklık Üzerindeki Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 1729-1739.
- Uluatam, Ö. (1999). *Kamu maliyesi*. Ankara: İmaj Yayıncılık.
- World Bank. (2024a). World Development Indicators: Country and lending groups. Retrieved September 29, 2024, from <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>
- World Bank. (2024b). World Development Indicators database. Retrieved September 15, 2024, from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193–233.
- Zhu, S., & Fu, X. (2013). Drivers of export upgrading. *World Development*, 51, 221–233.
- 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.

Extended Summary

This research investigates how public expenditures influence economic complexity in developing nations. Economic complexity serves as a key measure of the diversity and knowledge intensity embedded in a country's production structure, making it a valuable indicator of long-term growth potential. Public expenditure, in contrast, represents a fundamental policy instrument through which governments maintain economic stability, address social demands, and foster sustainable development. Since the twentieth century, demographic transitions, urban expansion, and infrastructure requirements have driven a steady increase in government expenditures. However, inefficient resource allocation can undermine economic performance over time and erode national competitiveness. For this reason, careful planning and directing public funds toward productivity-enhancing sectors are essential. Drawing on data from 2000 to 2020, this study examines how different categories of public expenditure contribute to economic complexity, aiming to identify the expenditure components most critical to development. By doing so, it addresses a notable gap in the literature, as few studies have explicitly examined the link between public expenditures and economic complexity in developing economies. The final section will present policy implications and recommendations for future research. To achieve this, the analysis employs a panel dataset covering upper-middle-income developing countries. Panel data techniques allow for the joint assessment of observations across multiple time periods, integrating time-series and cross-sectional perspectives to provide a more dynamic and comprehensive evaluation (Gujarati, 2004). Based on the dataset's characteristics, cross-sectional dependence and slope homogeneity tests were first conducted, and their outcomes assessed. Next, the stationarity of the series was tested using the CADF approach, a second-generation unit root test. Subsequently, the Westerlund (2008) panel cointegration test was applied to determine whether a long-run relationship exists among the variables. Once cointegration was confirmed, long-term coefficients were estimated using the CCE-MG method, a second-generation estimation technique. Finally, the Dumitrescu and Hurlin (2012) panel causality test was employed to identify the direction of causality among the variables, and the results were thoroughly analyzed. In the study, the dependent variable is defined as the ECI. In contrast, the independent variables are real GDP per capita ($\ln\text{GDP}$), the share of public education expenditures in GDP ($\ln\text{EDU}$), the share of public military expenditures in GDP ($\ln\text{MIL}$), the share of public health expenditures in GDP ($\ln\text{H}$), trade openness as a ratio to GDP ($\ln\text{TR}$), and foreign direct investment as a share of GDP (FDI). β_0 represents country-specific fixed effects, β_1 - β_6 capture the marginal effects of changes in the explanatory variables on ECI, and ε_t denotes the error term. Accordingly, the econometric model employed in the study is specified as follows:

$$ECI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln EDU_{it} + \beta_3 \ln MIL_{it} + \beta_4 \ln H_{it} + \beta_5 \ln TR_{it} + \beta_6 FDI_{it} + \varepsilon_{it}$$

Prior to conducting the analysis, all independent variables—except foreign direct investment (FDI)—and the dependent variable, the Economic Complexity Index (ECI), were converted to their natural logarithms. This transformation helps mitigate variance heterogeneity, enables interpretation of relationships in terms of percentage changes, and reduces the influence of extreme values, thereby producing more stable and reliable estimates. Such logarithmic adjustments are widely recognized as standard practice in econometric studies, enhancing both robustness and comparability of results.

This study explores the connection between public expenditures and economic complexity in developing economies through advanced panel-data methodologies. The cross-sectional dependence (CD) test proposed by Pesaran (2021) produced significant results at the 1% level, rejecting the null hypothesis and confirming strong interdependence among countries. To evaluate coefficient heterogeneity, the delta tests of Pesaran and Yamagata (2008) were applied, revealing non-homogeneous coefficients and structural differences across panels. These outcomes justified the use of second-generation panel techniques. Results from the CADF unit root test indicated that ECI, GDP per capita, education, military expenditure, health expenditures, trade openness, and FDI were non-stationary in levels but became stationary after first differencing. GDP per capita and military expenditures were significant at the 5% level, while ECI and the remaining variables were significant at the 1% level, confirming that the series are difference-stationary. Given the same order of integration, the Westerlund (2008) panel cointegration test was employed. Except for the Ga statistic, the Gt, Pt, and Pa statistics were significant at the 1% level, confirming long-run cointegration among the variables. Long-term coefficients were then estimated using the CCE-MG approach. Findings showed that GDP per capita was the most influential determinant of economic complexity, with a 1% increase in GDP per capita increasing ECI by 0.00578 units. Public education expenditures exerted the most potent positive effect (0.00907), followed by trade openness (0.00519), military expenditure (0.00218), and health expenditures (0.00005). FDI was statistically insignificant. The Dumitrescu-Hurlin (2012) panel causality test revealed bidirectional causality between GDP per capita, education, military expenditures, trade openness, FDI, and economic complexity, underscoring dynamic reciprocal interactions. Health expenditures, however, exhibited a unidirectional causal effect, influencing economic complexity without feedback. Overall, the evidence indicates that GDP per capita, education expenditure, and trade openness are the primary drivers of economic complexity in developing countries. This research makes a unique contribution to the literature, given the limited number of studies directly examining the relationship between public expenditure and economic complexity. The dataset covers 23 upper-middle-income

developing countries from 2000 to 2020. ECI data were sourced from the Observatory of Economic Complexity (OEC), while macroeconomic indicators were drawn from the World Bank's World Development Indicators (WDI). The empirical process involved CIPS unit root testing, Westerlund cointegration analysis, coefficient estimation via the CCE-MG method, and Dumitrescu-Hurlin causality testing. The results confirm GDP per capita as the strongest determinant of ECI, consistent with Ourens (2013) and Balsalobre et al. (2017). Public education expenditures significantly enhance economic complexity by strengthening production capacity and knowledge accumulation, in line with Zhu and Fu (2013), Çolakoğlu (2021), Kurt (2019), and Okombi & Lebomoyi (2024). Trade openness also positively contributes to complexity by diversifying production and fostering international integration, as supported by Zhu and Fu (2013) and Can (2016). Health expenditures exert a modest positive effect, while military expenditure has a low-intensity positive impact, consistent with Emeka et al. (2023) and Leite & Cardoso (2022). FDI was found to be insignificant, echoing Zhu and Fu (2013). The Dumitrescu-Hurlin test further confirmed bidirectional causality among GDP, education, military expenditures, trade openness, FDI, and ECI, while health expenditures showed unidirectional causality. The findings underscore that GDP per capita, education expenditure, and trade openness are fundamental determinants of economic complexity. Simply increasing public expenditures is insufficient; resources must be strategically directed toward productivity-enhancing sectors. Modernizing education systems, investing in STEM disciplines, and cultivating a skilled workforce strengthen production capacity and knowledge infrastructure. Teacher training, technology-based learning tools, and updated curricula enhance the effectiveness of education investments, while higher enrollment rates and expanded adult education programs consolidate long-term impacts.

Expanding trade openness is equally critical. Policies that promote international trade, diversify exports, and channel foreign investment into technology-transfer projects facilitate integration into global production networks. Strengthening trade infrastructure, expanding digital platforms, and reducing non-tariff barriers further diversify production structures and deepen economic complexity.

Although the direct effects of health and military expenditures on economic complexity are limited, their efficient allocation can support long-term productivity. Enhancing health infrastructure, broadening access to services, and fostering innovation in healthcare raise living standards and, in turn, increase complexity. Similarly, redirecting military expenditure toward productive uses, fostering civil-military collaboration in defense industries, and transferring military technologies to civilian applications can amplify their positive impact on economic complexity.