

Yükselen Ekonomilerde Teknolojik Yakınsama: Birim Kök Testleri ile Bir İnceleme

Technological Convergence in Emerging Economies: An Investigation with Unit Root Tests

Mustafa ZUHAL¹ 

Öz

Teknolojik gelişmeler, ülkelerin ekonomik büyümesinde ve kalkınmasında önemli rol oynamaktadır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki başta gelir olmak üzere sosyoekonomik faktörlerde yakınsamanın temelinde teknolojik gelişmeler yer almaktadır. Aynı zamanda gelişmekte olan ülkeler teknolojik yetenek düzeylerini geliştirerek lider ülkeleri yakalamayı hedeflemektedirler. Bu aşamada başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere ülkeler arasındaki teknolojik yakınsamanın incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada on yükselen ekonomide teknolojik yakınsamanın olup olmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda patent sayıları, işgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği üzerinden teknolojik yakınsama Pesaran CADF ve SURADF birim kök testleri ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, bazı ülkelerde yakınsama olsa da, ülkeler arasında genel olarak teknolojik yakınsama doğrulanmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik gelişme, Teknolojik yetenek, Teknolojik yakınsama, Yükselen ekonomiler ve Birim kök testi

Jel Sınıflaması: O47, J24, O33

ABSTRACT

Technological developments play an important role in economic growth and development and form the basis in the convergence of socioeconomic factors between developed and developing countries, especially income. At the same time, developing countries aim to catch up with the leading countries by improving their technological capabilities, and examining the technological convergence between countries, especially developing countries, is essential at this stage. This study aims to examine whether technological convergence occurs in 10 emerging economies. For this purpose, the study analyzes technological convergence over the variables of number of patents, labor productivity, and total factor productivity using Pesaran's (2007) cross-sectionally augmented Dickey-Fuller (CADF) and seemingly unrelated regression augmented Dickey-Fuller (SURADF)



DOI: 10.26650/JEPR1260520

¹Arş. Gör. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

ORCID: M.Z. 0000-0002-4645-4628

Sorumlu yazar/Corresponding author:

Mustafa ZUHAL,
Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

E-posta/E-mail:
mzuhal@gumushane.edu.tr

Başvuru/Submitted: 05.03.2023

Revizyon Talebi/Revision Requested:
07.06.2023

Son Revizyon/Last Revision Received:
09.06.2023

Kabul/Accepted: 12.06.2023

Atıf/Citation: Zuhall, M. (2023). Yükselen ekonomilerde teknolojik yakınsama: birim kök testleri ile bir inceleme. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi - Journal of Economic Policy Researches*, 10(2), 567-586.
<https://doi.org/10.26650/JEPR1260520>



unit root tests. According to the results of the analysis, although there is convergence in some countries, it does not confirm in general technological convergence among the countries.

Keywords: Technological development, Technological capability, Technological convergence, Emerging economies, Unit root test

Jel Classification: O47, J24, O33

EXTENDED ABSTRACT

Technological developments play an important role in economic growth and development. However, the neoclassical approach ignores technological learning and effort by considering technology as an external element. Moreover, this approach assumes that countries will converge in the long run due to free technology. However, these assumptions of the neoclassical approach have been criticized by the evolutionary approach, and special attention has been given to technological learning. In the evolutionary approach, technological learning and imitation are included in the convergence process. In general, convergence is evaluated as an economy's tendency toward a steady state by growing or shrinking at a certain speed (Ünsal, 2007, p. 157). In this respect, whether technological convergence occurs in developing countries needs to be investigated. This study aims to examine whether technology convergence occurs in developing countries. For this purpose, the study considers the ten big emerging markets (BEM-10) of Argentina, Brazil, China, India, Indonesia, South Korea, Mexico, Poland, South Africa, and Türkiye from among important economies and discusses these emerging economies. Unlike other studies, this one includes total factor and labor productivity in the analysis as supplemental variables, as well as the number of patents, thus aiming to analyze the technological developments among countries in detail over different variables. The study also aims to make significant contributions to the technological convergence literature, which is limited in terms of the scope of study and the variables and analysis techniques that have been used. At the same time, this study differs from other studies that have examined technological developments through different variables, thus showing itself to possess originally.

Many theoretical and empirical studies have occurred with regard to the convergence approach. However, due to the scope and content of what is being studied, apart from the fundamental studies on the convergence approach, this article also will extensively examine studies that have evaluated the technological convergence approach in terms of convergence analyses. The papers the study has examined within its scope show that various types of the convergence approach have been developed among countries, regions, and sectors. At the same time, these studies are understood to have examined the presence of convergence using various socioeconomic variables in addition to income convergence. When considering the technological convergence studies, the

variables of number of patents, labor productivity, and total factor productivity are seen to have been used intensively to represent technology.

In terms of the number of patents, technological convergence has been confirmed in Argentina, Indonesia, Mexico, Türkiye, China, South Korea, Poland, and South Africa as a result of Pesaran's (2007) cross-sectionally augmented Dickey-Fuller (CADF) unit root test, as well as South Korea, Argentina, and Poland as a result of the seemingly unrelated regression augmented Dickey-Fuller (SURADF) unit root test. In terms of total factor productivity, Türkiye, Mexico, and Poland are seen to have converged as a result of the Pesaran CADF unit root test, and Türkiye and Mexico as a result of the SURADF unit root test. Regarding labor productivity, convergence has been found in Mexico, Argentina, and Brazil based on the Pesaran CADF test and in Mexico based on the panel SURADF test.

This study aims to examine whether technology convergence occurs in developing countries. For this purpose, the study has discussed the 10 big emerging markets. Technological convergence is understood to have occurred in a limited number of countries regarding number of patents, total factor productivity, and labor productivity. Natural convergence was not seen to have occurred as assumed in the neoclassical approach. The fact that technological convergence was not confirmed in the group of examined countries offers important implications for developing countries. High income and technology, especially in South Korea, are known to result from conscious policies aimed at science, industry, and technology. In this respect, special attention should be given to technological learning in developing countries. At the same time, policies for national technological efforts and learning need to be developed and implemented consistently. In addition, importance is had in establishing and successfully operating national innovation systems.

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler, ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinde önemli rol oynamaktadır. Ancak teknolojik gelişmelere atfedilen önem, iktisadi yaklaşımlar açısından farklılaşmaktadır. Yakınsama hipotezine temel oluşturan ve Neoklasik çerçeve içerisinde yer alan Solow büyüme modelinde teknolojik gelişmelerin analizinde bir takım temel varsayımlar geliştirilmektedir. Bu yaklaşıma göre ülkeler arasında teknoloji, maliyetsiz olarak alınmakta ve uygulanmaktadır. Aynı zamanda uluslararası ticaret teorisi çerçevesinde ithal edilen mallardan gerekli teknolojik öğrenmeyi gerçekleştirerek ithalatçısı oldukları ürünlerin bir süre sonra ihracatçısı konumuna gelebilmektedirler. Bu analizlere konu olan teknoloji, emek ve sermaye oranlarının farklı bileşimleri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca ülkelere özgü teknolojik öğrenmenin ve çabanın gereksiz olduğu belirtilmektedir (Lall, 1992, s.165). Bu yaklaşımda teknolojik gelişmelerin, ekonomiye dışsal kabul edilerek, sadece mevcut sermayenin ve işgücünün etkinliğinin artmasına yol açtığı öne sürülmektedir (Ünsal, 2007, s.193). Neoklasik yaklaşımın temel varsayımları arasında ekonomik büyümenin ana etkeninin teknoloji olduğu ve teknolojinin serbestçe elde edilebilmesinden dolayı uzun dönemde bütün ülkelerin birbirine yakınsayacakları yer almaktadır (Bakırtaş, 2014, s.166). Ancak zaman içerisinde Neoklasik yaklaşımın teknolojiye yönelik bilinmezci değerlendirmeleri farklı iktisadi yaklaşımlar tarafından sorgulanmıştır. Bu yaklaşımlar arasında teknolojik gelişmeleri içsel kabul ederek analizlerine başlayan Evrimci yaklaşım ön plana çıkmaktadır. Evrimci yaklaşım, ekonomik büyüme sürecinde teknolojik öğrenmeye ve inovasyona önemli bir yer ayırmaktadır. Teknolojik gelişmeler, analizlerde ekonomiye içsel kabul edilmekte ve teknolojik bilginin üretilmesi kapsamlı olarak ele alınmaktadır (Taymaz, 2001, ss.12-13). Bu yaklaşımda teknolojik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde, kullanılmasında ve elde edilen yabancı teknolojilerin yerel koşullara uyarlanmasında firmalar önemli roller üstlenmektedir. Bu açıdan temelde belirsiz bir ortamda faaliyet gösteren firmaların teknolojik öğrenme sürecinde göstermiş oldukları çabalar ülkelerin teknolojik yeteneklerinin önemli bir belirleyicisi olmaktadır (Lall, 1998, s.214). Aynı zamanda firmaların teknolojik yetenek kapasiteleri ülkelerin lider ülkelere teknolojik olarak yakınsamasında önemli rol oynamaktadır. Bu yaklaşımda uzun vadede büyüme, önde gelen ekonomilerde yeni ürünlerin veya teknolojilerin keşfedilmesine bağlanmaktadır. Uzun dönemde önde gelen ülkelerin teknolojik keşiflerinin yanında taklidin kabul edilmesi ve maliyet olarak icattan daha ucuz olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle nispeten düşük taklit maliyeti, tipik takipçinin nispeten hızlı büyüdüğü ve liderleri yakalama eğiliminde olduğu anlamına gelmektedir. Ancak zaman içerisinde kopyalama maliyetlerinin artması sonucunda taklidin artan maliyetinin sermayenin azalan getirisine benzemesi nedeniyle geçerli olduğu belirtilmektedir (Barro & Sala-i-Martin, 1997, s.2).

Genel olarak yakınsama, bir ekonominin belirli bir hızla büyüyerek ya da küçülerek durağan duruma yönelmesi şeklinde değerlendirilmektedir (Ünsal, 2007, s.157). Bu durumda

iki tür yakınsamadan bahsedilmektedir. İlk olarak aynı yapısal ve teknolojik özelliklere sahip ülkelerden geriden gelen ülkelerin daha yüksek ekonomik büyüme oranları yakalayarak öndeki ülkeleri yakalaması koşulsuz yakınsama olarak açıklanmaktadır. Bu yaklaşımda her iki ülkenin de benzer teknoloji düzeylerinin, teknolojik ilerleme hızlarının ve üretim fonksiyonlarının aynı olduğu kabul edilmektedir. İkinci olarak, ülkelerin farklı özelliklere sahip olduğu analize dâhil edilerek, ülkelerin kendi durağan durumuna yönelimi olarak koşullu yakınsama hipotezi ele alınmaktadır. Bu yaklaşımda durağan durumları aynı olan (aynı üretim teknolojisine ve yatırım haddine sahip) ve gelir düzeyleri farklı olan ülkelerden düşük gelir düzeyine sahip ülkenin durağan duruma geçişte daha yüksek büyüyerek geliri yüksek ülkeyi yakalayabileceği varsayılmaktadır (Ünsal, 2007, ss.157-161).

Yakınsama analizlerinin öncü çalışmaları arasında gösterilen Abramovitz (1989) çalışmasında ülkeler arasındaki çıktı farklılıklarının, üretkenlik artışından kaynaklandığı vurgulanmaktadır. Ayrıca ülkelerin ileri teknolojiden yararlanma yetenekleri, eğitim seviyeleri, büyük ölçekli sanayi ve ticaret deneyimleri ülkeler arasındaki farklılıkları açıklamaktadır (Abramovitz, 1989, s.15). Aynı zamanda üretim fonksiyonunda çıktıda meydana gelen değişimin önemli bir kısmı, emek ve sermayede meydana gelen değişimle açıklanamamaktadır. Çıktıda meydana gelen bu fark “Solow Artığı” olarak diğer bir ifade ile toplam faktör verimliliği olarak değerlendirilmektedir (Bakırtaş, 2014, ss.166-167). Bu açıdan toplam faktör verimliliğinde meydana gelen değişimler, teknolojiye meydana gelen değişimleri yansıtmaktadır. Ayrıca ülkelerin toplam faktör verimliliklerinin yakınsaması, teknolojilerinin yakınsaması şeklinde değerlendirilmektedir.

İktisadi açıdan yakınsama analizleri genellikle gelir yakınsaması bağlamında incelenmektedir. Ancak son dönemlerde yoğun olarak diğer iktisadi ve sosyal değişkenler açısından yakınsama analizleri yapılmaktadır. Bu değişkenler arasında gelir (Fischer & Serra, 1996; Cavenaile & Dubois, 2011; Rey ve Montouri, 1999), kamu harcamaları (Ferreiro ve ark., 2009; Apergis ve ark., 2013; Apergis, 2015), sağlık harcamaları (Narayan, 2007; Nghiem & Connelly, 2017; Albulescu ve ark., 2017) ve çevresel yakınsaması (Strazicich & List, 2003; Apergis & Payne, 2017; Ulucak, 2018) vb. yakınsama analizleri örnek olarak verilebilir. Çeşitli değişkenlere uyarlanan yakınsama analizleri ülkeler için önemli bir yeri olan teknolojik yakınsama için de geliştirilmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin bilim, sanayi ve teknoloji politikaları açısından teknolojik ilerleme ve yakalama süreçlerinin incelenmesi, bu politikaların başarılarının değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada gelişmekte olan ülkelerde teknoloji yakınsamasının olup olmadığı incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda önemli ekonomiler arasında gösterilen ve yükselen ekonomiler olarak değerlendirilen büyük on piyasa ülkeleri (BEM-

10) (Arjantin, Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, G. Kore, Meksika, Polonya G. Afrika ve Türkiye) ele alınmaktadır. Bu ülke grubu içerisinde gelişmiş ülke olan G. Kore'nin olması, özellikle teknolojik yakınsamanın değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Çünkü G. Kore, özellikle 1960'lı yıllardan sonra yaşamış olduğu teknoloji atılımı ile birlikte günümüzde önemli teknoloji merkezi olma özelliği taşımaktadır. Türkiye başta olmak üzere bu grupta yer alan ülkelerin uzun yıllardan beri teknolojik gelişmeyi gerçekleştirebilmek için yoğun çabalar harcadıkları bilinmektedir. Ayrıca çalışmada teknolojinin ya da teknolojik gelişmelerin patent başvuruları/kayıtları gibi tek bir değişkenle ifade edilmesinin eksiklik oluşturabileceği düşüncesinden hareketle destekleyici olarak ülkelere ait toplam faktör verimlilikleri ve işgücü verimlilikleri de analizlere dâhil edilmiştir. Bu sayede ülkeler arasındaki teknolojik gelişmelerin farklı değişkenler üzerinden detaylı olarak analiz edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamı gereği ve kullanılan değişkenler ve analiz teknikleri bakımından sınırlı sayıda olan teknolojik yakınsama literatürüne önemli katkılar sunmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda teknolojik gelişmeleri farklı değişkenler üzerinden incelemesi açısından diğer çalışmalardan ayrılmakta ve özgünlük taşımaktadır.

Çalışmada giriş bölümünden sonraki literatür incelemesi kısmında teknolojik yakınsama alanında yer alan temel çalışmalar değerlendirilmektedir. İkinci bölümde literatür incelemesine yer verilerek üçüncü bölümde çalışmada kullanılan ampirik yöntemler tanıtılmaktadır. Dördüncü bölümde ampirik testler uygulanarak elde edilen bulgular literatürde incelenen çalışmalar kapsamında tartışılmaktadır. Beşinci bölümde sonuç ve değerlendirmelere yer verilerek gelişmekte olan ülkelere yönelik politika önerilerinde bulunmaktadır.

2. Literatür İncelemesi

Yakınsama yaklaşımına yönelik teorik ve ampirik alanda önemli sayıda çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Ancak çalışmanın kapsamı ve içeriği gereği yakınsama yaklaşımına yönelik temel çalışmaların yanında genellikle yakınsama analizleri arasında yoğun olarak teknolojik yakınsama yaklaşımını değerlendiren çalışmalar incelenmektedir. Baumol (1986) çalışmasında 1870'li yıllardan başlayarak II. Dünya Savaşı sonrasına kadar ülkelerin üretkenlik artışında önemli bir yakınlaşma kaydettiğini vurgulamaktadır. Aynı zamanda bu dönemlerde ABD'deki toplam faktör verimliliğinin artışında bir yavaşlama olmamasına rağmen başta Almanya ve Japonya olmak üzere ülkeler arasında bir yakınsamanın olduğu belirtilmektedir (Baumol, 1986, s.1073). Abramovitz (1989) II. Dünya Savaşı'ndan sonraki süreçte batılı ülkelerin ABD'yi yakalama fırsatı bulduklarını belirtmektedir. Bu yakınsama ve nihai aşamada yakalama sürecinde batılı ülkelerde birikmiş olan teknik kapasitenin etkili olduğunu söylemektedir. Savaş sonrası ülkeler arasında lider konumda olan ülkelerin de yakalanması süreci yakınsama hipotezi ile açıklandığını vurgulanmaktadır (Abramovitz, 1989, s.220).

Barro ve Sala-i-Martin (1997) teknolojik olarak lider olan ülkelerin yapmış oldukları inovasyonların serbest mülkiyet haklarının olduğu durumda takipçi ülkeler tarafından kopyalanmakta ve bu ülkelerin daha az maliyetlerle yeni teknolojilere sahip olması zaman içerisinde hızlı bir teknolojik yakınsamanın olabileceğini belirtmektedirler. Aynı zamanda dışarıdan taklit edilen yeni teknolojik yeteneklerin yanında ülkelerin sahip oldukları teknolojik yetenek kapasitesinin teknolojik yakınsama sürecinin tamamlayıcısı olduğu vurgulanmaktadır.

Lim ve McAleer (2004) Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN) ülkelerinde teknolojik yakınsamanın olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada ASEAN ülkeleri Endonezya haricinde kendi arasında yakınsarken, Singapur haricinde ise, ASEAN ülkelerinde ABD ile teknolojik açığın giderek arttığı belirtilmektedir. Jungmittag (2005) AB ülkelerinde inovasyonun, teknolojik uzmanlaşmanın ve teknoloji yayılımının ekonomik büyüme ve yakınsama üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. AB ülkeleri arasında geriden gelen ülkelerde sermaye birikiminin yanı sıra, teknoloji yayılımına ve emek verimliliğine bağlı olarak teknolojik uzmanlaşmanın büyüme ve yakınsama için itici bir güç olduğunu belirtmektedir.

Caldas, Godinho ve Mamede (2009) teknolojik yakınsamayı Neoklasik yaklaşımdan farklı olarak yerel teknolojik çabaları dahil eden bir model çerçevesinde simülasyon yöntemiyle incelemişlerdir. Simülasyon analizi sonuçlarına göre teknolojik yeteneğin yakınsamada önemli olduğu ve teknolojik bilgi yayılmasına bağlı olarak sistem içerisindeki diğer ortakların teknolojik yetenek düzeyinin de belirleyici olduğu belirtilmektedirler.

Camilla, Serlenga ve Shin (2013) 18 AB ülkesinde 1970–2004 arası dönemde ithalatın ve doğrudan yabancı yatırımların (DYY) verimlilik üzerindeki etkisine bağlı olarak teknolojik yakınsama sürecini incelemişlerdir. Çalışmada ithalatın kısa vadede DYY'lerin ise orta ve uzun vadede AB'de teknoloji yakınsamanın hızlanmasında daha önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir.

Makkonen (2015) teknolojik yakınsama yaklaşımını teknolojik açığın kapatılmasında önemli bir faktör olan ulusal inovasyon sistemi üzerinden 134 ülke özelinde incelemiştir. Analiz sonucunda küresel ölçekte bir yakınsamanın olmadığı görülmektedir. Çalışmada ele alınan değişkenler özelinde ise, Ar-Ge harcamaları ve fikri mülkiyet hakları açısından ülkeler arası farklılıkların arttığı belirtilmektedir.

Caviggioli (2016) teknolojik gelişmenin ve yayılmanın bir göstergesi olarak patent sayılarını ve içeriğini inceleyerek AB'de yakınsama araştırması yapmış ve yakınsama yörüngesinin var olduğunu tespit etmiştir.

Bozkurt (2018) 26 OECD üyesi ülke üzerine yapmış olduğu teknolojik yakınsama analizinde teknolojinin gösterge değişkeni olarak patent başvurularını kullanmıştır. Çalışmada OECD üyesi ülkelerin kendi aralarında ve ABD'ye göre patent başvurularının yakınsadığını ve teknolojik yakınsamanın ilgili ülkelerde geçerli olduğunu tespit etmiştir.

Kathuria ve Oh (2018) 198 ülkede bilgi ve iletişim teknolojilerine erişimin teknolojik yakınsama üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada Avrupa ülkelerinde bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) yakınsamasının yüksek olduğu ve Afrika ülkelerinde ise, altyapıya bağlı olarak düşük olduğu vurgulanmaktadır. Aynı zamanda Avrupa ve Afrika ülkeleri arasında dijital uçurumun arttığı belirtilmektedir.

Utku-İsmihan (2019) Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) ve Latin Amerika ülkelerinde 1980-2014 döneminde teknolojik yakınsama performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada yakınsama kısa ve uzun dönemli olarak analiz edilmiş ve uzun dönemde MENA ve Latin Amerika ülkeleri arasında yakınsama olduğu tespit edilmiştir.

Blanco, Delgado ve Presno (2020) AB ülkelerinde Ar-Ge harcamaları üzerinden teknolojik yakınsama olgusunu incelemişler ve analizler sonucunda AB-28 ülkeleri arasında teknolojik yakınsamanın olduğunu tespit etmişlerdir.

AlKathiri (2022) imalat sanayisindeki teknolojik değişim ve yakalama süreçlerinin işgücü verimliliği üzerindeki etkilerini 53 ülke dâhilinde incelemiştir. Çalışmada incelenen dönem ve ele alınan ülkeler açısından işgücü verimliliği üzerinde sermaye artışında meydana gelen değişimlerin daha etkili olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca teknolojik yakalama sürecinde işgücü verimliliğinin önemli yeri olduğu ve teknolojik yakalama sürecine pozitif katkısının olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda ülkeler arasında işgücü verimliliğinde koşulsuz bir yakınsamanın olduğu vurgulanmaktadır.

Ülkeler arasında yakınsama hipotezinin incelenmesinin yanında bir ülkenin kendi içerisindeki bölgeleri arasında da geçerli olup olmadığı incelenmektedir. Sedgley (1998) ABD' de eyaletler düzeyinde teknolojik yakınsamayı incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre eyaletler arasında üretkenlik düzeylerinde yakınsamanın olduğu tespit edilmiştir.

Co ve Wohar (2004) ABD eyaletleri arasında teknolojik yakınsama olup olmadığını patent verilerini kullanarak incelemişler ve lider konumdaki 14 eyaletten 11'inde ve geriden gelen 34 eyaletten 17'sinde yakınsama olduğunu tespit etmişlerdir.

Leonida, Petraglia ve Murillo-Zamorano (2004) İtalya'da bölgeler arasında toplam faktör verimliliği üzerinden yakınsama olup olmadığını incelemiştir. Çalışmada inovasyon sayesinde verimlilik elde edildiği ve teknolojik ilerlemenin teknolojik açığın kapatılmasında pozitif etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Ancak İtalya'da kuzey bölgelerinin inovasyon

yapma hızı güney bölgelerinin yakınsama hızından daha yüksek oranda olmasından dolayı yavaş da olsa bölgeler arasında teknolojik ayrışmanın olduğu belirtilmektedir. Benzer şekilde Byrne, Fazio ve Piacentino (2009) İtalya’da bölgeler arasında toplam faktör verimliliği yakınsamasını panel birim kök test yöntemiyle incelemiştir. Analiz sonucunda İtalya’da bölgeler arasında toplam faktör verimliliği açısından yakınsama olmadığı tespit edilmiştir.

Turganbayev (2017) Kazakistan’da bölgeler arasındaki teknolojik yakınsamayı toplam faktör verimliliği üzerinden incelemiştir. Kazakistan bölgeleri genel olarak değerlendirildiğinde yakınsamanın olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bölgeler petrol bölgesi ve petrol bölgesi olmayanlar olarak ayrı ayrı incelendiğinde sonuçlar farklılaşmakta ve sadece petrol bölgesi olmayan bölgede yakınsamanın olduğu görülmektedir.

Yakınsama analizleri ülkeler ve bölgeler açısından incelenmesinin yanında sektörler açısından değerlendirilen çalışmalar bulunmaktadır. Castellanos-Sosa (2020) yakınsama yaklaşımını işgücü verimliliği açısından Meksika’da 13 sektör açısından değerlendirmiştir. Çalışmada sektörel değerlendirme yapılmasından dolayı 2008 Küresel Finans Krizi’nden önce ve sonraki dönemler ayrı ayrı incelenmiştir. Meksika’da krizden önceki dönemde iraksamanın olduğu ve kriz döneminden sonra yakınsamanın olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda dönem bir bütün olarak değerlendirildiğinde yakınsama yaklaşımını destekleyen bulguların olduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen çalışmalara bakıldığında yakınsama yaklaşımının ülkeler, bölgeler ve sektörler arasında olacak şekilde çeşitli türlerinin geliştirildiği görülmektedir. Aynı zamanda gelir yakınsamasının yanında çeşitli sosyo ekonomik değişkenler özelinde yakınsamanın olup olmadığının incelendiği anlaşılmaktadır. Teknolojik yakınsama çalışmalarına bakıldığında, teknolojiyi temsilen patent sayılarının, işgücü verimliliğinin ve toplam faktör verimliliğinin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu duruma ek olarak teknolojik gelişmeleri temsilen toplam Ar-Ge harcamalarının da kullanıldığı görülmektedir. Ancak Ar-Ge harcamalarının patentler başta olmak üzere çeşitli göstergeler üzerinden teknolojik gelişmelere dolaylı olarak yansıdığı düşünülmektedir. Bu sebeple teknolojik ilerlemeye doğrudan etkileri olan değişkenlere odaklanılmıştır. Bu kapsamda çalışmada patent sayıları, işgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği üzerinden teknolojik yakınsamanın incelenmesi yapılmıştır.

3. Veri Seti ve Metodoloji

3.1. Veriler

Teknolojik gelişmeleri çok sayıda belirleyen ve etkileyen değişken olmasından dolayı tam olarak tek bir değişkenle ifade edebilmesi oldukça zor gözükmektedir. Bu nedenle

çalışmada teknolojik yakınsama birden fazla değişkenle incelenmiştir. Çalışmada teknolojik gelişmeler patent sayıları, işgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği değişkenleri üzerinden ifade edilmekte ve ülkeler arasındaki yakınsama araştırılmaktadır. Değişkenler bazında incelenen dönemler, değişkenlere ait güncel verilere bağlı olarak değişiklik göstermekte ancak yeterli ve tam veri elde edilebilmesi açısından başlangıç dönemi olarak 1991 yılı tercih edilmektedir. Çalışmada kullanılan veriler, kaynakları ve dönemleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Veriler ve Kaynakları

Değişkenler	Tanımı	Dönemi	Kaynağı
İşgücü Verimliliği	Çalışan Başına Çıktı (GSYİH sabit 2015 ABD \$)	1991-2022	Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)
Toplam Faktör Verimliliği	Sabit Ulusal Fiyatlarla Toplam Faktör Verimliliği	1991-2019	Federal Reserve Economic Data (FRED)
Patent Sayısı	Toplam Patent Başvuruları	1991-2021	Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO)

Öncelikle literatürde teknolojik gelişmeler veya genel olarak inovasyon patentler üzerinden temsil edilmektedir (Co & Wohar, 2004; Caviggioli, 2016; Bozkurt, 2018). Bu nedenle patent sayıları teknolojik ilerlemenin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Ancak teknolojik gelişmelerin sadece patent sayıları ile temsil edilmesinin eksik kalabileceğine yönelik çeşitli eleştiriler bulunmaktadır (Archibugi, 1992, s.358; Archibugi & Pianta, 1996, s.454). Bu eleştirilerin ve dezavantajlı yönlerin giderilebilmesi açısından işgücü verimliliği de analizlere dahil edilmiştir. İşgücü verimliliği üzerinden ülkelerin yeni teknolojilere yapmış oldukları yatırımların yansımaları ve mevcut teknolojilerin kullanımından kaynaklı teknolojik uzmanlaşmanın ortaya çıkaracağı verimlilik artışının değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Zaman içerisinde yeni teknolojiler elde edilmesinin yanında mal ve hizmet üretimi süreçlerinde yapılan iyileştirmeler ve kullanılan teknolojilerde uzmanlaşma sonucunda daha etkin kullanım sağlanabilmektedir (Jungmittag, 2005). Bu durum çıktıda artış olarak yansyabilmektedir. Aynı zamanda incelenen literatürde teknolojik gelişmeleri temsilen işgücü verimliliğini değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (Barro & Sala-i-Martin, 1997; Castellanos-Sosa, 2020; AlKathiri, 2022). Çalışmada üçüncü değişken olarak toplam faktör verimliliği kullanılmaktadır. Toplam faktör verimliliği Neoklasik yaklaşımda çıktıda meydana gelen değişimin işgücü ve sermayede meydana gelen değişimle açıklanamayan kısmı olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir ifade ile teknoloji olarak ele alınmaktadır (Bakırtaş, 2014, ss.166-167). Benzer şekilde teknolojik yakınsama analizlerinde toplam faktör verimliliğinin kullanıldığı da görülmektedir (Leonida ve ark., 2004; Turganbayev 2017; Byrne ve ark., 2009).

Çalışmada ülke grubu olarak gelişmekte olan diğer bir ifade ile yükselen ekonomiler olarak nitelenen on ekonomi (Arjantin, Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, G. Kore,

Meksika, Polonya, G. Afrika ve Türkiye) tercih edilmiştir. G. Kore ve Polonya haricinde diğer ülkelerin Dünya Bankası sınıflandırmasına (World Bank, 2022) göre orta yüksek gelirli ülke konumunda olmaları ve uzun yıllardan beri teknolojik atılım hedeflemelerinden dolayı teknolojik yakınsama açısından incelenmesi önem taşımaktadır. Aynı zamanda G. Kore'nin yüksek gelirli olması, teknoloji ve inovasyon ağırlıklı kalkınma göstermesi ve yüksek teknoloji ülkesi konumunda olması teknolojik yakınsama açısından bu ülkeyi önemli kılmaktadır. Bu sebeple G. Kore'nin de içinde bulunduğu yükselen on ekonomi (BEM-10) ülke grubu incelenmektedir.

3.2. Ampirik Metodoloji

3.2.1. Pesaran CADF Birim Kök Testi

Pesaran (2007) panel veri analizlerinde sıkça karşılaşılan yatay kesit bağımlılığı sorununu elemine etmek için alternatif birim kök testi önermiştir. Bu testte, birim kök testini tahmin edilen faktörlerden sapmalara dayandırmak yerine, standart DF (veya ADF) regresyonlarını gecikmeli seviyelerin yatay kesit ortalamalarını ve bireysel serilerin ilk farklarını eklemiştir (Pesaran, 2007, s.266).

CADF (Cross-sectionally Augmented ADF) modeli şu şekilde ifade edilmektedir (Pesaran, 2007, s.269).

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + b_i y_{i,t-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_{i,t} + e_{it} \quad (1)$$

Bu formülde $\bar{y}_{t-1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{i,t-1}$ ve $\Delta \bar{y}_{i,t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta y_{i,t}$ ile ifade edilmektedir. Aynı zamanda CIPS istatistiği CADF istatistiğinin ortalamasından hesaplanmaktadır. Formülde şu şekilde gösterilmektedir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (2)$$

Birim kök testinde durağanlığı test edebilmek için boş hipotez $H_0 = b_i = 0$ (tüm birimler için), diğer bir ifade ile “Seriler birim kök içermektedir” şeklinde kurulmaktadır.

3.2.2. Panel SURADF Birim Kök Testi

Çalışmada Pesaran CADF Birim Kök Testi'nin yanında Panel SURADF Birim Kök Testi de kullanılmıştır. Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığı ve homojen olmama durumu sıklıkla karşılaşılan bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu özellikleri dikkate alan testlerin yanında en küçük kareler yöntemiyle tek bir denklemle çözüm yapmanın yanında birden fazla denklemle çözüm yapabilen SUR (seemingly unrelated regression)

modelleri önerilmektedir. Bu yöntemle ADF birim kök testini SUR yöntemiyle genişletilip birimlere özgü sonuçlar elde edilerek, klasik panel birim kök testlerinin toptan red yâda kabul eden yaklaşımının dezavantajları elemine edilmiş olmaktadır (Breuer, McNown, & Wallace, 2001, s.483; Breuer, McNown, & Wallace, 2002, s.530). Bu testte birim ve dönemlere göre genel model şu şekilde oluşturulmaktadır (Breuer ve ark., 2002, s.529):

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1 + \beta_1 y_{1,t-1} + \sum_{j=1}^{k_1} \delta_{1,j} \Delta y_{1,t-j} + u_{1,t} \text{ ve } t=1, \dots, T$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
(3)

$$\Delta y_{N,t} = \alpha_N + \beta_N y_{N,t-1} + \sum_{j=1}^{k_N} \delta_{N,j} \Delta y_{N,t-j} + u_{N,t} \text{ ve } t=1, \dots, T$$

Aynı zamanda testte H_0 hipotezleri birimler için şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$H_0^1 = \beta_1 = 0$$

$$H_0^2 = \beta_2 = 0$$

$$\cdot$$

$$\cdot$$

$$H_0^N = \beta_N = 0$$
(4)

4. Ampirik Bulgular ve Tartışmalar

Çalışmada Pesaran CADF ve Panel SURADF Birim kök testleri yardımıyla BEM-10 ülkelerinde teknolojik yakınsama analiz edilmiştir. Çalışmada teknolojik gelişmeler birden fazla değişkenle ifade edildiğinden ilk olarak ülkeler arasında işgücü verimliliği açısından inceleme yapılmıştır. İşgücü verimliliğine ait Pesaran CADF birim kök testi sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: İşgücü Verimliliği Pesaran CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	CADF İstatistiği	
	Sabit	Sabit ve Trend
Arjantin	-0,973(1)	-4,093(1)***
Brezilya	-1,344(3)	-3,003(3)**
Çin	-2,087(5)	-1,717(3)
Hindistan	-1,996(1)	2,161(1)
Endonezya	-1,322(1)	-1,548(1)

G. Kore	-0,182(1)	-0,378(0)
Meksika	-3,118(2)***	-2,333(2)
Polonya	-0,893(5)	-2,433(2)
G. Afrika	-2,079(1)	-2,544(2)
Türkiye	-1,839(1)	-2,171(2)

Not: *** % 1, ** % 5 ve * % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir. Kritik değerler Pesaran (2007) çalışmasında elde edilmiştir.

İşgücü verimliliği açısından, sabitte sadece Meksika'da ve sabit ve trendde Arjantin ile Brezilya'da H_0 hipotezinin reddedildiği ve serilerin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Bu ülkelerde işgücü verimliliği özelinde yakınsama yaklaşımı doğrulanmaktadır. Diğer ülkelere ait işgücü verimliliği serilerinin durağan olmadığı anlaşılmakta ve yakınsama yaklaşımı doğrulanmamaktadır. Bir diğer analiz olan Panel SURADF birim kök testi sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3: İşgücü Verimliliği Panel SURADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Sabit				Sabit ve Trend			
	Test İstatistiği	% 1	% 5	% 10	Test İstatistiği	% 1	% 5	% 10
Arjantin	-1,3654(1)	-5,4434	-4,4145	-3,7365	-0,9298(1)	-6,5725	-5,488	-4,8457
Brezilya	-0,9792(3)	-5,3311	-4,4459	-3,751	-2,7771(3)	-6,6834	-5,2543	-4,1602
Çin	-1,2115(3)	-4,1204	-2,6237	-1,3512	-3,8203(3)	-7,1048	-5,6215	-4,8093
Hindistan	0,6961(1)	-5,8981	-4,651	-4,2657	-2,7858(1)	-8,1055	-6,6401	-5,8179
Endonezya	0,3728(1)	-5,8996	-4,8273	-4,2557	-2,4889(1)	-7,5731	-6,2376	-5,8104
G. Kore	-4,443(1)	-7,3675	-6,1527	-5,6757	-1,6522(1)	-8,0175	-6,9849	-6,4678
Meksika	-4,9604(2)**	-5,5556	-4,1359	-3,4878	-6,7595(4)*	1,6403	2,4254	2,763
Polonya	-1,9424(4)	-6,1085	-5,1493	-4,7525	-3,4809(1)	-7,1721	-6,2347	-5,7639
G. Afrika	-0,7467(1)	-6,4868	-5,3005	-5,0115	-1,9661(1)	-8,1532	-6,5947	-6,232
Türkiye	0,1932(1)	-6,4712	-5,1459	-4,7829	-2,8349(1)	-7,6692	-6,6986	-5,8718

Not: ***, **, ve * sırasıyla istatistiksel olarak % 1, % 5, ve % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Kritik değerler, 10000 bootstrap simülasyonu ile hesaplanmıştır. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir.

Panel SURADF birim kök testi sonucunda, Meksika haricinde diğer ülkelerde H_0 hipotezi reddedilememekte ve diğer bir ifade ile serilerin sabit ve trendde durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Meksika haricinde diğer ülkelerde işgücü verimliliği açısından yakınsama yaklaşımı doğrulanmamaktadır. Meksika'da ise işgücü verimliliğinde koşullu yakınsama yaklaşımı doğrulanmaktadır. Pesaran CADF ve Panel SURADF birim kök testi sonucunda elde edilen bulgular, AIKathiri (2022) çalışmasında vurgulanan koşullu yakınsama sonucu ile çelişmektedir. Çalışmada teknolojik yakınsamayı ölçmek üzere bir diğer değişken olarak toplam faktör verimliliği (TFV) ele alınmaktadır. TFV için Pesaran CADF birim kök testi sonuçları Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4: TFV Pesaran CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	CADF İstatistiği	
	Sabit	Sabit ve Trend
Arjantin	0,594(4)	-1,786(4)
Brezilya	-0,484(3)	-1,815(3)
Çin	-1,376(3)	-1,588(3)
Hindistan	-0,44(2)	-2,216(2)
Endonezya	-1,361(1)	-0,921(4)
G. Kore	-0,185(1)	-0,983(1)
Meksika	-2,122(1)	-3,116(4)***
Polonya	0,017(1)	-2,828(1)*
G. Afrika	0,04(1)	0,352(1)
Türkiye	-2,953(1)***	-0,632(4)

Not: ***, **, ve * sırasıyla istatistiksel olarak % 1, % 5, ve % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir. Kritik değerler Pesaran (2007) çalışmasında elde edilmiştir.

Toplam faktör verimliliği açısından Pesaran CADF birim kök testi sonucunda sabitte Türkiye ile sabit ve trendde Meksika ve Polonya haricinde diğer ülkelerde serilerin durağan olmadığı anlaşılmaktadır. Türkiye, Meksika ve Polonya'da TFV açısından yakınsama yaklaşımı doğrulanmakta ancak geriye kalan diğer ülkelerde yakınsama doğrulanmamaktadır. Aynı zamanda TFV açısından Panel SURADF Birim kök testi sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5: TFV Panel SURADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Test İstatistiği	Sabit			Test İstatistiği	Sabit ve Trend		
		% 1	% 5	% 10		% 1	% 5	% 10
Arjantin	-2,2204(4)	-5,9457	-4,4269	-4,0472	-1,9385(4)	-7,0823	-5,6822	-5,1283
Brezilya	-2,9197(3)	-5,7002	-4,1878	-3,5881	-4,2149(3)	-6,185	-4,6711	-4,2977
Çin	-1,5874(3)	-5,7764	-4,6837	-3,9969	-4,0287(3)	-6,1021	-4,9272	-4,0608
Hindistan	0,9746(2)	-5,3831	-4,5554	-3,775	-2,6212(2)	-6,0177	-4,8343	-4,2221
Endonezya	-0,6149(1)	-5,7912	-4,3175	-3,7969	-1,9834(4)	-7,273	-5,8424	-5,0684
G. Kore	-2,3662(1)	-6,0575	-5,3803	-4,613	-2,0962(1)	-6,9787	-5,7645	-5,0972
Meksika	-0,3638(1)	-6,1804	-5,0989	-4,5984	-7,045(4)***	-0,5159	-0,0195	0,1793
Polonya	-0,2712(1)	-6,474	-5,0233	-4,5303	-4,1456(1)	-7,291	-5,9731	-5,2698
G. Afrika	-1,8914(1)	-5,9411	-4,7496	-4,3169	-1,4244(1)	-7,3757	-6,2123	-5,6812
Türkiye	-4,6678(1)*	-5,857	-4,7477	-4,3876	-4,3713(4)*	-6,4148	-4,6726	-3,7597

Not: ***, **, ve * sırasıyla istatistiksel olarak % 1, % 5, ve % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Kritik değerler, 10000 bootstrap simülasyonu ile hesaplanmıştır. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir.

Toplam faktör verimliliği açısından SURADF birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, sabitte sadece Türkiye'nin ve sabit ve trendde Meksika ve Türkiye'nin serilerinin durağan olduğu anlaşılmaktadır. TFV açısından Meksika ve Türkiye'de koşullu yakınsama olduğu görülmekte ve diğer ülkelerde yakınsama yaklaşımı doğrulanmamaktadır. Toplam faktör

verimliliğinde ülkeler arasında bir iraksamanın olduğu ve bu duruma bağlı olarak teknolojik ayrışmaya dikkat çekmektedir. Ayrıca Pesaran CADF ve SURADF testleri sonucunda elde edilen bu bulgular İtalya’da bölgesel teknolojik yakınsamayı inceleyen Leonida ve ark., (2004) ve Byrne ve ark., (2009) çalışmalarındaki bulgular ile uyum sağlamaktadır.

Teknolojik yakınsama üçüncü olarak patent sayıları üzerinden incelenmektedir. İlk olarak Pesaran CADF birim kök testi uygulanmakta ve sonuçlar Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6: Patent Pesaran CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	CADF İstatistiği	
	Sabit	Sabit ve Trend
Arjantin	-4,914(1)***	-3,845(1)***
Brezilya	-0,729(1)	-2,411(1)
Çin	-1,066(1)	-4,389(1)***
Hindistan	-0,389(1)	-1,875(1)
Endonezya	-3,684(3)***	-4,364(3)***
G. Kore	-1,058(3)	-3,083(1)***
Meksika	-2,265(1)*	-2,178(1)
Polonya	-1,249(2)	-4,561(1)***
G. Afrika	-1,877(4)	-3,918(1)***
Türkiye	-2,961(3)***	-1,978(4)

Not: ***, **, ve * sırasıyla istatistiksel olarak % 1, % 5, ve % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir. Kritik değerler Pesaran (2007) çalışmasında elde edilmiştir.

Patent sayılarına bakıldığında Pesaran CADF birim kök testi sonucunda hem sabit hem de trendde Arjantin ve Endonezya’nın, sabitte Meksika ve Türkiye’nin, sabit ve trendde Çin, G. Kore, Polonya ve G. Afrika’nın serilerinin % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeylerinde durağan oldukları görülmektedir. Bu ülkelerde patent sayıları açısından yakınsama yaklaşımı doğrulanmaktadır. Brezilya ve Hindistan’da serilerin durağan olmadığı anlaşılmakta ve yakınsama yaklaşımı doğrulanmamaktadır. Patent sayıları için SURADF birim kök testi sonuçları Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7: Patent Panel SURADF Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Test İstatistiği	Sabit			Test İstatistiği	Sabit ve Trend		
		% 1	% 5	% 10		% 1	% 5	% 10
Arjantin	-3,0628(1)	-5,2823	-3,9044	-3,1887	-6,7664(1)*	-8,7712	-6,8989	-5,8819
Brezilya	-3,7061(1)	-6,3702	-5,3706	-4,8633	-2,135(1)	-7,6263	-6,533	-5,7008
Çin	1,5285(1)	-6,2525	-5,25	-4,8036	-2,127(1)	-7,4205	-6,3476	-5,8085
Hindistan	-0,2359(1)	-6,0676	-4,3566	-3,991	-3,631(1)	-7,1918	-6,0462	-5,241
Endonezya	-0,823(3)	-5,5101	-4,8416	-4,3598	-1,3309(3)	-7,5329	-6,2832	-5,6932
G. Kore	-6,5937(3)***	-5,7195	-5,1026	-4,5809	-5,047(1)	-8,7782	-6,7967	-6,0235
Meksika	-2,8548(1)	-5,9147	-4,7639	-4,1983	-3,2387(1)	-7,6711	-6,2786	-5,7318
Polonya	-0,1387(2)	-6,4048	-4,8392	-4,1892	-5,0989(1)*	-6,0679	-5,1337	-4,7454
G. Afrika	-2,1844(4)	-5,4504	-4,3488	-3,7012	-4,7817(1)	-7,7461	-5,7233	-5,2311
Türkiye	-0,3532(3)	-5,736	-4,6593	-4,0197	-1,4799(4)	-6,7643	-5,3919	-4,8076

Not: ***, **, ve * sırasıyla istatistiksel olarak % 1, % 5, ve % 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Kritik değerler, 10000 bootstrap simülasyonu ile hesaplanmıştır. Parantez içi gecikme değerlerini ifade etmektedir.

SURADF testi sonucunda sabitte G. Kore ile sabit ve trendde Arjantin ve Polonya'nın patent verilerinin %1 ve % 10 anlamlılık düzeylerinde durağan olduğu ve bu ülkelerde patent sayıları açısından yakınsamanın doğrulandığı görülmektedir. Diğer ülkelerde patent verilerinin durağan olmamasından dolayı yakınsama doğrulanmamaktadır. Pesaran CADF testi sonucunda Arjantin, Çin, Endonezya, G. Kore, Meksika, Polonya, G. Afrika ve Türkiye'de yakınsama doğrulanmakta ve Brezilya ve Hindistan'da doğrulanmamaktadır. Bu bulgular Caviggioli (2016) ve Bozkurt (2018) çalışmalarında elde edilen bulgular ile örtüşmektedir. Ancak SURADF testinde sadece G. Kore, Arjantin ve Polonya'da yakınsama görülmekte ve bu sonuçlar Caviggioli (2016) ve Bozkurt (2018) genel olarak uyum göstermemektedir.

Çalışmada analizler sonucunda her üç değişken üzerinden teknolojik yakınsamanın 1991-2022 dönemi için gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilmiştir. Ülke grubuna ait veriler ışığında ülkeler arasında teknolojik yakınsamanın birkaç istisna ülke haricinde diğer ülkelerde gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Neoklasik yaklaşımın temel varsayımı olan gelir yakınsamasının temelinde de teknolojik gelişmeler yer almaktadır. Bu açıdan ülkeler arasında teknolojik farklılıkların olduğu ve her ülkenin kendine ait teknoloji yörüngesinin olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Leonida ve ark., (2004) çalışmasında İtalya bölgeleri açısından elde ettiği çıkarımlar genişletildiğinde yüksek teknolojiye sahip olan ülkelerin inovasyon yapma hızları geriden gelen ülkelerin taklit ve uyarılama hızlarından daha yüksek olmasından dolayı teknolojik yakınsamanın gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Ayrıca Makkonen (2015)'in belirttiği üzere ülkelerin teknoloji kapasitesi üzerinde ulusal inovasyon sistemlerinin önemi göz ardı edilmemelidir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Teknolojik gelişmeler, ekonomik büyümenin ve kalkınmanın temel faktörü olarak gösterilmektedir. Aynı zamanda Neoklasik yaklaşımın Solow tipi büyüme modelinde de ülkelerin gelir bakımından yakınsamasının temelinde teknolojik gelişmelerin olduğu belirtilmektedir. Ancak Neoklasik yaklaşımın teknolojiye yönelik temel varsayımları Evrimci yaklaşım tarafından eleştirilmekte ve teknolojik çabaya ve öğrenmeye özel önem verilmektedir. Gelir bakımından yakınsama analizlerinin yaygınlık kazanmasının akabinde çeşitli sosyo ekonomik göstergeler açısından yakınsama analizleri yapılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin teknolojik olarak lider ülkelere yetişme çabası içerisinde girmeleri teknolojik yakınsamanın gerçekleşip gerçekleşmediği sorusuna önem kazandırmaktadır. Bu çalışmada gelişmekte olan ülkelerde teknoloji yakınsamasının olup olmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda önemli ekonomiler arasında gösterilen ve yükselen ekonomiler olarak değerlendirilen yükselen on büyük piyasalar BEM-10 ülkeleri ele alınmıştır. Aynı zamanda bu incelemeler Pesaran CADF ve Panel SURADF birim kök

testleri üzerinden yapılmıştır. Teknolojik gelişmelerin çok farklı bileşenleri olmasından dolayı temel olarak patent sayıları, işgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği üzerinden teknolojik yakınsama incelenmiştir. Patent sayıları açısından Pesaran CADF birim kök testi sonucunda Arjantin, Endonezya, Meksika, Türkiye, Çin, G. Kore, Polonya ve G. Afrika'da ve SURADF testinde, G. Kore, Arjantin ve Polonya'nın patent verileri açısından teknolojik yakınsama doğrulanmıştır. Toplam faktör verimliliği açısından Pesaran CADF birim kök testi sonucunda, Türkiye, Meksika ve Polonya'nın ve SURADF birim kök testi sonucunda, Türkiye ve Meksika'da yakınsama olduğu tespit edilmiştir. İşgücü verimliliği açısından, Pesaran CADF testinde, Meksika, Arjantin ile Brezilya'da ve Panel SURADF testinde, Meksika yakınsama olduğu anlaşılmıştır. Patent, toplam faktör verimliliği ve işgücü verimliliği açısından sınırlı sayıda ülkede teknolojik yakınsama olduğu anlaşılmaktadır. Neoklasik yaklaşımda öngörüldüğü üzere doğal bir yakınsamanın gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. İncelenen ülke grubunda teknolojik yakınsamanın doğrulanamaması gelişmekte olan ülkeler açısından önemli uzanımlar sunmaktadır. G. Kore başta olmak üzere yüksek gelire ve teknolojiye sahip ülkelerin bilinçli bilim, sanayi ve teknoloji politikalarının sonucu olduğu bilinmektedir. Bu açıdan gelişmekte olan ülkelerde teknolojik öğrenmeye özel önem verilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda işgücü ve toplam faktör verimliliğini artıracak ulusal teknolojik çabaya ve ithal edilen teknolojilerden sağlanan teknolojik öğrenmeye yönelik politikalar geliştirilmeli ve istikrarlı bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Ayrıca tüm politikalarının belirli bir sistem içerisinde ele alan ulusal inovasyon sistemlerinin oluşturularak başarılı bir şekilde işletilmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışma BEM-10 ülke gurubunda ve 1991-2022 dönemi için patent sayıları, işgücü verimliliği ve toplam faktör verimliliği açısından değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışma farklı dönem, veriler ve farklı ampirik yöntemler açısından yeniden incelenebilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Finansal Destek: Yazar finansal destek beyan etmemiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynakça/References

- Abramovitz, M. (1989). *Thinking about growth And other essays on economic growth and welfare*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Albulescu, C., Oros, C., & Tiwari, A. (2017). Is there any convergence in health expenditures across EU countries? *Economics Bulletin*, 37(3), 2095-2101. hal-01981082 .
- AlKathiri, N. (2022). Labour productivity growth and convergence in manufacturing: A nonparametric production

- frontier approach. *Applied Economics*, 54(4), 406-429. DOI: 10.1080/00036846.2021.1963410.
- Apergis, N. (2015). Convergence in Public Expenditure Across a Sample of Emerging Countries: Evidence from Club Convergence. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(3), 448-462. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1025670>.
- Apergis, N., & Payne, J. (2017). Per capita carbon dioxide emissions across U.S. states by sector and fossil fuel source: Evidence from club convergence tests. *Energy Economics* 63, 365-372. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.11.027>.
- Apergis, N., Christou, C., & Hassapis, C. (2013). Convergence in public expenditures across EU countries: evidence from club convergence. *Economics & Finance Research*, 1, 45-59. <http://dx.doi.org/10.1080/21649480.2013.86273>.
- Archibugi, D., & Pianta, M. (1996). Measuring technological Change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451-468. [https://doi.org/10.1016/0166-4972\(96\)00031-4](https://doi.org/10.1016/0166-4972(96)00031-4).
- Archibugi, D. (1992). Patenting as an indicator of technological innovation: a review. *Science and Public Policy*, 19(6), 357-368. DOI: 10.1093/spp/19.6.35.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development* 32(4), 629-654. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>.
- Bakırtaş, T. (2014). *Dünya'da ve Türkiye'de Ekonomik Kalkınma Küresel Kalkınma Odaklı Sorunlar Yeni Model Arayışları*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1997). Technological Diffusion, Convergence, and Growth. *Journal of Economic Growth* 2, 1-27. <https://www.jstor.org/stable/40215930>.
- Baumol, W. (1986). Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show. *The American Economic Review*, 76(5), 1072-1085. <http://www.jstor.org/stable/1816469>.
- Blanco, F., Delgado, F., & Presno, M. (2020). R&D expenditure in the EU: convergence or divergence? *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 33(1), 1685-1710. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1756371>.
- Bozkurt, K. (2018). Teknolojik Yakınsama: OECD Ülkeleri İçin Bir Analiz. L. Aytemiz, E. Karayılmazlar içinde, *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Akademik Araştırmalar- V* (s. 357-370). Ankara: Gece Kitaplığı.
- Breuer, J., McNown, R., & Wallace, M. (2001). Misleading Inferences from Panel Unit-Root Tests with an Illustration from Purchasing Power Parity. *Review of International Economics*, 9 (3), 482-493. <https://doi.org/10.1111/1467-9396.00294>.
- Breuer, J., McNown, R., & Wallace, M. (2002). Series-specific Unit Root Tests with Panel Data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 64 (5), 527-546. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.00276>.
- Byrne, J., Fazio, G., & Piacentino, D. (2009). Total Factor Productivity Convergence among Italian Regions: Some Evidence from Panel Unit Root Tests. *Regional Studies* 43(1), 63-76. <https://doi.org/10.1080/00343400701654137>.
- Caldas, J., Godinho, M., & Mamede, R. (2009). Simulating the prospects of technological catching up. *Economics of Innovation and New Technology* 18(6), 565-586. <https://doi.org/10.1080/10438590802233651>.
- Camilla, M., Serlenga, L., & Shin, Y. (2013). Globalisation and technological convergence in the EU. *J Prod Anal* 40, 15-29. DOI 10.1007/s11123-012-0308-9.
- Castellanos-Sosa, F. (2020). Labor Productivity Convergence in Mexico, . *International Journal of Political Economy*, 49 (3), 243-260. <https://doi.org/10.1080/08911916.2020.1824733>.
- Cavenaile, L., & Dubois, D. (2011). An empirical analysis of incomeconvergence in the European Union. *Applied Economics Letters*, 18, 1705-1708. DOI: 10.1080/13504851.2011.560104.
- Caviggioli, F. (2016). Technology fusion: Identification and analysis of the drivers of technology convergence

- using patent data. *Technovation* 55-56, 22-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2016.04.003>.
- Co, C., & Wohar, M. (2004). Technological convergence among US regions and states. *Economics of Innovation and New Technology* 13(2), 101-126. <https://doi.org/10.1080/10438590410001628107>.
- Ferreiro, J., Garcia-Del-Valle, M., & Gomez, C. (2009). Is the composition of public expenditures converging in EMU countries? *Journal of Post Keynesian Economics* 31(3), 459-484. DOI 10.2753/PKE0160-3477310305.
- Fischer, R., & Serra, S. (1996). Income Convergence within and between Countries. *International Economic Review*, 37(3), 531-551. <https://www.jstor.org/stable/2527440>.
- FRED. (2023, 01 03). *Economic Data*. <https://fred.stlouisfed.org/searchresults?st=factor+productivity> adresinden alındı
- ILO. (2023, 01 03). *Statistics on Labour Productivity*. <https://ilostat.ilo.org/topics/labour-productivity/> adresinden alındı
- Jungmittag, A. (2005). Innovations, Technological Specialisation and Economic Convergence in the EU. S. Welfens, and A. Wziatek-Kubiak içinde, *Structural Change and Exchange Rate Dynamics The Economics of EU Eastern Enlargement* (s. 171-199). Berlin: Springer .
- Kathuria, V., & Oh, K. (2018). ICT access: Testing for convergence across countries. *The Information Society* 34(3), 166-182. <https://doi.org/10.1080/01972243.2018.1438549> .
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialisation. *World Development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F).
- Lall, S. (1998). Technological Capabilities in Emerging Asia., *Oxford Development Studies*, 26(2), 213-243. <https://doi.org/10.1080/13600819808424154>.
- Leonida, L., Petraglia, C., & Murillo-Zamorano, L. (2004). Total factor productivity and the convergence hypothesis in the Italian regions. *Applied Economics*, 36(19), 2187-2193. DOI: 10.1080/0003684042000282506.
- Lim, L., & McAleer, M. (2004). Convergence and catching up in ASEAN: a comparative analysis. *Applied Economics*, 36(2), 137-153. <https://doi.org/10.1080/0003684042000174038> .
- Makkonen, T. (2015). National innovation system capabilities among leader and follower countries: widening gaps or global convergence? *Innovation and Development*, 5(1), 113-129. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2014.992818> .
- Narayan, S. (2007). Do health expenditures ‘catch-up’? Evidence from OECD countries. *Health Econ.* 16(10), 993-1008. DOI: 10.1002/hec.1196.
- Nghiem, S., & Connelly, L. (2017). Convergence and determinants of health expenditures in OECD countries. *Health Economics Review* 7(29), 2-11. DOI 10.1186/s13561-017-0164-.
- Pesaran, M. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics* 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951> .
- Rey, S., & Montouri, B. (1999). US Regional Income Convergence: A Spatial Econometric Perspective. *Regional Studies*, 33(2), 143-156. <https://doi.org/10.1080/00343409950122945>.
- Sedgley, N. (1998). Technology gaps, economic growth and convergence across US states, . *Applied Economics Letters*, 5(1), 55-59. <https://doi.org/10.1080/758540128>.
- Strazicich, M., & List, J. (2003). Are CO 2 Emission Levels Converging Among Industrial Countries? *Environmental and Resource Economics* 24, 263–271. <https://doi.org/10.1023/A:1022910701857>.
- Taymaz, E. (2001). *Ulusal Yenilik Sistemi Türkiye İmalat Sanayiinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*. Ankara: TÜBİTAK / TTGV / DİE.
- Turganbayev, Y. (2017). Total factor productivity convergence across the Kazakh regions. *Post-Communist Economics*, 29(2), 182-197. <https://doi.org/10.1080/14631377.2016.1267975>.

- Ulucak, R. (2018). Çevre Kalitesi Açısından Yakınsama Hipotezine Yeni Bir Bakış: Ekolojik Ayak İzi ve Kültür Yakınsamaya Dayalı Ampirik Bir Analiz. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(4), 29-38. <https://doi.org/10.18037/ausbd.552674>.
- Utku-İsmihan, F. (2019). Knowledge, technological convergence and economic growth: a dynamic panel data analysis of Middle East and North Africa and Latin America. *Quality & Quantity* 53, 713–733. <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0785-7>.
- Ünsal, E. (2007). *İktisadi Büyüme*. Ankara: İmaj Yayıncılık.
- WIPO. (2023, 01 13). *WIPO IP Statistics Data Center*. <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent> adresinden alındı
- World Bank. (2022, 12 08). *World Bank Country and Lending Groups*. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> adresinden alındı