



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş:17.05.2022 ✓Accepted/Kabul:22.09.2022

DOI:10.30794/pausbed.1117645

Research Article/Araştırma Makalesi

Akar, T. (2023). "Ekonomik Karmaşıklık, Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", *Pamukkale Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 55, Denizli, ss. 315-328.

EKONOMİK KARMAŞIKLIK, AR-GE HARCAMALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Tuba AKAR*

Öz

Ekonomik karmaşıklık kavramı son zamanlarda ülkeler arasındaki gelir ve büyüme farklılıklarının açıklanmasında önemli bir faktör haline gelmiştir. Ekonomik karmaşıklık ülkelerin sahip oldukları bilgi ve beceri çeşitliliğini ve ihraç edilen ürünlerin bilgi ve teknoloji düzeyini göstermesi bakımından önem arz etmektedir. Ekonomik karmaşıklık ürünlerin sofistike seviyesini gösterdiği için rekabet üstünlüğü de sağlamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı yüksek rekabetçilik düzeyine sahip ülkelerde ekonomik karmaşıklık ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkilerini analiz etmektir. Çalışmada 1995-2019 dönemini kapsayan yıllık verilerle uzun dönemde karşılıklı ilişkiyi incelemek için panel eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Panel eşbütünleşme testleri sonuçlarına göre genel kişi başına GSYH, ekonomik karmaşıklık endeksi ve Ar-Ge harcamaları değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu görülmüştür. Uzun dönemde seçilen ülkelerde, hem ekonomik karmaşıklık endeksi hem de Ar-Ge harcamaları, kişi başına GSYH'yi pozitif yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ekonomik karmaşıklık, Ar-Ge, Ekonomik büyüme, Panel.*

THE RELATIONSHIP OF ECONOMIC COMPLEXITY, R&D EXPENDITURES AND ECONOMIC GROWTH

Abstract

The concept of economic complexity has recently become an important factor in explaining the income and growth differences between countries. Economic complexity is important in terms of indicating the diversity of knowledge and skills that countries have and the level of knowledge and technology of exports. Economic complexity provides a competitive advantage as it indicates the level of sophistication of the products. The aim of the study is to analyze the effects of economic complexity and R&D expenditures on economic growth in countries with high levels of competitiveness. In this study, long-term reciprocal relations were examined with annual data covering the period 1995-2019. In the study, the panel cointegration test were applied. According to the results of panel cointegration tests, it was observed that there is a cointegration relationship between the variables of overall GDP per capita, economic complexity index and R&D expenditures. In long term selected countries, both economic complexity index and R&D expenditures within GDP positively affect GDP per capita.

Keywords: *Economic complexity, R&D, Economic growth, Panel.*

* Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, KARAMAN.
e-posta:ttunen@kmu.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0003-1354-5678>)

1. GİRİŞ

Küreselleşmenin etkisiyle daha karmaşık hale gelen ekonomik sistem, küresel rekabette söz sahibi olabilmek için katma değeri yüksek ve teknoloji yoğun üretimi zorunlu hale getirmiştir. Son zamanlarda ekonomi literatüründe bir ekonominin üretken bilgi ve yetenek düzeyini ölçen ekonomik karmaşıklık ile ekonomik büyüme ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Hidalgo ve Hausman (2009) tarafından geliştirilen ekonomik kompleksite veya ekonomik karmaşıklık kavramı sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanmasına yeni bir boyut kazandırmıştır. Karmaşıklık kavramı bir ülkenin farklı ürünler ihraç etmesinin yanı sıra bu ürünlerin az sayıda ülke tarafından ihraç edilmesini ele almaktadır. Bu yaklaşıma göre, tüm ülkelerin üretim faktörlerinin bilgi miktarı ve üretkenliği, o ülkenin ihraç ürünlerinin türleri ile doğrudan ilişkilidir. Rodrik (2006), yaptığı çalışmada Çin'in ekonomik büyümesinin arkasında yatan nedenini katma değeri yüksek ürünler üretmesine bağlamış ve Çin'in yaşamış olduğu deneyimi "*ne kadar ihraç ettiğinizin değil, neyi ihraç ettiğinizin önemli*" şeklinde özetlemiştir. Ekonomik karmaşıklık, ekonomik büyüme ve kalkınma için önemli olmakla birlikte çeşitlendirme sayesinde ülkelere rekabet avantajı da sağlamaktadır. Ekonomik karmaşıklığı yüksek olan bir ülkenin bilgi ve beceri düzeyi diğerlerinden farklılaşmakta ve bu sayede bu ülke tarafından üretilen ürünler az sayıda ülke tarafından üretilebilmektedir (Can ve Doğan, 2018:6). Örneğin tıbbi görüntüleme cihazları veya elektronik bileşenler gibi karmaşık ürünler, genellikle kapsayıcı kurumlara ve yüksek beşeri sermayeye sahip ülkelerde üretilmektedir. Diğer bir deyişle ekonomide karmaşık endüstrilerin varlığı tüm ekonomik birimlerin katılımını ve bu birimler arasındaki bilgi düzeyini göstermesi açısından son derece önemlidir. Ekonomik karmaşıklık bilgiyi üretim sürecinde uygulama yeteneği olarak sınırlandırılmaz ve aslında çok daha fazla boyutu vardır. Bir ülke ne kadar çeşitlenmiş ve aynı zamanda daha karmaşık ihracat portföyü içeriyorsa, uluslararası ekonomik etkileşimlerde daha güçlü ve daha esneklerdir (Moghadasi, 2018:31). Tüm bu nedenlerle bir ülkenin karmaşıklığının arttıran faktörleri anlamak giderek daha önemli hale gelmeye başlamıştır. Ekonomik karmaşıklık endeksini etkileyen faktörlerden en önemlileri ise ihracatın çeşitlendirilmesi, yüksek teknoloji ürünleri ihraç etme yeteneği, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) harcamaları ve beşeri sermaye düzeyidir (Ferraz vd., 2018; Zhu ve Li, 2017; Yalta ve Yalta, 2021). Ar-Ge harcamalarına ayrılan payın artırılması ihracatın çeşitlendirmesine ve yüksek teknolojik ürünlerin üretilmesine katkı sağlarken firmalar için yeni üretim süreçleri oluşturmak ve üretimi daha verimli hale getirmek için kritik bir öneme sahiptir. İnovasyonların ortaya çıkması için gerekli olan bilgi düzeyi de yine araştırma faaliyetleri ile sağlanmaktadır (Ferraz vd., 2018:842). Ekonomik karmaşıklık düzeyi o ekonomide ne kadar kullanışlı bilgiye sahip olduğu ile ilgili bir durumdur. Daha kompleks ekonomiler, çeşitli bilgi yoğun ürünler üretmek için, bilgi alışverişinde bulunabilecek geniş bir insan ağına sahip olan ekonomilerdir. Çünkü basit ekonomiler daha dar kapsamlı üretken bilgiye sahip olan ve etkileşim ağına çok fazla ihtiyaç duymayan basit ürünler üreten ekonomilerdir (Soyyığıt, 2018:376). Zhu ve Li (2017)'e göre ekonomik karmaşıklık, bir ülkenin üretim kapasitelerinin toplamıdır. Karmaşıklık daha yüksek olduğunda, bir ülkenin üretim yetenekleri daha güçlüdür. Yüksek gelirli ekonomiler, düşük ve orta gelirli ekonomilere göre daha karmaşıktır. Yüksek düzeyde karmaşıklığa sahip ülkeler, yalnızca nispeten yüksek ihracat çeşitliliğine değil, aynı zamanda düşük yaygınlığa da sahiptir. Bu ülkelerin ihraç ettiği ürünlerin uluslararası pazarda taklit edilmesi veya rekabet edilmesi zor olacaktır.

Araştırmanın temel hipotezi ekonomik karmaşıklığın ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme değişkeni ile pozitif ilişkisi bulunduğu yönündedir. Bu bağlamda bir ülkede üretilen ürünlerin karmaşıklık düzeyinin artması üretken bilgi kapasitesine bağlıdır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı rekabet öncüsü ülkeler açısından ekonomik karmaşıklık, Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisinin incelenmesidir. Bu kapsamda çalışma geri kalanı şu şekildedir. İlk olarak ekonomik karmaşıklık kavramı ile ilgili teorik çerçeve ve ampirik literatür ele alınmıştır. Daha sonra ekonomik karmaşıklığın küresel rekabet açısından önemi dikkate alınarak rekabet endeksi sıralamasında öncü ülkeler arasında yer alan 13 ülke açısından ekonomik karmaşıklık, ar-ge harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisi 1995-2019 verileri kullanılarak panel eşbütünlük yöntemi ile analiz edilmiştir. Son bölümde elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2. TEORİK ÇERÇEVE

Küresel ekonomi son yüzyıl boyunca teknolojik atılımlar ve çığır açan inovasyonlarla yeni bir sanayi devrimine şahitlik etmektedir. Bu nedenle, yeni küresel ekonomi, karmaşık ekonomik sistemler tarafından karakterize edilen farklı bir görünüme sahiptir. Karmaşıklık teorisi bu tür sistemleri incelemeye çalışan ve mevcut durumlara uygun

yeni politika seçenekleri önermeye çalışan bir teoridir. Teorinin altını çizdiği nokta çağdaş dünyanın yeniliklerle karakterize edildiği ve esas olarak yüksek teknoloji endüstrileri tarafından üretildiğidir (Türkcan, 2021: 38).

Bir ülkedeki ekonomik karmaşıklık kavramı, ülke bazında ihracat mallarının çeşitlendirilmesinin yanı sıra yurt içi temelli bilgi yoğun ürünlerinin üretimini ifade etmektedir. Ancak, ülkelerin üretimlerinin ekonomik karmaşıklığı, bilgiyi üretim sürecine dahil etme becerisiyle sınırlı değildir; aksine çok daha geniş boyutları kapsamaktadır. Buna göre, bir ülkenin ihracat sepeti ne kadar çeşitli ve ne kadar karmaşıksa, uluslararası düzeyde ekonomik etkileşimler açısından o kadar güçlü ve ekonomik olarak o kadar canlı olduğu kabul edilmektedir (Sepehrdoust vd., 2019:1). Gelişmiş ülkeler uzmanlaşmış ürünler ihracat ederek sıradan ürünler üreten ülkelere göre daha hızlı kalkınırken, sıradan ürünler üretmeye devam eden ülkeler ise yoksul kalmaya devam etmektedir. Bir anlamda ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyeleri ürettikleri ürünlerin kalitesine ve bu ürünlerin bilgi yoğun olup olmasına bağlı hale gelmiştir (Hausmann vd., 2007:2). Yüksek teknoloji mallar üretebilen ülkelerin emtia üreten ülkelere göre daha karmaşık olduğu kabul edilmekle birlikte, sadece belli malların üretimine yoğunlaşan ülkelere istikrarsız ticaret hadleri ve makro ekonomik oynaklık, Hollanda hastalığı veya siyasi istikrarsızlık gibi olumsuzluklar görülebilmektedir (Ferraz vd., 2018:840). Hidalgo ve Hausman (2009)'a göre günümüzde ülkeler arasında gelir farklılığının en temel sebebi, ülkelerin sahip oldukları bilgi ve beceri çeşitliliğidir. Karmaşık ve sürdürülebilir bir ekonomi yaratmak için bilgi ve teknolojiye sahip toplumların birbiriyle etkileşime girebilmeleri ve ürünlerini üretmek için bilgilerini bir araya getirebilmeleri gerekir. Bu nedenle ekonomik karmaşıklık kavramı, belirli bir ülkenin üretken ürünleri ile bunları yansıtan yeteneklerin bileşimine bağlıdır. Yetenekler köprüler, limanlar, otoyollar gibi somut girdiler olabileceği gibi, normlar, kurumlar, beceriler veya belirli sosyal ağların varlığı gibi maddi olmayan varlıklar olabilmektedir. Diğer bir deyişle ülkeye has bu özel yeteneklerin çeşitliliği ekonomik karmaşıklıkta farklılıklara neden olmaktadır. Ülkelerin sahip olduğu kendilerine has yetenekleri olabilir ancak ürünler belirli yetenekler gerektirir ve bir ülkenin ekonomisinin karmaşıklığı, yerel olarak sahip olduğu yetenekler dizisiyle ilgilidir (Hidalgo, 2009:2). Bununla birlikte, bir toplumda yerleşik olan bilgi miktarı, esas olarak her bireyin ne kadar bilgiye sahip olduğuna bağlı değildir. Bunun yerine, bireyler arasındaki bilgi çeşitliliğine ve bu bilgiyi karmaşık etkileşim ağları aracılığıyla birleştirme ve kullanma yeteneklerine bağlıdır. Modern toplumların sırrı, her insanın çok bilgiye sahip olmasından ziyade toplumda oluşan bilgi birikimini beraber kullanabilme yeteneğidir. Bu noktada ise toplumda bireylerin uzmanlaşmalarını ve bilgilerini başkalarıyla paylaşmalarını mümkün kılan sosyal ağlar önem kazanmaktadır (Hausmann vd., 2013:15).

Belirli bir ekonomi, her yerde bulunmayan, nadir ve karmaşık mallar üretebiliyorsa, bu, gelişmiş bir üretken yapının varlığını göstermektedir. Her yerde bulunmayan mallar, yüksek teknolojik içeriğe sahip olan ve bu nedenle üretilmesi zor olan (uçaklar) ile örneğin elmas gibi doğada çok az bulunan, her yerde bulunmayan mallar olarak ayrılabilir. Karmaşıklık ölçümlerinde kıt doğal kaynaklar sorununu kontrol etmek için, ekonomik karmaşıklık endeksinin hesaplamasında belirli bir ülkede üretilen ürünün her yerde bulunmasını, aynı zamanda bu ürünü üreten ve ihracat eden ülkelerin ihracatlarının çeşitliliği ile karşılaştırılır. İki ürünün birlikte ihracat edilme olasılığı ne kadar yüksekse, bunların "yakınlıkları" o kadar büyük ve benzer özellikler içerdiği ve dolayısıyla üretim için benzer üretken yetenekler gerektirdiğine dair daha fazla gösterge belirlenirse bunlar bir anlamda "kardeş" veya "kuzen" ürünleridir. Ortak ihracat göstergesi nihayetinde her bir ürünün "üretken bağlantısının" bir ölçüsü olarak hizmet eder, yani ortak üretim gereksinimlerinin bir sonucu olarak çeşitli ürünleri birbirine bağlayan üretken ağların bir göstergesidir. Bu nedenle yüksek düzeyde bağlantılı malların bilgi ve teknolojik düzeyi yüksektir ve bunlar bilgi merkezleri iken düşük bağlantıya sahip olanlar düşük bilgi düzeyine işaret etmektedir (Gala vd., 2018:226). Ekonomik Karmaşıklık Endeksi ve Ürün Karmaşıklık Endeksi gibi endeksler (Hidalgo ve Hausman, 2009) gibi çalışmaların öncülüğünde geliştirilmiştir. 2011 yılında Harvard ve MIT ortak çalışmasına dayanan Ekonomik Karmaşıklık Atlası yayınlanmış ve ülkeler bu atlas kapsamında karmaşıklık seviyelerine göre sıralanmıştır. Bu endekse göre ülkelerin ihracat düzeyi ve ihracat yaptıkları ürünlerin teknoloji ve bilgi yoğunlukları dikkate alınmaktadır. Dolayısıyla yüksek ihracat yapan bir ülke aynı zamanda nadir üretilen katma değeri yüksek ürünler ihracat ediyorsa bu ülke karmaşıklık sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır (Türkcan, 2019:600). Uluslararası ticarete ilişkin verileri kullanarak ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) hem çeşitlilik hem de yaygınlık kavramlarını kullanarak bir ülkenin üretken yapısını ölçmektedir. Çeşitlilik, bir ülkenin ihracat ettiği ürün sayısını ifade ederken, yaygınlık aynı ürünü ihracat eden ülke sayısını ifade etmektedir. Bu tanıma dayanarak, sofistike ekonomiler, daha fazla çeşitliliğe sahip ancak aynı zamanda daha düşük yaygınlığa sahip olanlardır (Yalta ve Yalta, 2021:7).

Karmaşık bir ekonomide, çeşitli mesleklerde (finans, pazarlama, teknoloji, insan kaynakları, operasyonlar, hukuk) bireylerin etkileşime girmesi ve karmaşık ürünler yapmak için bilgilerini birleştirmesi gerekir. Bu mevcut bilgi olmadan, ülkeler ürün ve zenginlik üretemezler. Yüksek teknoloji ürünlerin ihracatının önemi, küresel ekonomideki rekabet avantajından kaynaklanmaktadır. Karmaşık malları üretme yeteneği ne kadar yüksek olursa, daha az yetenekli ülkelere kıyasla nispeten yüksek verim olasılığı o kadar yüksek olur. Çeşitlendirilmiş ihracat ile teknolojik mallar üretebilen ülkeler, daha sofistike ve nadir kapasiteler gerektiren iç pazarı daha dinamik hale getirmektedir (Hausman vd. 2011; Ferraz, 2018:842). Ekonomik karmaşıklık, günümüz ekonomileri için görüldüğünden daha fazlasını ifade etmektedir. Günümüzün gelişmiş ve hızla gelişen ülkelerine bakıldığında, ürünlerini daha karmaşık hale getirmek için Ar-Ge'ye çok fazla yatırım yaptıkları rahatlıkla görülmektedir. Üretimlerin detaylandırılması, ham ürünler yerine çok daha karmaşık ürünlerin işlenmesi malzeme ve temel mallar, bir ülkeyi rekabet gücünün ve kazancın yüksek olduğu belirli bir yere getirir. Yüksek teknolojiye sahip ve üretimde çeşitlenen ülkeler endekse göre üst sıralarda yer almaktadır. Doğal olarak bu ülkelerin ihracatta rekabet avantajı da bulunmaktadır. Ayrıca, tarımsal üretime ve ihracata dayalı, emek yoğun üretime dayalı ülkeler endeks değerinin düşük düzeyinde yer almaktadır (Erkan ve Yildirimci, 2015:524). Katma değeri ve teknoloji düzeyi yüksek ürünler üretmek, yeniliklerin sağlanması için gerekli bilgilerin sağlanması araştırma geliştirme faaliyetleri sayesinde gerçekleşmektedir. Yeniliklerin yaratılması için gerekli bilgiyi sağlayan araştırma faaliyetleridir. İnovasyonun neden olduğu yapısal değişim, ekonomik kalkınmanın sürdürülmesi için temel olan yeni sektörler yaratmanın ana yoludur. Bu, teknik ve sosyal değişikliklerin yanı sıra şirket ve toplum için faydalı olan yeni becerilerin geliştirilmesini gerektirir. Teknolojik ürünlerin ihracatına ve Ar-Ge'ye odaklanan bir ekonomi, sosyal olarak büyüme ve gelişme eğilimindedir (Ferraz vd., 2018:842). Bu bağlamda bir ülkenin ekonomik karmaşıklığını etkileyen faktörleri içsel ve dışsal faktörler olarak ikiye ayırmak mümkündür. İçsel faktörler ekonomik kalkınma, kaynak donanımı, beşeri sermaye ve kurumlar gibi ülkelerde yerleşik olan değişkenlerdir. Dışsal faktörler ise doğrudan yabancı yatırımlar ve dışa açıklık olarak özetlenebilmektedir (Zhang ve Chan, 2020: 67).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürdeki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde çalışmaların Hidalgo ve Hausmann (2009) tarafından yapılan çalışmadan sonra ekonomik karmaşıklık endeksini hesaplamak veya bu çalışmayı geliştirmek üzerine olduğu (Felipe vd. 2012; Cristelli vd.,2013; Albeaik, 2017) daha sonraları ise çalışmaların ekonomik büyüme, gelir eşitsizliği gibi konularla ilişkisinin araştırıldığı görülmektedir. Hausman vd. (2013) tarafından 128 ülke için yapılan çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksinin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna varılmıştır. Jarreau ve Poncet (2012) tarafından Çin üzerine yapılan çalışmada sofistike ürünlerin üretimine ağırlık veren bölgelerde daha fazla ekonomik büyüme sağlandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Çin üzerine yapılan diğer bir çalışma Gao ve Zhou (2018)'ya aittir. Bu çalışmada 31 eyalet için ekonomik karmaşıklık endeksi hesaplanmış ve kıyı çevresinde bulunan eyaletlerin daha yüksek ekonomik karmaşıklığa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen diğer bir sonuç ise gelir eşitsizliği ile negatif bir ilişkiye sahipken, ekonomik büyüme ile pozitif bir ilişkisi bulunmaktadır. Moghadasi (2018), 2002-2015 dönemi verileriyle Basra Körfezi ülkeleri için ekonomik karmaşık ve ekonomik büyümenin, enflasyon ve gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümenin enflasyon oranı üzerinde olumlu ancak gelir eşitsizliği üzerinde olumsuz etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Özgüzer ve Binatlı (2016) tarafından ise 1995-2010 dönemini kapsayan çalışma AB ülkeleri üzerine yapılmıştır. Analiz sonucuna göre ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümenin enflasyon üzerinde pozitif, gelir eşitsizliği üzerine negatif etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Çeştepe ve Çağlar (2017) tarafından yapılan çalışma 86 ülkeyi kapsamaktadır. Çalışmada 1982-2012 dönemi altı alt döneme ayrılarak analiz edilmiş ve ekonomik karmaşıklık indeksi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Türkcan (2019), ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyüme ilişkisini 1995-2017 dönemi için araştırdığı çalışmada ekonomik büyümenin ekonomik karmaşıklık endeksi üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ancak tersinin geçerli olmadığını tespit etmiştir. Çalışmada Türkiye için ekonomik karmaşıklık açısından belirli bir eşik değerini aşmadan ekonomik büyümenin pozitif etkilenmesinin mümkün olmadığına dikkat çekilmiştir.

Stojkoski vd. (2016)'e ise ülkelerin hetorejen bir yapıya sahip olmalarından yola çıkarak 16 Güneydoğu ve Orta Avrupa ülkesinde ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1995-2013 dönemi için araştırmışlar ve sonuç olarak uzun dönemde ekonomik karmaşıklığın ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği bulgusuna ulaşımlardır. Ancak kısa dönemde böyle bir ilişki tespit edilmemiştir. Erkan ve Yildirimci (2015) ise

ekonomik karmaşıklığı yüksek olan gelişmiş ülkelerin rekabet güçlerinin yüksek olduğunu belirterek Türkiye'nin yüksek teknoloji ürünü ihracatının payının düşük olduğunu ve bu durumun Türkiye'nin ekonomik karmaşıklık seviyesinin ve ihracatta rekabet üstünlüğünün düşük kalmasına sebebiyet verdiğini ifade etmişlerdir. Gaberli (2018), ekonomik karmaşıklık endeksi, fikri mülkiyet hakları ve Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ihracatı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen panel veri analizi sonuçlarına göre, ekonomik karmaşıklık endeksi, Ar-Ge harcamaları ve fikri mülkiyet haklarına yapılan ödemeler ile yüksek teknoloji ihracatı arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ourens (2013) karmaşıklığın uzun vadeli büyümeyi tahmin edebileceğini ancak kısa vadeli büyümeyi tahmin etmek için ampirik destek bulamadığını öne sürmektedir. Poncet ve De Waldemar (2013) karmaşıklığın ekonomik büyümeyi destekleyip desteklemediğinin öncelikle yerli şirketlerin üretim yeteneklerine bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Gala vd. (2018) tarafından yapılan çalışma 147 ülke ve 1979-2011 dönemini kapsamaktadır. Ülkeler arasındaki yakınsama durumunu açıklamak amacıyla yapılan çalışmada ihracat ve üretim karmaşıklığının ülkeler arasındaki yakınsamayı veya uzaklaşmayı açıklamada önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Yıldız ve Yıldız (2019), 10 yeni sanayileşen ülkede ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyüme ilişkisini 1970-2016 dönemi için analiz etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre Meksika, Malezya ve Güney Afrika için ekonomik karmaşıklıktan ekonomik büyümeye tek yönlü ve sadece Çin için çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Şeker (2019) tarafından yapılan çalışmada 1989-2017 yılları arasındaki dönemde Türkiye'nin ECI skoru ile yüksek teknoloji ürünü ihracatı, yerli patent başvuruları ve brüt sabit sermaye yatırımlarının arasındaki ilişki zaman serisi modelleri vasıtasıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Soyyiğit (2018) OECD kurucu ülkeleri açısından, ekonomik kompleksite düzeyi ile kişi başına düşen GSYH düzeyi arasındaki ilişki 1990-2016 dönemi için incelemiştir. Panel eşbütünleşme analizinin yapıldığı çalışma bulguları panelin geneli için iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ortaya koymazken; birimler için Avusturya, Kanada, Yunanistan, İrlanda ve ABD için pozitif ve Norveç için negatif yönlü bir ilişki olduğu sonucunu vermektedir. Zhu ve Li (2017), beşeri sermaye ve karmaşıklığın büyüme ile yakın bir ilişkisi olduğunu göstermektedir. Karmaşıklığın teşvik edilmesi, bir ülkenin ekonomik büyümesini önemli ölçüde hızlandırabilir. Çalışmanın diğer bir bulgusu ise hem orta öğretim hem de yüksek öğretimin bir ülkenin ekonomik büyümesi üzerinde olumlu etkileri vardır. Bununla birlikte, ampirik sonuçlar orta öğretimin uzun ve kısa vadeli büyüme üzerinde nispeten daha güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Doyar ve Yaman (2020), çalışmalarında ekonomik karmaşıklık, gelir ve ileri teknoloji ihracatı arasındaki ilişkiyi Türkiye için araştırmışlardır. 1989-2017 dönemini kapsayan çalışmanın sonuçlarına göre ekonomik karmaşıklık endeksi ve yüksek teknoloji ihracatını en çok etkileyen değişkenin gelir, geliri en çok etkileyen değişkenin ise ekonomik karmaşıklık endeksi olduğu tespit edilmiştir.

Boğa (2019), çalışmasında Avrupa kıtasında yer alan 13 geçiş ülkesinin 1995-2017 dönemine ait yıllık verilerini kullanarak ekonomik karmaşıklık ile ekonomik büyüme ilişkisini panel zaman serisi analizi ile araştırmıştır. Çalışmada ülkeler gelişmişlik seviyesine göre iki gruba ayrılmıştır. Çalışma bulgularına göre birinci grubu oluşturan ülkelerde ekonomik karmaşıklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif ve oldukça güçlü olduğu, ikinci grup ülkelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Bucak (2021), yaptığı çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksi, insani gelişme endeksi ve kişi başına karbon emisyonu ilişkisini AB15 ülkeleri ve Türkiye için 1995-2014 dönemine dair panel veri analizi ile test etmiştir. Çalışma sonucunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş olup ekonomik karmaşıklığın ve insani gelişmenin karbon emisyonuna neden olduğu ve insani olarak gelişmiş toplumlarda katma değeri yüksek mallar üretildiği gösterilmiştir. Udeogu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada 31 OECD ülkesi ve 1982-2017 dönemi için ürün karmaşıklığı ve çeşitliliğinin uzun dönemde ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda ekonomik karmaşıklığın uzun vadede iktisadi büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bucak (2022) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise G8 ülkelerinde ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki 1995-2017 dönemi için araştırılmış ve sonuç olarak değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Çalışmada ülkelerin karmaşık ürünler üretirken çevreyi kirletmelerinin ekonomik gelişmişliğe ve sürdürülebilir kalkınmaya olumsuz yansımaları olacağı vurgulanmıştır. Özbek ve Naimoğlu (2022), Türkiye için çevre kalitesi ve ekonomik karmaşıklık endeksi arasındaki ilişkiyi 1964-2018 dönemi için analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda Türkiye'de söz konusu örneklem döneminde enerji tüketiminin hem kısa hem de uzun dönemde ekolojik ayak izini artırdığını ortaya koymuştur. Ekonomik karmaşıklığın ise uzun dönemde ekolojik ayak izini düşürdüğü; kısa

dönemde artırdığı sonucu elde edilmiştir. Şanlı ve Konukman (2022), orta ve yüksek gelir grubundaki 49 ülke örneğinde ve 1988-2017 dönemi için sofistike ve teknoloji yoğun ihracatın makro iktisadi belirleyicilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmaya göre yerel teknolojik kapasiteyi oluşturan fiziki sermaye, beşeri sermaye ve Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ihracatının temel kaynakları olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bayar (2022), yaptığı çalışmada, CIVETS ülkelerinin 1995 ile 2019 dönemleri arasındaki ekonomik karmaşıklık düzeyi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri yaklaşımı ile araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre panelin geneli ve sadece Mısır için ekonomik karmaşıklık indeksi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Kolombiya, Vietnam ve Türkiye için ekonomik büyümeden ekonomik karmaşıklık indeksine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, Endonezya için ekonomik karmaşıklık indeksinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Genel olarak ekonomik karmaşıklık indeksi üzerinde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, ekonomik karmaşıklık indeksi ile çeşitli ekonomik göstergeler arasındaki ilişkilerin sınındığı görülmektedir. Bu çalışmada ise kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH) ile ekonomik karmaşıklık indeksi ve araştırma geliştirme (Ar-Ge) harcamaları ilişkisi incelenerek, literatüre özgün bir çalışma kazandırılmak istenmektedir.

4. VERİ VE YÖNTEM

Çalışmada 1995-2019 dönemi için Uluslararası Yönetim Geliştirme Enstitüsü (International Institute of Management Development- IMD) tarafından yayımlanan, Dünya Rekabetçilik Yıllığı'nda 2021 yılı için 64 ülke arasından rekabetçilik indeksi sıralamasında yer alan ilk 20 ülke seçilmiştir. Ancak 7 ülkede veri eksikliği sebebiyle çalışma 13 ülke ile sınırlandırılmıştır. Analize dahil edilen ülkeler; Avusturya, Danimarka, İrlanda, Singapur, Amerika, Kanada, Finlandiya, Hollanda, İsveç, Çin, Almanya, Norveç ve Birleşik Krallıktır. Teorik olarak ekonomik karmaşıklık indeksinin üretim faktörlerinin bilgi miktarı ve üretkenliği ile ilişkisi nedeniyle çalışmaya Ar-Ge harcamaları dahil edilmiştir. Diğer değişkenlere ilişkin tanım ve elde edildikleri kaynaklar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Değişken tanımları

Değişkenler	Açıklaması	Kaynağı
$lkgdp_{it}$	Kişi başına GSYH büyümesi	Dünya Bankası
lrg_{it}	Ar-Ge Harcamalarının GSYH içinde payı	Dünya Bankası- Dünya Kalkınma Göstergeleri-OECD
$leco_{it}$	Ekonomik Karmaşıklık Endeksi	OEC (Observatory of Economic Complexity)

Analizlerde bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmasını sağlamak amacıyla tüm değişkenlerin logaritmaları alınmıştır. İlgili ülkeler için alınan veri setlerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Değişkenlerin standart sapmalarının birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kişi başına düşen GSYH değişkeninin nispeten daha volatil olduğu ve Jarque-Bera normallik sınavına göre değişkenlerin normal dağılmadığı gözlenmektedir.

Tablo 2: Tanımlayıcı istatistikler

Değişken	LKGDP	LECO	LRG
Ortalama	10.658	0.232	0.731
Medyan	10.791	0.385	0.698
Maksimum	11.496	0.756	1.354
Minimum	7.779	-2.408	-0.574
Standart Sapma	0.602	0.465	0.338
Çarpıklık	-3.010	-2.334	-0.528
Basıklık	12.448	11.193	3.483
Jarque-Bera	1699.57	1204.061	18.260
Probability	0.000	0.000	0.000
Gözlem	325	325	325

Çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksi ve GSYH içinde Ar-Ge harcamalarının payının, kişi başına GSYH ile uzun dönemde ilişkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi Panel ARDL (Autoregressive distributed lag models) modeli ile sınanmıştır. Kurulan modele ait denklem (1)'de verilmiştir:

$$kgdp_{it} = f(leco_{it}, rge_{it}) \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, 13$ (yatay kesit boyutu (ülke sayısı), N)

$t = 1, 2, \dots, 25$ (zaman boyutu, T)

Kurulan uzun dönem regresyon modelinin temel denklemi (2)'de verilmiştir.

$$lkgdp_{it} = \gamma_{0i} + \gamma_{1i} leco_{it} + \gamma_{2i} lrg_{it} + \mu_i + \nu_{it} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'deki γ uzun dönem katsayılarını, μ_i birim etkiyi ve ν_{it} hata terimini ifade etmektedir. Farklı veya aynı düzeyde eşbütünlük ilişkisine (bağımlı değişken I(1), bağımsız değişken I(0) veya I(1) gibi) sahip olan değişkenler için uzun dönem ilişkisi, Panel ARDL analizi ile test edilebilmektedir. Bununla birlikte panel ARDL modelinde uzun dönemde dengede oluşabilecek sapmalar hata düzeltme modeli ile ortadan kaldırılabilir. Bu bağlamda kısa dönem dinamikler hata düzeltme denklemi yardımıyla dengeye getirilebilmektedir. Söz konusu eşitlik aşağıdaki gibidir (3):

$$\Delta lkgdp_{it} = \phi_i (lkgdp_{it-1} - \gamma_{0i} - \gamma_{1i} leco_{it-1} - \gamma_{2i} lrg_{it-1}) + \alpha_{it} (\Delta leco_{it-1} + \alpha_{it} \Delta lrg_{it-1}) + \nu_{it} \quad (3)$$

ϕ_i parametresi hata düzeltme hızını belirtmektedir. $\phi_i = 0$ sonucuna ulaşırsa uzun dönemli bir ilişki bulunmamaktadır. Kısa dönemde dengede oluşacak sapmaların, uzun dönemde ortadan kaldırılabilmesi ϕ_i parametrenin negatif olması ile ilgilidir. Bu nedenle hata düzeltme hızı teriminin negatif çıkması beklenmektedir (Blackburne, Frank, 2007:202).

ARDL modeli için Mean Grup Tahmincisi (MG) ve Pooled Mean Grup tahmincisi (PMG) Paseran vd. (1999) tarafından geliştirilmiştir. MG tahmincisinin PMG'ye göre eksikliği paneli meydana getiren birimler arasında belirli parametreleri farklı olarak ortaya koymaktadır. PMG tahmincisi ise paneli oluşturan ülkeler arasında uzun dönem parametrelerin aynı olmalarına izin vererek test etmektedir. Ancak PMG ülkeler arasında hata varyanslarının, sabitin ve kısa dönem parametrelerinin farklı olmasını sağlamaktadır. PMG tahmincisi MG'deki bu eksikliği gidermektedir. Böylece, panel ARDL modelinde değişkenlerde uzun dönem homojenite, kısa dönemde heterojenite uygulanarak test edilmektedir (Güler ve Özyurt, 2011: 15).

Pesaran, Shin ve Smith (1997) PMG tahmincisi ile gruba özgü modelleme yaparak kısa dönem parametrelerini, sabitleri, hata düzeltme parametrelerini ve hata varyanslarını kendi içinde test etmektedir. Uzun dönem katsayılarını modellerken ise dengede oluşacak sapmaları her ülke için farklı hata düzeltme hızı parametresi ile heterojen bir şekilde hesaplamaktadır. Bu bakımdan panel ARDL analizinde, uzun dönem katsayıları panellerde ortak, kısa dönem katsayıları birimlerde farklı olmaktadır (Ersin ve Süt, 2022: 306).

5. AMPİRİK ANALİZ SONUÇLARI

Kişi başına GSYH'nin, ekonomik karmaşıklık endeksi ve Ar-Ge harcamaları ile ilişkisini ekonometrik anlamda analiz etmeyi amaçlayan bu çalışmada öncelikle, bazı sınamalar yapılmıştır. Bu bağlamda ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik test edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı, ülkelerden birinde yaşanacak bir şokun diğer ülkelere yansımalarını ifade etmektedir. Pesaran (2004) yatay kesit bağımlılığı testi (Cross Section Dependent Lagrange Multiplier-CDLM) çalışmalarda en çok tercih edilen testlerdendir. Farklı koşullarda kullanılabilen test, zaman boyutunun yeterince büyük olması halinde geçerli olarak kabul edilmektedir (Koç vd.,2016: 16). Tablo 3'de yatay kesit bağımlılığı incelenmiştir. Buna göre, çalışmada dikkate alınan 13 ülkede yatay kesit bağımlılığının olmadığını belirten sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir. Kalıntıların ülkeler arası korelasyonlu olduğunu belirten alternatif hipotez reddedilmiştir. Dolayısıyla yatay kesit bağımlılığının olmadığı ve ülkelerden herhangi birinde meydana gelecek şokun diğer ülkeleri etkilemeyeceği söylenebilir.

Tablo 3: Yatay kesit bağımlılığı testi

Test	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Pesaran CD	1.391	0.164

Panel veri analizinde ilgili ülkede oluşabilecek değişimin diğer ülkeleri aynı düzeyde etkileyip etkilemediği homojenlik testi ile sınanmaktadır. Test, eğer ülkelerin ekonomik yapıları birbirlerine benzer ise katsayılar homojen, değilse heterojen olarak sonuçlanmaktadır. Tablo 4’de Hsiao (1986) homojenlik testi sonuçları yer almaktadır. H1 ve H2 hipotezlerine göre katsayılar homojen olup hipotezlerin alternatifleri heterojendir. H3 hipotezinin ise alternatifi kısmi heterojendir (Turgut ve Uçan, 2019: 10). Bu bağlamda Tablo 4’e göre %5 anlamlılık düzeyinde ilk iki hipotezde reddedilmekte, alternatifi kabul edilmekte ve H3 hipotezine göre ise kısmi heterojenlik kabul edilmektedir. Böylece katsayılar heterojen olup ülkelerin ekonomik yapılarının farklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4: Hsiao homojenlik testi

Hipotez	F-İstatistik	Olasılık Değerleri
H1	150.149	2.60E-164
H2	8.554	3.82E-22
H3	273.434	6.60E-157

Çalışmada serilerin durağanlığını test etmek için yatay kesit bağımlılığı olmayan paneller için uygulanan birim kök testleri ile sınama yapılmıştır. Bu nedenle birinci nesil panel birim kök testlerinden Fisher ADF, Fisher PP ve Levin, Lin & Chu testlerinden yararlanılmıştır. Tablo 5’de durağanlık analizinden elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Buna göre kişi başına GSYH Fisher PP testine göre, ekonomik karmaşıklık endeksi Fisher PP ve Levin, Lin ve Chu testine göre ve Ar-Ge harcamaları Levin, Lin ve Chu testine göre düzeyde durağan dışı çıkmıştır. Bu nedenle tüm değişkenlerin farkı alınmış ve birinci farklarında durağan olarak bulunmuşlardır. Bazı birim kök testlerine göre aynı seviyede bazılarında göre farklı seviyede durağan bulunan seriler için panel ARDL analizi uygulanmıştır.

Tablo 5: Birim kök testi sonuçları

Değişkenler***	Fisher ADF Testi			
	Düzye	Olasılık	Birinci Farkı	Olasılık
LKGDP	40.402	0.036**	107.143	0.000
LECO	40.751	0.033**	209.372	0.000
LRG	60.442	0.000	285.453	0.000
Değişkenler***	Fisher, Philips & Perron (PP) Testi			
Düzye	Olasılık	Birinci Farkı	Olasılık	Olasılık
LKGDP	30.532	0.246	137.136	0.000
LECO	37.795	0.063*	246.692	0.000
LRG	81.642	0.000	379.421	0.000
Değişkenler***	Levin, Lin ve Chu Testi			
Düzye	Olasılık	Birinci Farkı	Olasılık	Olasılık
LKGDP	-2.447	0.007	-8.575	0.000
LECO	-0.465	0.321	-12.371	0.000
LRG	0.993	0.840	-19.630	0.000

*%10 **%5 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. *** Tüm değişkenler için düzeyde sabitli ve trendli birinci farkta sabitli model seçilmiştir. Ayrıca bandwidth genişliği olarak Newey-West metodu ve Bartlett metodu ile Schwarz bilgi kriteri seçilmiştir.

Değişkenlerin durağanlığı sılandıktan sonra tüm değişkenlerin I(1) olduğu görülmüştür. Uzun dönemde karşılıklı ilişkiyi incelemek için panel eşbütünleşme testleri olan Pedroni (1999), Kao (1999) ve Johansen-Fisher testleri uygulanmıştır. Söz konusu testler yatay kesit bağımlılığı olmadığından kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar tablo 6'da verilmiştir. Pedroni testine göre panel varyans sınaması dışında diğer olasılık değerleri için sıfır hipotez reddedilmiş ve eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kao testine göre olasılık değeri anlamlı çıkmayıp, eşbütünleşme yoktur hipotezi kabul edilmiştir. Johansen-Fisher testine göre ise hem iz hem de maksimum özdeğer sınamalarına ait olan olasılık değerleri anlamlı bulunmuş ve eşbütünleşme olduğu görülmüştür. Panel eşbütünleşme testleri sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde kişi başına GSYH, ekonomik karmaşıklık endeksi ve GSYH içinde Ar-Ge harcamaları değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 6: Panel eşbütünleşme testleri

Pedroni Testi*	İstatistiği	Olasılık Değeri		
Panel Varyans	-2.780	0.997		
Panel rho	-4.651	0.000		
Panel Phillips-Perron	-5.444	0.000		
Panel ADF	-5.253	0.000		
Group rho	-2.219	0.013		
Group Phillips-Perron	-4.244	0.000		
Group ADF	-4.912	0.000		
Kao Testi*	İstatistiği	Olasılık Değeri		
ADF	-0.124761	0.450		
Johansen-Fisher Test**	Fisher İstatistiği İz (trace) Değeri	Olasılık Değeri	Fisher İstatistiği Maksimum (max-eigen) Özdeğer	Olasılık Değeri
Hiç yok	142.3	0.000	101.300	0.000
En az 1 vektör	69.14	0.000	52.200	0.002
En az 2 vektör	62.69	0.000	62.690	0.000

*Bandwidth genişliği olarak Newey-West metodu ve Bartlett metodu ile Schwarz bilgi kriteri seçilmiştir. ** 2 gecikme ve model 3 ile çalışılmıştır. *, ** Sıfır hipotezi: Eşbütünleşme yoktur.

Modelde eşbütünleşik ilişki olduğu bulunduktan sonra farklı bir yöntemden yararlanmak tercih edilmiştir. Bu nedenle uzun ve kısa dönem katsayılarının tahmini ARDL analizi ile yapılmıştır. PMG tahmincisi, farklı seviyede eşbütünleşik olarak bulunan değişkenleri aynı modelde tahmin etmekte ve hem hata düzeltme katsayısını hem de kısa ve uzun dönemli ilişkileri hesaplamaktadır (Dam ve Şanlı, 2019: 1036). Bu doğrultuda homojen ve heterojen değişkenler için eşbütünleşmeyi test eden Panel ARDL (PMG) sonuçları tablo 7'de verilmiştir. Veri setimizin denklemindeki deterministik bileşenlerin özelliklerinden dolayı trend seçimi yapılmıştır. Deterministik bileşen varsayımı eşbütünleşik yapıdaki bir modelde iktisadi ilişkinin olduğu varsayımına dayanmaktadır (Korap, 2020: 207; Şak, 2018: 340). Kişi başına GSYH, ekonomik karmaşıklık endeksi ve GSYH içinde Ar-Ge harcamalarının iktisadi olarak birbirleri ile doğrudan ve dolaylı ilişkisinin olduğu çalışmanın teorik kısmında vurgulanmıştır. Bu nedenle modele trend eklenerek tahmin yapılmıştır. Panel ARDL modeli öncelikle trendsiz daha sonra trendli olarak tahmin edilmiştir. Modele trend ilave edilince trendin anlamlı çıktığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde değişkenler anlamlı çıkmamıştır. Sonuçlar yorumlandığında, uzun dönemde seçilen ülkelerde, hem ekonomik karmaşıklık endeksi hem de GSYH içinde Ar-Ge harcamaları, kişi başına GSYH'yi pozitif yönde etkilemektedir. Bu sonuç teori ve literatür ile örtüşmektedir. Kısa dönemde modelin hata düzeltme parametresi istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde anlamlı bulunmuş ve -0.370 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değer hem negatif hem de 1'den küçük çıkmıştır. Böylece uzun dönemde dengede oluşacak sapmaların %0.37'si bir sonraki dönemde düzeltilmektedir. Kısa dönem denklemlerinde GSYH içinde Ar-Ge harcamaları değişkeni hem kendisi hem de gecikmeli değeri anlamlı çıkmıştır. Ekonomik karmaşıklık endeksi değişkeni ise kısa dönemde anlamlı çıkmamıştır. Buna göre kısa dönemde GSYH içinde Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1 oranında artış kişi başına GSYH'yi %0.161 oranında azaltmaktadır. Ekonomik karmaşıklık endeksi değişkeninde kısa dönemde oluşacak değişim kişi başına GSYH'yi negatif etkilemektedir.

Tablo 7: Panel ARDL uzun ve kısa dönem sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistik	Olasılık Değeri
Uzun Dönem				
LRG	0.099	0.075	1.324	0.187
LECO	0.057	0.052	1.102	0.272
Kısa Dönem				
ECM	-0.370	0.110	-3.369	0.001
Δ LRG	-0.161	0.051	-3.156	0.002
Δ LRG(-1)	-0.104	0.044	-2.333	0.021
Δ LECO	-0.032	0.030	-1.055	0.293
Δ LECO(-1)	-0.038	0.023	-1.637	0.103
C	3.860	1.153	3.348	0.001
@TREND	0.006	0.002	2.738	0.007

* Akaike bilgi kriteri ve gecikme uzunluğu 3 olarak seçilmiştir. Kurulan en uygun model ARDL (3, 2, 2) modelidir. Log likelihood: 829.641.

Tablo 8: Ülkelerin Hata Düzeltme Katsayıları

Ülkeler	Katsayı	Std. Hata	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Avusturya	-0.216	0.013	-16.879	0.001*
Kanada	-0.284	0.012	-23.505	0.000*
Çin	-0.246	0.003	-78.813	0.000*
Danimarka	-0.239	0.015	-15.715	0.001*
Finlandiya	-0.259	0.012	-20.992	0.000*
Almanya	-1.601	0.135	-11.835	0.001*
İrlanda	-0.007	0.005	-1.277	0.292
Hollanda	-0.307	0.007	-43.570	0.000*
Norveç	-0.131	0.005	-25.825	0.000*
Singapur	-0.633	0.056	-11.229	0.002*
İsveç	-0.373	0.011	-35.482	0.000*
Birleşik Krallık	-0.290	0.006	-46.737	0.000*
Amerika	-0.224	0.014	-15.483	0.001*

*%1 önem düzeyinde anlamlıdır.

Tüm ülkeler için hata düzeltme katsayılarının negatif olduğu görülmüş ve İrlanda dışında diğerleri için anlamlı olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Tablo 8'de yer almaktadır. Dolayısıyla her ülke için uzun dönemli ilişkinin bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Tablo detaylı incelendiğinde Almanya, İsveç, Hollanda ve Singapur'a ait katsayılar nispeten yüksek çıkmıştır. Küçük bir ülke olmasına rağmen sosyo-ekonomik anlamda gelişmiş olan Singapur, Ar-Ge yatırımlarına önem vermekte ve bu bakımdan uzun dönemde dengede oluşacak sapmaları büyük oranda bertaraf edebilmektedir. Almanya ve İsveç'in ihracat mallarındaki çeşitlilik ve üretimde aktif şekilde yer alması, 1995-2019 döneminde, ekonomik karmaşıklık endeksi oranlarının yüksek çıkmasına yol açmıştır. Söz konusu ülkeler kişi başına gelir, ekonomik karmaşıklık ve Ar-Ge harcamalarında zamanla istikrarlı bir şekilde iyileşme sergilemişlerdir. Bu ülkelerin sosyo-ekonomik ve makro ekonomik gelişme düzeylerinin nispeten hem olumlu hem de istikrarlı olduğu söylenebilir. Dolayısıyla söz konusu ülkeler kısa dönemdeki dengesizliklerden daha az etkilenmektedir. Avusturya, Kanada, Çin, Danimarka, Finlandiya, Birleşik Krallık ve Amerika için bulunan katsayılar birbirlerine yakındır. Bu ülkelerden Çin dışında diğer ülkelerin kişi başına GSYH değerleri yüksektir. Çin'in ihracatı zamanla istikrarlı bir şekilde çeşitlenme gösterip ekonomik karmaşıklık endeksi artmıştır. Kanada'nın ekonomik karmaşıklık endeksi ise zamanla azalma eğilimine girmiştir. Danimarka, Finlandiya, Birleşik Krallık ve Amerika ekonomik karmaşıklık endeksinde istikrarlı bir sonuç sergilemiştir. Bununla birlikte özellikle Avusturya ve Finlandiya Ar-Ge harcamalarına önem vermektedir. Bu bakımdan söz konusu ülkeler genel olarak değerlendirildiğinde, kısa dönemde oluşacak dengesizliklerden nispeten fazla etkilenmektedir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüz dünyasında ülkelerin teknoloji ve bilgi düzeyi rekabet avantajı yaratan temel faktörler haline gelmiştir. Bu bağlamda ekonomik karmaşıklık düzeyi ülkelerin sürdürülebilir büyümeyi sağlamasında son dönemde giderek öne çıkan önemli bir faktördür. Ekonomik karmaşıklık bir ülkenin üretim kapasitesinin toplamını göstermekle kalmaz aynı zamanda yüksek oranda sofistike üretme kapasitesini gösterir. Karmaşıklık düzeyinin yüksek olması ülkenin somut veya soyut ölçüdeki tüm yeteneklerinin güçlü olduğu anlamını taşımaktadır. Bilgiye dayalı bir ekonomide yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürünler üretebilmek uzun dönemde hem ihracat artışının hem de teknolojik değişim ve ekonomik büyümenin temel katalizörüdür. Ekonomik karmaşıklık endeksi sıralamasında üst sıralarda yer alan ekonomilere bakıldığında bu ülkelerin Ar-Ge yatırımlarına önem veren ülkeler olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada ekonomik karmaşıklık düzeyi ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi rekabetçilik düzeyi yüksek 13 ülke örneklemeyle incelenmiştir. Elde edilen bulgular ekonomik karmaşıklık ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyümeye uzun dönemde pozitif katkı yaptığı yönündedir. Kısa dönem denklemlerinde GSYH içinde Ar-Ge harcamaları değişkeni hem kendisi hem de gecikmeli değeri anlamlı çıkmıştır. Ekonomik karmaşıklık endeksi değişkeni ise kısa dönemde anlamlı çıkmamıştır. Elde edilen bulgular Stojkoski vd. (2016)'in ve Ourens (2013) elde ettikleri sonuçlar ile örtüşmektedir. Çalışmada yer alan ülkelerin çoğunluğunun gelişmiş ülke kategorisinde yer aldığı düşünüldüğünde elde edilen sonuçların kuramsal yaklaşımı da desteklediği düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar rekabetçi ülkelerin kalkınmasında ekonomik karmaşıklığın ve Ar-Ge harcamaların önemini ortaya koymaktadır. Küresel rekabetçilikte avantaj elde edebilmek ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlayabilmek ihraç edilen ürünlerin teknoloji ve katma değeri yüksek ve bu doğrultuda daha sofistike ürünler üretmenin önemi ön plana çıkmaktadır. Uygulanacak politikaların ülkelerin sahip oldukları yetenekleri geliştirici, üretilen ürünlerin ise çeşitli ve daha karmaşık ürünlere yönelik olması gerekliliği doğmaktadır. Özellikle bilgi yoğun ve karmaşık ürünlerin üretilmesinin Ar-Ge harcamalarına ve beşeri sermayenin niteliğine bağlı olduğu düşünüldüğünde izlenecek eğitim politikaların önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Üretken bilgi kapasitesini artırmak ve bu sayede ürünlerin sofistike seviyesini yükseltmek için sanayi ve üniversite-araştırma kurumları arasındaki işbirliğini sağlayacak politikalara duyulan ihtiyaç artmaktadır. Teknoloji düzeyi yüksek ve karmaşık ürünle üretebilen üretken yeteneklere bağlı olduğu için ülkelerin kurumsal alt yapısının sağlamlığı önem kazanmaktadır. Ar-Ge yatırımları hem üretkenliği arttırarak hem de "yaparak öğrenme" etkisi ile ihracata yönelik üretimde katma değeri arttırmakta ve farklı pazarlara girebilmeyi sağlamaktadır. Bu yüzden Ar-Ge faaliyetlerine daha fazla bütçe ayrılması, araştırmacı sayısının arttırılması ve bunların sağlanması için gerekli vergi ve sübvansiyon düzenlemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda firmaların teşvik edilmesi ihracatta dönüşüm sürecine katkı sağlayabilecektir. Bununla birlikte hükümetlerin izleyeceği eğitim, sağlık, beşeri sermayenin iyileştirilmesi ve altyapının güçlendirilmesine yönelik politikaların önemi bu anlamda ön plana çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M. ve Hidalgo, C. A. (2017). "Improving The Economic Complexity Index". Arxiv:1707.05826.
- Bayar, İ. (2022). "Ekonomik Karmaşıklık İndeksi ve Ekonomik Büyüme: CIVETS Ülkelerinden Ampirik Kanıtlar", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 36, 237-251.
- Blackburne, E. F. ve Frank; M. W. (2007). "Estimation of Nonstationary Heterogeneous Panels", *The Stata Journal*, 7(2), 197-208.
- Bucak, Ç. (2021). "AB15 ülkelerinde ve Türkiye'de Ekonomik Karmaşıklık Endeksi, İnsani Gelişme Endeksi ve Karbon Emisyonu: Panel Veri Analizi. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 12(1), 71-88.
- Bucak, Ç. (2022). "G8 Ülkelerinde ve Türkiye'de Ekonomik Karmaşıklık ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Analizi". *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 1-16.
- Boğa, S. (2019). Ekonomik Karmaşıklık Seviyesinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Geçiş Ülkeleri İçin Bir Panel Zaman Serisi Analizi. *Akademik Hassasiyetler*, 6(12), 357-386.
- Can, M. ve Doğan, B. (2018). "Ekonomik Kompleksite ve Finansal Gelişme İlişkisi: Türkiye Örnekleminde Ampirik Bir Analiz", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 55(638), 5-16.

- Cristelli, M., Gabrielli, A., Tacchella, A., Caldarelli, G. ve Pietronero, L. (2013). "Measuring the Intangibles: A Metrics for the Economic Complexity of Countries and Products", *PloS One*, 8(8), e70726.
- Çeştepe, H. ve Çağlar, O. (2017), "Ürün Sofistikasyonu Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi", *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı, 992-1000.
- Dam, M. M. ve Şanlı, O. (2019). «Ekonomik Özgürlüğün Büyüme Üzerindeki Etkisi: BRIC-T Ülkeleri Üzerine Bir Panel ARDL Analizi». *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(4), 1027-1044.
- Doyar, B.V. ve Yaman, H. (2020). "Ekonomik Karmaşıklık Endeksi, Gelir ve Yüksek Teknoloji İhracatı Arasındaki Karşılıklı İlişkilerin Analizi: Türkiye Örneği", *Pearson Journal of Social Sciences&Humanities*" 5(8), 41-52.
- Erkan, B. ve Yildirimci, E. (2015), "Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 524 – 533.
- Ersin, Ö. ve Süt, A. T. (2022). "Kırılgan Beşli Ülkelerinde Finansal Gelişme ve Uluslararası Ticaretin Büyüme Üzerindeki Etkileri: Panel ARDL Analizi", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*", 23 (1), 2099-313.
- Felipe, J., Kumar, U., Abdon, A. ve Bacate, M. (2012). "Product Complexity and Economic Development", *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(1), 36-68.
- Ferraz, D., Moralles, H. F., Campoli, J. S., Oliveira, F. C. R. D., ve Rebelatto, D. A. D. N. (2018). "Economic Complexity and Human Development: DEA performance measurement in Asia and Latin America", *Gestão & Produção*, 25, 839-853.
- Hausmann, R., Hwang, J. ve Rodrik, D. (2007). "What you export matters", *Journal of Economic Growth*, 12(1), 1-25.
- Hausmann, R., ve Hidalgo, C. A. (2011). "The Network Structure of Economic Output", *Journal of Economic Growth*, 16(4), 309-342.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A. ve Yıldırım, M. A. (2013). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. The MIT Press, Cambridge.
- Hidalgo, C. A. (2009) "The Dynamics of Economic Complexity and the Product Space over a 42 Year Period", *CID Working Paper*, Center for International Development, 189.
- Hidalgo, C. A., ve Hausmann, R. (2009). "The Building Blocks of Economic Complexity", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 10570–10575. doi:10.1073/pnas.0900943106.
- Hsiao, C. (1986). *Analysis of Panel Data*, NY: Cambridge University Press, New York.
- IMD (International Institute of Management Development). 2021. (09.03.2022), <https://www.imd.org/research-knowledge/reports/imd-annual-report-2021/>
- Jarreau, J. ve Poncet, S. (2012). "Export Sophistication and Economic Growth: Evidence from China", *Journal of Development Economics*, 97(2), 281-292.
- Gaberli, Ü. (2018). "G7 Ülkelerinde Fikri Mülkiyet Haklarına Yapılan Ödemeler ve Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji İhracatına Etkisi: Bir Panel Veri Analizi", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 641, 67 - 82.
- Gala, P., I. Rocha ve G. Magacho, (2018). "The Structuralist Revenge: Economic Complexity as an Important Dimension to Evaluate Growth and Development", *Brazilian Journal of Political Economy* 38, 219-236.
- Gao, J. ve Zhou, T. (2018). "Quantifying China's Regional Economic Complexity", *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 492, 1591-1603.
- Güler, A. ve Özyurt, H. (2011). "Merkez Bankası Bağımsızlığı ve Reel Ekonomik Performans: Panel ARDL Analizi", *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 11-20.
- Kao, C. (1999). "Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data", *Journal of Econometrics*, 90, 1-44.
- Koç, T., Koç, M., ve Gümüüş, F. B. (2016). "Sustainability of High Technology Export: Evidence From European Countries", *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 1(3), 317-324.
- Korap, L. (2020). "TL/ABD Doları Döviz Kuru Belirlenme Modeli: Ardl Sınır Testi Uygulaması". *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 201-214.

- Levin, A., Lin, C., ve Chu, C.J. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties", *Journal of Econometrics*, 108(1), 1-24.
- Moghadasi, L.S. (2018). "The study of Economic Complexity and GDP Effect on Inflation Rate and Income Inequality in Persian Gulf States 2002 -2015", *Mapta Journal of Mechanical and Industrial Engineering (MJMIE)*, 2(3), 31-39.
- OEC (Observatory of Economic Complexity. (2022). Economic Complexity Legacy Rankings (ECI). (09.03.2022), <https://oec.world/en/rankings/country/eci/>
- OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development). (09.03.2022). <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>
- Ourens, G. (2013). "Can the Method of Reflections Help Predict Future Growth." Discussion Paper No. 2013008, Louvain-la-Neuve: Université Catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES). <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/en/object/boreal%3A127055>.
- Özbek, S. ve Naimoğlu, M. (2022). "Çevre Kalitesi-Ekonomik Karmaşıklık İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Fourier Eşbütünleşme Analizi", *İstanbul İktisat Dergisi*, 72, 407-431.
- Özgüzer, G.E. ve Binatlı, A. O. (2016)."Economic Convergence in the EU: A Complexity Approach", *Eastern European Economics*, 54(2), 93-108.
- Pedroni, Peter (1999). "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-678
- Pesaran, M. Hashem, Shin, Yongcheol ve Smith, Ron. P. (1997). "Estimating Long-Run Relationships in Dynamic Heterogeneous Panels", DAE Working Papers Amalgamated Series 9721.
- Pesaran, M.H., Shin, Y.ve Smith, R.J. (1999). "Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels". *Journal of the American Statistical Association*, 94/446, 621-634.
- Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Corss Section Dependence in Panels. IZA Discussion Paper, 1240.
- Poncet, S. ve De Waldemar, S. F. (2013)."Export Upgrading and Growth: The Prerequisite of Domestic Embeddedness", *World Development*, 51, 104–118.
- Rodrik, D. (2006). "What's So Special About China's Exports?", *China & World Economy*, 14(5), 1-19.
- Sepehrdoust, H., Davarikish, R. ve Setarehie, M. (2019). "The Knowledge-Based Products and Economic Complexity in Developing Countries", *Heliyon* 5(12), 1-11.
- Soyyigit, S. (2018). "OECD Kurucu Ülkelerinde Ekonomik Kompleksite Düzeyi ile Kişi Başına Düşen GSYH Arasındaki İlişki: Panel Eşbütünleşme Analizi", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 21(2), 374-392.
- Stojkoski, V., Utkovski, Z. ve Kocarev, L., (2016). "The Impact of Services on Economic Complexity: Service Sophistication as Route for Economic Growth", *PLoS one*, 11(8), e0161633.
- Şeker, A. (2019). "Teknolojik Gelişme ve Yüksek Teknoloji İhracatının Ekonomik Karmaşıklık Endeksi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2): 377-395.
- Şak, N. (2018). "Panel Eşbütünleşme Analizi"., *Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi (Ed: S. Güriş) (s. 318-348)*. İstanbul: Der Yayınları.
- Şanlı, D. ve Konukman, A. (2022). "Yüksek Teknoloji Ürün İhracatını Belirleyen Makroekonomik Faktörler Üzerine Ampirik Bir Analiz", *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40(2), 343-367.
- Turgut, E. ve Uçan, O. (2019). "Yolsuzluğun Vergi Oranları İle Olan İlişkinin OECD Ülkeleri Örneklerinde İncelenmesi" . *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 1 (3) , 1-17 .
- Türkcan, B. (2019). "Türkiye İçin Ekonomik Karmaşıklık Endeksi ve Büyüme Arasındaki İçsel İlişki: Bir Eşanlı Denklem Sistemi Analizi", *ICOAEF VI*, Balıkesir 16-17 Kasım 2019.
- Türkcan, B. (2021). "Entrepreneurship in Complex Economic Systems: Acting in Networks and Adapting to Cycles", *Engines of Economic Prosperity: Creating Innovation and Economic Opportunities through Entrepreneurship (Ed:M.İnce Yenilmez ve Burak Darıcı)*, PalgraveMacmillan, Cham, 37-48.

- Udeogu, E., Roy-Mukherjee, S., ve Amakom, U. (2021). "Does Increasing Product Complexity and Diversity Cause Economic Growth in the Long-Run? A GMM Panel VAR Evidence". *Sage Journals Open*, 11(3), 1-16.
- World Bank (2022). World Bank Development Indicators. (09.03.2022). <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.
- Yalta, A.Y. ve Yalta, T. (2021), "Determinants of Economic Complexity in MENA Countries", *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), 5-16.
- Yıldız, G. ve 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.
- Zhang, S. ve Chen, C. (2020). Does outward foreign direct investment facilitate China's export upgrading? *China & World Economy*, 28(5), 64-89.
- Zhu, S. ve Li, R. (2017). "Economic Complexity, Human Capital and Economic Growth: Empirical Research Based on Cross-Country Panel Data", *Applied Economics*, 49(38), 3815-3828.

Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)

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