

Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi: G-20 Örneği

Araştırma Makalesi /Research Article

Burak UĞUR¹

ÖZ: Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisi teorik ve ampirik literatürde çok tartışmalı bir husustur. Teknolojik gelişmenin istihdamı arttırdığı, azalttığı ve etkilemediği sırasıyla iyimser, kötümser ve dengeleyici görüşler olarak teoride isimlendirilmektedir. Ampirik literatürde ise teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisine yönelik ortak bir görüş bulunmamaktadır. 2008 küresel krizin ardından oluşan istihdamdaki istikrarsızlıklar günümüzde de devam etmektedir. G-20 ülkeleri bakımından gerçekleştirilen bir araştırma dünya ekonomisi bakımından önemli fikirler sunmaktadır. Bu olgulardan hareketle G-20 ülkelerinde teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisinin belirlenmesi çok önemlidir. Araştırmada, G-20 üyesi ekonomiler için 1996-2021 seneleri arasında teknolojik gelişmenin uzun dönemde istihdam üzerindeki etkisi panel eşbütünleşme yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma, verisi elde edilebilen 13 G-20 ekonomisini kapsamaktadır. Analizler sonucu ulaşılan bulgular, G-20 ülke grubunda teknolojik gelişimin istihdamı etkilemediğini yansıtmıştır. Bu bulgular, G-20 ekonomilerinin istihdamlarını artırabilmeleri için teknolojik gelişimin önemli bir rolü olmadığı ve dengeleyici görüşü destekleyici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Gelişme, İstihdam, G-20.

JEL Kodları: C23, E24, 031.

The Impact of Technological Progress on Employment: The Case of G-20

ABSTRACT: The impact of technological progress on employment is a highly controversial topic in the theoretical and empirical literature. They are theoretically called optimistic, pessimistic and balancing views, respectively, that technological development increases, reduces and does not affect employment. Nevertheless, there is no common opinion in the empirical literature regarding the effect of technological development on employment. Employment destabilization, which started after the "2008 global crisis", still maintain. A research conducted from the viewpoint of the G-20 countries provides important ideas about the world economy. Based on these facts, it is very crucial to establish the effect of technological development on employment in G-20 countries. At the research, the effect of technological progress on employment in the long term between 1996 and 2021 for G-20 group economies was forecasted using the panel data method. 13 G-20 countries whose data can be found in the study were utilized. The results of the analyses displayed that technological progress does not affect employment in the G-20 group of countries. The findings obtained are supportive of the balancing view that technological development doesn't have an important role for the G-20 economies to raise their employment.

Keywords: Technological Development, Employment, G-20.

JEL Codes: C23, E24, 031.

Geliş Tarihi / Received: 23/02/2023

Kabul Tarihi / Accepted: 25/10/2023

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdarî Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü; burakugur89@hotmail.com, orcid.org/0000-0001-9056-8035.

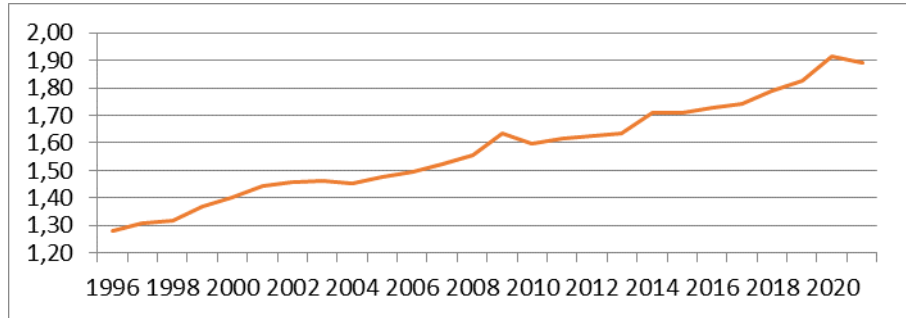
1. Giriş

Teknolojik gelişme, halihazırdaki ürünlerin üretiminde yeni tekniklerin ortaya çıkarılması, yeni ürünlerin geliştirilmesi, organizasyon ve yönetim tekniklerinde ortaya konulan yenilik ve gelişmelerdir (Şahinoğlu ve Varıcı, 2019: 622). Teknolojik yenilik, ürün ve süreç yenilikleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Ürün yenilikleri genellikle istihdamı artırırken; süreç yenilikleri ise genellikle istihdamı azaltmaktadır. Bu çalışmada, teknolojik yenilik süreç ve ürün ayrımı yapmadan bir bütün olarak incelenmiştir.

Teknolojik gelişmenin uzun dönemde istihdam üzerindeki etkisi iktisat literatüründe oldukça tartışmalı bir husustur. Teknolojik gelişmenin istihdamı arttırdığı, azalttığı ve etkilemediği sırasıyla iyimser, kötümser ve dengeleyici görüşler olarak isimlendirilmektedir. Bu bağlamda teknolojik gelişmenin teorik olarak istihdam üzerindeki etkisi konusunda ortak bir görüş yoktur. Teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki etkisi, ülkelerin rekabet gücüne, hükümetlerin politikalarına, nitelikli emeğin niteliksiz emek oranına (ileri teknoloji sektörlerin düşük teknoloji sektörlerine oranına), teknolojik gelişmenin meydana geldiği sektöre, firmaların stratejilerine ve bölgelere göre farklılık göstermektedir.

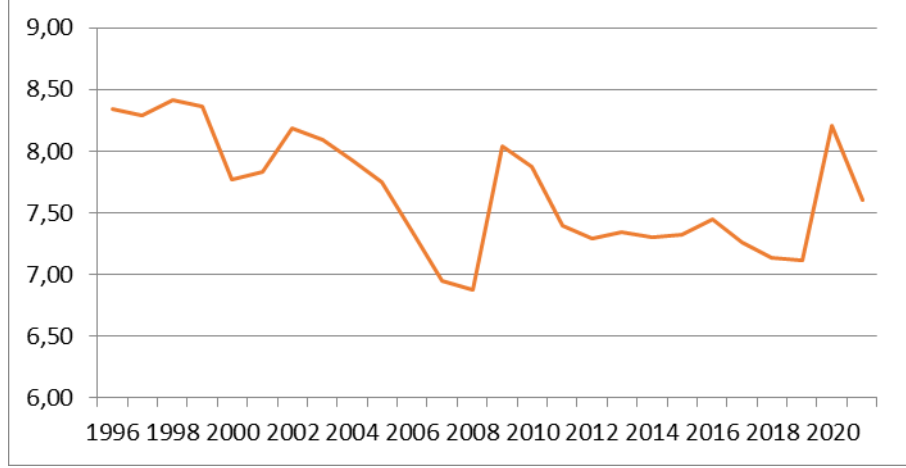
Bu araştırmanın amacı, G-20 üyesi ekonomilerde teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisini incelemektir. G-20, dünya üretiminin yaklaşık yüzde 85'ini içeren ekonomilerden oluşmaktadır. Bu kapsamda gerçekleştirilen bir analiz dünya ekonomisiyle ilgili önemli bilgiler sunmaktadır (G20, www.g-20.org).

Şekil 1: G-20 Ülkelerinde Ar-Ge harcaması/GSYİH (1996-2021, (%))



Kaynak: OECD, 2024, <https://www.oecd.org>.

Şekil 1'de 1996-2021 seneleri arasında G-20 ülkelerinin Ar-Ge harcamalarının gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYİH) oranlarının ortalaması verilmektedir. 2020 senesine kadar süregelen ortalama artış trendinin dönemin son senesinde aşağıya doğru yöneldiği anlaşılmaktadır. Ar-Ge harcamaları 1996'da %1,28 düzeyindeyken, 2000 senesinde %1,40 düzeylerini aştığı, son dönemde %1,90 düzeylerine yaklaşan oranın 2021 senesinde %1,90 düzeyinin altına gerilediği görülmektedir. Dahası G-20 ülkelerinin ortalama Ar-Ge harcamaları halen gelişmiş ülkelerin ortalama Ar-Ge payının (%2.5) altında kaldığı anlaşılmaktadır (Huyut, 2019: 114).

Şekil 2: G-20 Ekonomilerinde İşsizlik Oranları (1996-2021, (%))

Kaynak: World Bank, 2024, www.worldbank.org.

Şekil 2’de, G-20 ülke grubunda işsizlik oranlarının seyri yansıtılmaktadır. Şekil 2’den anlaşıldığı gibi G-20 ekonomilerinde 2008 krizinden sonra işsizlik yükselmiştir. G-20 ekonomileri grubunda işsizlik 2021 yılı itibarıyla küresel kriz öncesi (2007 ve 2008) düzeylerden hâlâ yüksektir.

Bu araştırmanın, ülke örneği olarak G-20 ülke grubunu incelemesi ve panel veri ekonometrisinin yeni metotlarından yararlanmasıyla literatüre katkı sunacağı planlanmaktadır. Bu çerçevede, öncelikle konuya yönelik literatür taraması sunulmakta, sonrasında teorik çerçeveye yer verilmektedir. Dördüncü bölümde ekonometrik metot açıklanmaktadır. Beşinci bölümde ise G-20 ekonomileri için teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisiyle ilgili ampirik analiz ve bulgular değerlendirilmektedir. Son bölümde değerlendirmeler gerçekleştirilerek politika tavsiyeleri verilmekte ve çalışma tamamlanmaktadır.

2. Literatür Taraması

Teknolojik gelişmenin istihdama etkisine dair daha önce yapılan araştırmalar Tablo 1’de sunulmaktadır. Tabloya göre teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisi, zaman serisi ve panel veri analizleriyle araştırılmaktadır. Ampirik araştırmalarda, teknolojik gelişmenin istihdama etkisine yönelik farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Ampirik çalışmaların bir kısmında teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisinin pozitif olduğu sonucuna varılmıştır (Magun (1985); Taymaz (1997); Reenen (1997); Bogliacino ve Vivarelli (2012); Barbieri vd. (2016); Bayraktar ve Uysal (2019); Çelik (2020); Cefri ve Selci (2020); Topçu (2021); Nurdoğan (2021); Ling vd. (2023); Graf ve Mohamed (2024)). Çalışmaların bir kısmında ise teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisinin negatif olduğu anlaşılmıştır (Şahinoğlu ve Varıcı (2019); Kılınç (2020); Bulut ve Yenipazarlı (2020); Topçu (2021); Yeşilkaya (2021); Emara (2021); Ni ve Obashi (2021)). Çalışmaların bir başka kısmında ise teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerinde etkisinin olmadığı bulunmuştur

(Piva ve Vivarelli (2002); Demir ve Alparslan (2016); Bavar (2020)). Çalışmaların bulguları; istihdam serisinin mutlak ya da oransal olarak kullanılmasına, teknolojik gelişme serisine (Ar-Ge harcaması, Ar-Ge harcaması/GSYİH, ileri teknoloji ihracatı/GSYİH, bilgi iletişim teknoloji gelişim endeksi, robotizasyon ve patent sayısı vb.), oluşturulan modellere (kübik, karesel, log-lineer, logaritmik vb.), kontrol değişkenine, ülkelere (sektörlere) ve döneme göre değişiklik göstermektedir. Literatür incelemesine göre teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisine yönelik ortak bir sonuç olmadığı anlaşılmaktadır. Literatür incelemesi sonucunda, teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisine yönelik herhangi bir çalışmada G-20 ekonomilerinin araştırılmadığı, bu bağlamda bu noktada literatürde bir eksik olduğu fark edilmiştir.

Tablo 1: Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi ile İlgili Ampirik Araştırmalar

Yazar(lar)	Dönem ve Ülkeler	Metod	Değişkenler	Sonuç
Magun (1985)	1971-1979 (yıllık), Kanada	Girdi-Çıktı Analizi	İstihdam, Endüstri Teknoloji Matrisi ve Reel Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Taymaz (1997)	1985-1992 (yıllık), Türkiye İmalat Sanayi	En Küçük Kareler Yöntemi	İstihdam, Bir Önceki Dönemin İstihdamı ve Teknolojik Değişim Hızı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Reenen (1997)	1968-1982 (yıllık), İngiltere	En Küçük Kareler ve GMM Yöntemleri	İstihdam, Ücretler, Ticarileşen Yenilik Sayısı ve Patent Sayısı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Piva ve Vivarelli (2002)	1991-1997 (yıllık), İtalyan İmalat Endüstrileri	Panel Veri Analizi	İstihdam, Sermaye, Ücretler, Ar-Ge Harcaması, Doğrudan Yabancı Yatırım ve Firmaların Organizasyonel Değişimleri	Teknolojik değişim istihdamı etkilememektedir.
Bogliacino ve Vivarelli (2012)	1996-2005 (yıllık), 15 Avrupa Ülkesinde 25 Sanayi ve Hizmet Sektörü	Panel Veri Analizi	İstihdam, Bir Önceki Dönemin İstihdamı, Çalışan Başına İşçi Tazminatı, Katma Değer, Sabit Sermaye Oluşumu ve Ar-Ge Harcaması	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Barbieri vd. (2016)	1998-2010 (yıllık), 265 İtalyan Firması	Panel Veri Analizi	İstihdam, Katma Değer, Emek Maliyeti ve Ar-Ge Harcaması	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Demir ve Alparslan (2016)	2008-2012 (yıllık), En Çok Ar-Ge Harcaması Yapan 31 Firma	Korelasyon Analizi	İstihdam ve Ar-Ge Harcaması	Teknolojik değişimin istihdama etkisi bulunmamaktadır.
Bayraktar ve Uysal (2019)	1998-2017 (yıllık), Türkiye	Granger Nedensellik Analizi	İstihdam ve Ar-Ge Harcaması	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Şahinoğlu ve Varıcı (2019)	1989-2017 (yıllık), Türkiye	ARDL Modeli	İstihdam ve İleri Teknoloji İhracatının GSYİH'deki Payı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi negatiftir.

Tablo 1 (Devam): Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi ile İlgili Ampirik Araştırmalar

Yazar(lar)	Dönem ve Ülkeler	Metod	Değişkenler	Sonuç
Çelik (2020)	2010-2017 (yıllık), Türkiye'nin 12 Bölgesi	Dinamik Sistem GMM Yöntemi	İstihdam, Bir Dönem Önceki İstihdam, Ar-Ge Harcaması, Ar-Ge Harcaması Karesi, Sanayinin GSYİH'deki Payı, Hizmetlerinin GSYİH'deki Payı ve Ticari Açıklık Oranı	Teknolojideki %1'lik bir artış istihdamı %0.273 arttırmaktadır.
Kılınç (2020)	2004-2018 (yıllık), Türkiye	Var Modeli	İstihdam Oranı, Ar-Ge Harcaması/GSYİH, İşgücü Reel Ücret Artışı ve GSYİH/İstihdam	Teknolojik değişimin istihdama etkisi negatiftir.
Cafırı ve Selci (2020)	2000-2015 (yıllık), 27 Avrupa Birliği Ülkesi ve Türkiye	Sistem GMM Analizi	İlk Model: Kadın İstihdamı, Bir Önceki Dönem Kadın İstihdamı, Ar-Ge Harcaması/GSYİH ve Kontrol Değişkeni Matrisi (GYSİH, Göç, Yoksulluk, Etkinlik, Eğitim, Borçlanma) İkinci Model: Kadın İstihdamı, Bir Önceki Dönem Kadın İstihdamı, Yüksek Teknolojili Patent Başvurusu ve Kontrol Değişkeni Matrisi (GYSİH, Göç, Yoksulluk, Etkinlik, Eğitim, Borçlanma) Üçüncü Model: Kadın İstihdamı, Bir Önceki Dönem Kadın İstihdamı, İnternet Kullanıcısı ve Kontrol Değişkeni Matrisi (GYSİH, Göç, Yoksulluk, Etkinlik, Eğitim, Borçlanma)	Teknolojik gelişmelerin kadın istihdamına etkisi pozitifdir.
Bavar (2020)	1996-2017 (yıllık), 29 OECD Ülkesi	Panel Veri Analizi	İlk Model: Erkek İstihdam Oranı, İleri Teknoloji İhracatı/İmalat İhracatı, Patent Başvurusu, Ar-Ge Harcaması/GSYİH İkinci Model: Kadın İstihdam Oranı, İleri Teknoloji İhracatı/İmalat İhracatı, Patent Başvurusu, Ar-Ge Harcaması/GSYİH	Teknolojik değişimin istihdama etkisi bulunmamaktadır.
Bulut ve Yenipazarlı (2020)	1998-2017 (yıllık), 81 Gelişmiş, Gelişmekte Olan ve Az Gelişmiş Ülke	Panel Veri Analizi	İstihdam, GSYİH, İşgücü/Nüfus, Toplam Nüfus, Ar-Ge Harcaması ve İleri Teknoloji Ürünleri İhracatı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi negatiftir.
Topçu (2021)	1996-2017 (yıllık), Türkiye	Panel Eşbütünleşme Analizi	Tarım, Hizmet ve Sanayi Sektörlerindeki İstihdam, Ar-Ge Harcaması ve Sektörel Ücret	Teknolojideki bir artış tarım sektöründeki istihdamı azaltırken; sanayi ve hizmetler sektörlerindeki istihdamı arttırmaktadır.

Tablo 1 (Devam): Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi ile İlgili Ampirik Araştırmalar

Yazar(lar)	Dönem ve Ülkeler	Metod	Değişkenler	Sonuç
Yeşilkaya (2021)	2007-2018 (yıllık), 7 Avrupa Ülkesi	Panel En Küçük Kareler Yöntemi	İstihdam Oranı ve Teknoloji İthalatı/Toplam İthalat	Teknolojik değişimin istihdama etkisi negatiftir.
Nurdoğan (2021)	2019 (yıllık), 37 OECD Ülkesi	Kanonik Korelasyon Analizi	İstihdam Oranı ve Bilgi İletişim Teknoloji Gelişim Endeksi	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Emara (2021)	1990-2018 (yıllık), Mısır	Var Modeli ve Etki-Tepki Analizi	İstihdam, Patent Sayısı, GSYİH Büyüme Oranı, Yurt İçi Yatırım, Eğitim ve Nihai Tüketim Harcaması Büyüme Oranı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi negatiftir.
Ni ve Obashi (2021)	1995-2017 (yıllık), Japon İmalat Sanayi	Panel Veri Analizi	İstihdam, Robotizasyon, Sermaye/Emek, Ar-Ge Harcaması/GSYİH	Teknolojik değişimin (robotizasyon ve ar-ge) istihdama etkisi negatiftir.
Ling vd. (2023)	2003-2019 (yıllık), Çin'in 248 İli	Panel Veri Analizi	İstihdam ve Patent Sayısı	Teknolojik değişimin istihdama etkisi pozitifdir.
Graf ve Mohamed (2024)	2005-2015 (yıllık), Almanya'nın 14 İmalat Sanayisi	Panel Veri Analizi	İstihdam, Robotizasyon ve Patent Sayısı	Teknolojik değişimin (robotizasyon ve patent) istihdama etkisi pozitifdir.

3. Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisine Yönelik Teorik Çerçeve

Teknolojik gelişmeler, yeni ürünlerin üretim ve dağıtımında yeni iş imkânları oluşturarak istihdamı olumlu etkilemekle birlikte, teknoloji kullanımına dayanarak oluşan makineleşmenin emeğin yerini almasıyla istihdamı olumsuz etkilemektedir (Şahinoğlu ve Varıcı, 2019: 623).

Yeni teknolojilerin istihdam üzerindeki etkisine yönelik üç farklı görüş bulunmaktadır. Bunlardan ilki, teknolojik gelişmenin istihdamı arttırdığına yönelik iyimser görüştür. İkinci görüş ise, teknolojik gelişmenin istihdamı azalttığına yönelik kötümser görüştür. Son görüş ise, teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri telafi ederek istihdamı etkilemeyeceğini savunan dengeleyici görüştür (Savuk, 2014: 83).

İyimser yaklaşıma göre, teknolojik gelişim yeni işler yaratmakta ve mevcut işlerin kalitesini arttırmaktadır. Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olumlu etkisi beş kanalla açıklanmaktadır. Bunlardan ilki, daha ucuz olan makinelerin emeğin

yerini almasıyla üretim maliyetleri düşer, firmaların kâr oranları, ürün kalitesi ve rekabet gücü artar. Bu durum firmaların pazar paylarının artmasına, yeni yatırımların, ihracat ve istihdamın artmasına neden olmaktadır. İkinci olarak, teknolojik gelişme fiyat düşüşü ve gelir artışı yoluyla reel gelirleri arttırmakta ve istihdamın artmasına neden olmaktadır. Üçüncü olarak, daha fazla otomasyonun kullanılması aslında yatırım malları sanayisinde istihdamın artması anlamına gelmektedir. Dördüncü olarak, teknolojiyle makineler işgücünün yerini aldığıda ücretler azalmakta ve işçiler emek yoğun bir başka sektörde istihdam edilmektedir. Son olarak, teknolojik gelişmeler beraberinde daha önce bulunmayan ya da istihdam edilmeyen yeni iş ve mesleklerin ortaya çıkmasına neden olarak istihdamı arttırmaktadır. Bu bağlamda vasıfsız işçilerin iş kaybı mühendis, yönetici, teknik servis ve satış uzmanı ve bilişim uzmanı gibi vasıflı işçilerle fazlasıyla telafi edilmektedir (Şahinoğlu ve Varıcı, 2019: 623).

İyimser yaklaşıma göre, teknolojik gelişme elbette başlangıçta bir miktar işsizliğe neden olmakla beraber zaman içerisinde kaliteyi, standardı, yeni pazarları ve başka alanlarda yeni iş ve meslek olanaklarını arttırmaktadır. Bununla beraber fiyat ve ücret düşüşleri de istihdamı olumlu etkilemektedir. Bu yaklaşıma göre, işsizlik yeni iş alanlarına yönelik eğitimlerle daha da hızlı önlenebilmektedir (Şahinoğlu ve Varıcı, 2019: 623).

Karamsar görüşe göre, teknolojik gelişmeyle birlikte emeğin yerini makineler almakta ve istihdam olumsuz etkilenmektedir. Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olumsuz etkisi üç kanalla açıklanmaktadır. İlk olarak, teknolojik gelişme bütün sektörleri, işçiler ve işleri etkilemektedir. Teknolojik gelişmeyle beraber emeğin yerini fiziki sermaye olan yatırım malları almaktadır. Ayrıca bilgi teknolojilerinde meydana gelen ilerlemeler özellikle hizmet sektörlerindeki işleri ortadan kaldırmakta ve işçileri atıl hale getirmektedir. İkinci olarak, bilgi teknolojileri fiyatların hızla gerilemesine neden olarak, çalışanların işlerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Son olarak, bilgi teknolojileri ve küreselleşme nedeniyle firmalar işlerin bir kısmını düşük ücretli başka ülkelerde yaptırmaktadır. Bu durum ise o ülkede istihdamı azaltmaktadır. Tüm bu faktörler özellikle niteliksiz emeği olumsuz etkilemektedir (Savuk, 2014: 85).

Dengeleyici görüşe göre, teknolojik gelişmenin istihdama etkisi olmamaktadır. Bu yaklaşımda teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin telafi edilerek istihdamı etkilemeyeceğini savunulmaktadır. Bu görüşe göre teknolojik gelişmenin etkisi bu gelişmeden faydalanan bireylerin teknolojiyi kullanış amaç ve tarzına bağlıdır. Bu bağlamda teknolojinin mutlaka istihdamı arttıracığı ya da azaltacağı belirtilmesi doğru değildir. Teknolojik gelişmeyle beraber emeğin yerini makineler almakla birlikte emeğin teknolojik gelişmeyle bağlantılı zaman içerisinde ortaya çıkan yeni iş alanlarında istihdam edilmesiyle işsizlik telafi edilmekte ve istihdam negatif ya da pozitif etkilenmemektedir (Aras, 2022: 69-71).

Yukarıdaki bilgiler ışığında teknolojik gelişimin istihdama etkisinin teorik açıdan da ortak bir sonuca varılmadığı anlaşılmaktadır. Teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki etkisi, ülkelerin rekabet gücüne, hükümetlerin politikalarına, nitelikli emeğin nitelsiz emek oranına (ileri teknolojik sektörlerin düşük teknolojik sektörlerle oranına), teknolojik gelişmenin meydana geldiği sektöre, firmaların stratejilerine ve bölgelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, ulusal rekabet gücü yüksek bir ülkede meydana gelen bir teknolojik gelişmenin düşük rekabet güçlerine sahip ülkelere kıyasla istihdamı uzun vadede daha olumlu etkilemesi ya da daha az olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

4. Ekonometrik Metot

Araştırmada gerçekleştirilen ekonometrik analizler beş aşamalı bir süreçten oluşmaktadır. İlk olarak “Breusch ve Pagan (1980)’nin oluşturduğu LM testi”, “Pesaran (2004)’nin oluşturduğu CD ve CDLM testleri” ve “Pesaran vd. (2008)’nin oluşturdukları LM_{adj} testi” ile yatay kesit bağımlılığı araştırılmıştır. “Breusch ve Pagan (1980), Pesaran (2004), Pesaran vd. (2008)” tarafından meydana getirilen test istatistikleri sırasıyla Denklem (1), (2) ve (3)’de şu şekilde sunulmaktadır.

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2, \quad \sim X^2 N(N-1)/2 \quad (1)$$

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

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)} \right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v2_{Tij}}}} \sim N(0,1) \quad (3)$$

Yatay kesit bağımlılığının dikkate alınmadığı araştırmalarda geleneksel panel tahmincileri ile gerçekleştirilen tahminlerle hatalı parametreler ortaya çıkarılabilmekte ve bu olgunun engellenebilmesi için yukarıdaki testlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Chudik ve Pesaran, 2013: 2). Böylece kesitler arası bağımlılığın hem değişkenler hem de model olarak araştırılması önemlidir. Test, “ H_0 : Kesitler arası bağımlılık yoktur” varsayımına dayanır. H_0 hipotezi reddedilemezse birinci; reddedilirse ikinci kuşak panel birim kök testleri gerçekleştirilmelidir (Baltagi, 2008: 284).

Sonraki süreçte, serilerin birim köke sahip olup olmadığı, bootstrap değerleri ile bir süzgeç örnekleme aşamasını kullanan ve kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testlerinden “Smith vd. (2004)’nin oluşturulduğu Bootstrap IPS birim kök testi” aracılığıyla saptanmıştır. Analizde \bar{t} test istatistiğinin bulguları dikkate alınmakta ve “ H_0 hipotezi Birim kök” varsayımına dayanır. Testin sonucu, H_0 reddedilirse en azından bir ülkede söz konusu seri için durağanlık bulunur olarak ifade edilmektedir (Topal, 2017: 194).

Üçüncü kısımda, “modelin eğim katsayılarının homojenliği *Pesaran ve Yamagata (2008)*’nin oluşturduğu homojenlik testi (*Slope Homogeneity Test*)” ile araştırılmıştır. Test istatistiği Denklem (4)’de verilmektedir.

$$\Delta = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\hat{\xi} - k}{\sqrt{2k(T-k-1)/T+1}} \right) \sim N(0,1) \quad (4)$$

Eğim katsayısının heterojen ya da homojen olduğunun eşbütünleşme testinden önce tespit edilmesi gerekli olmaktadır. Homojenlik testinde büyük ve küçük örneklem için iki adet test istatistiği söz konusudur. Bu iki test istatistiğinde de H_0 hipotezi, eğim katsayısı homojen olarak test edilmektedir.

Dördüncü kısımda, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yatay kesit bağımlılığını da dikkate alan “*Westerlund ve Edgerton (2007)*’nin oluşturduğu *LM Bootstrap eşbütünleşme*” metoduyla test edilmiştir. Test “*McCoskey ve Kao (1998)*’nin *Lagrange çarpanı (LM)*” testine dayanmaktadır. Test istatistiğinin süreci Denklem (5)’de sunulmaktadır.

$$y_{it} = \alpha_i x'_{it} \beta_i + z_{it} \quad (5)$$

Vektör $w_{it} = (u_{it}, \Delta x'_{it})'$ tahmin edici ile doğrusal bir aşamayı belirtmektedir. Bu husus Denklem (6)’da verilmektedir.

$$w_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} \alpha_{ij} e_{it-j} \quad (6)$$

Testin varsayımı “*eşbütünleşme vardır*” şeklindedir. LM Bootstrap eşbütünleşme testi, kesitler arasında ve içerisinde korelasyona izin vermek için bootstrap niteliğini kullanmaktadır (Özcan ve Arı, 2014: 47).

Son aşamada, değişkenlerin uzun dönem katsayıları kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ve heterojeniteyi varsayan “*Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Corelated Effect)*” testi aracılığıyla tahmin edilmiştir. “*Pesaran (2006) CCEMG (Common Correlated Effects Mean Group Estimator) ve bireysel CCE*” tahmincilerinin aritmetik ortalaması biçiminde iki tahminci oluşturmuştur. Testin süreçleri Denklem (7) ve (8)’de verilmektedir.

$$\hat{b}_{CCEMG} = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^N \hat{b}_i \quad (7)$$

$$\hat{b}_{CCEMG} = \left(\sum_{i=1}^N \theta_i X'_i \bar{M}_w X_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \theta_i X'_i \bar{M}_w y_i \quad (8)$$

Testin H_0 hipotezi “*Katsayılar istatistiksel olarak anlamsızdır*” biçimindedir.

5. Veri Seti ve Ekonometrik Tahmin Bulguları

5.1. Veri Seti

Panel eşbütünleşme analizinden yararlanılan araştırmada, G-20 ekonomileri için teknolojik gelişmenin uzun dönemde istihdam üzerindeki etkisi 1996-2021 seneleri çerçevesinde incelenmiştir. Kullanılan modelin ortaya konulmasında, Kılınç (2020) ve Bavar (2020)’in çalışmaları baz alınmıştır. Modelde istihdamın toplam nüfus içindeki oranı, teknolojik gelişmenin göstergesi olarak araştırma ve

geliştirme harcamalarının gayri safi yurtiçi hâsılaya oranı ve kontrol değişken olarak da reel gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYİH) kullanılmıştır. GSYİH ve istihdam verileri Dünya Bankasından (WDI), teknolojik gelişim verisi OECD (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü) veri tabanından ulaşılmıştır (Tablo 2). Analiz yılları, Hindistan, Arjantin ekonomilerinde teknolojik gelişim (araştırma ve geliştirme harcamalarının gayri safi yurtiçi hâsılaya oranı) verisinin 1996 yılından sonra başlaması ve 2021 senesine kadar ulaşılabilmesinden dolayı 1996-2021 dönemi seçilmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere Yönelik Açıklamalar

Simge	Açıklama	Kaynak
LİSTİH	Logaritmik İstihdam/Toplam Nüfus (yıllık,%)	Dünya Bankası, WDI
LAR	Logaritmik Araştırma Geliştirme Harcamalarının GSYİH İçindeki Payı (yıllık,%)	OECD, OECD Stat
LGDP	Logaritmik Reel Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (yıllık, 2015 fiyatları, \$)	Dünya Bankası, WDI

Çalışmada oluşturulan model, serilerin logaritmik çevrimleriyle Denklem 9’da verilmiştir:

$$LİSTİH_{it} = \beta_0 + \beta_1 LAR_{it} + \beta_2 LGDP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Tablo 3’te modelde yer verilen G-20 üyesi 13 ekonomi verilmektedir. G-20 ekonomileri kapsamında bulunan Avrupa Birliği (AB), G-20 üyesi olan Fransa, İtalya ve Almanya’nın bununla beraber AB’ye üye ekonomiler olmaları sebebiyle modele konulamamıştır. Bununla beraber Brezilya, Güney Afrika, Endonezya, Suudi Arabistan, Güney Kore ve Avustralya’nın verilerine bazı seneler için erişilemediğinden bu ekonomiler modele dâhil edilmemiştir.

Tablo 3: Analiz Kapsamında Olan Ekonomiler

Sıra	Ülke	Sıra	Ülke
1	Türkiye	9	Japonya
2	Çin	10	Almanya
3	Hindistan	11	Fransa
4	Arjantin	12	İtalya
5	Meksika	13	Kanada
6	Rusya		
7	Amerika Birleşik Devletleri		
8	İngiltere		

Modelde beklenen sonuçlar aşağıdaki biçimdedir (Çelik, 2020: 419; Emara, 2021: 268):

- Teknolojik gelişmenin uzun vadede yeni işler yaratarak istihdamı arttırması beklenmektedir. Bundan dolayı söz konusu parametrenin $\beta_1 > 0$ şeklinde olması beklenmektedir.

- Ekonomik büyümenin yeni işler yaratarak ve mevcut işlerdeki üretimleri arttırarak istihdama katkıda bulunması beklenmektedir. Dolayısıyla “parametre $\beta_2 > 0$ şeklinde” olarak beklenmektedir.

5.2. Ekonometrik Tahmin Sonuçları

Model ve değişkenlerde kesitler arası bağımlılığı incelemek için “Breusch ve Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) tarafından oluşturulan CD ve CDLM testleri ile Pesaran vd. (2008) tarafından oluşturulan LM_{adj}” testi bulguları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Bulguları

Testler	LİSTİH		LAR		LGDP	
	İst-Değeri	p-Değeri	İst-Değeri	p-Değeri	İst-Değeri	p-Değeri
CD _{lm1} (BP,1980)	124.050***	0.001	104.427**	0.025	126.605***	0.000
CD _{lm2} (Pesaran, 2004)	3.687***	0.000	2.116**	0.017	3.891***	0.000
CD _{lm3} (Pesaran, 2004)	-3.174***	0.001	-2.560**	0.005	-1.826**	0.034
LM _{adj} (PUY, 2008)	3.904***	0.000	11.022***	0.000	-1.24	0.893
Eşbütünleşme Modeli						
	İst-Değeri			p-Değeri		
CD _{lm1} (BP,1980)	210.956***			0.000		
CD _{lm2} (Pesaran, 2004)	10.645***			0.000		
CD _{lm3} (Pesaran, 2004)	0.296			0.384		
LM _{adj} (PUY, 2008)	15.074***			0.000		
“*** ve **” işareti sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı vermektedir”.						

Tablo 4’teki bulgulara göre, H₀ hipotezi istihdam, teknolojik gelişme ve reel gayri safi yurtiçi hâsıla değişkenlerin tümünde %1 ve %5 anlamlılık seviyesinde reddedilmektedir. Benzer bulgular eşbütünleşme denkleminde de bulunmuştur. Bu bağlamda kesitler arası bağımlılık bir ülkede oluşan bir makroekonomik şokun, diğer ülkelere de etki ettiğini göstermektedir. Analiz sonuçları, ikinci nesil panel birim kök ve ikinci nesil eşbütünleşme testlerinin kullanılmasını sağlamaktadır (Smith vd., 2004: 167-168; Westerlund ve Edgerton, 2007: 186; Bayrakdar ve Soyyiğit, 2020: 52-53).

Ekonometrik modelde seriler arasında anlamlı tahmin sonuçlarına ulaşabilmek amacıyla değişkenlerin durağan olması bir ön koşuldur (Tatoğlu, 2012: 199; Tarı, 2010: 374). Aksi halde varılan ilişkiler sahte regresyon şeklinde meydana gelebilmektedir. Bu bağlamda değişkenlerin durağanlığa sahip olup olmadıklarının birim kök testi ile analiz edilmesi gerekli olmaktadır (Granger ve Newbold, 1974: 117; Kaplan ve Aktaş, 2016: 107).

Analizde ortaya konulan değişkenlerin seviyede ve birinci fark da birim köke sahip olup olmadığı, yatay kesit bağımlılığına da izin veren ikinci kuşak panel birim kök testlerinden Smith vd. (2004)'nin ortaya koyduğu Bootstrap IPS testi ile incelenmiştir. Bu testin sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Bootstrap IPS Panel Birim Kök Testi

MODEL	LİSTİH		LAR		LGDP	
	Seviyede	Farkta	Seviyede	Farkta	Seviyede	Farkta
C	-1.790 (0.500)	-5.303*** (0.000)	-1.416 (0.800)	-4.774*** (0.000)	-1.757 (0.600)	-5.004*** (0.000)
CT	-2.435 (0.200)	-5.726*** (0.000)	-2.119 (0.400)	-4.962*** (0.000)	-2.123 (0.800)	-5.308*** (0.000)

“Prob-değerleri 10 bootstrap döngüsü ve maksimum gecikme uzunluğu ve blok hacmi sırasıyla 1 ve 10 olarak tahmin edilmiştir”. C: Sabitli model, CT: Sabitli ve trend model.

Tablo 5’de sunulan sonuçlara göre istihdam, teknolojik gelişme ve reel gayri safi yurtiçi hâsıla değişkenleri sabitli modelde (trend olmadığından) seviyede H_0 boş hipotezinin %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde reddedilemediği bulgusuna varılmıştır. Tüm değişkenler birinci farklarında ise durağandır. Bootstrap IPS testinin bulguları kapsamında serilerin düzeyde birim kök içermesi “Westerlund ve Edgerton (2007)” eşbütünleşme testinin kullanılabilmesini sağlamaktadır (Westerlund ve Edgerton, 2007: 187; Kar vd., 2019: 43).

Eşbütünleşme testini uygulamadan önce ortaya konulan modelin eşbütünleşme katsayısının homojenliğinin saptanması gereklidir. Uygulanan teste göre, eğim katsayıları heterojen (homojen) olarak saptanırsa, heterojeniteyi (homojeniteye) dikkate alan eşbütünleşme testleri gerçekleştirilmektedir (Polat, 2018: 514). Bu kapsamda “Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından oluşturulan homojenlik testi (Slope Homogeneity Test)” bulguları Tablo 6’da verilmektedir.

Tablo 6: Homojenite Test Bulguları

Testler	Model	
	İst- Değeri	Prob-Değeri
Delta Tilde	21.991***	0.000
Delta Tilde _{adj}	23.827***	0.000

“***” %1 anlamlılık seviyesini vermektedir.”

Tablo 6’da gösterilen bulgulara göre, modelin homojenliği varsayımına dayalı meydana getirilen H_0 hipotezi %1 anlamlılık seviyesinde reddedilerek modelin heterojen olduğu saptanmaktadır. Bu durum, istihdam, teknolojik gelişme ve reel gayri safi yurtiçi hâsılada ortaya çıkan bir değişimin istihdam üzerindeki etkisinin ekonomiler arasında farklı olduğunu göstermektedir.

İstihdam, teknolojik gelişme ve reel gayri safi yurtiçi hâsıla serilerinin modelde heterojenlik ve yatay kesit bağımlılığı içermesi “Westerlund ve Edgerton (2007)” tarafından ortaya konulan LM Bootstrap testinin kullanılmasını sağlamaktadır. Tablo 7’de LM Bootstrap eşbütünleşme testinin bulguları gösterilmiştir.

Tablo 7: LM Bootstrap Test Bulguları

	LM İstatistiği	Asimtotik p-değeri	Bootstrap p-değeri
LMN ⁺	1.837	0.033	0.867
<i>“Bootstrap olasılık değerleri 1000 tekrarlı dağılımdan sağlanmıştır. Öncül 1, gecikme ise 1 olarak varsayılmıştır. Sabitli model alınmıştır”.</i>			

Tablo 7’de verilen bulgulara göre G-20 ekonomi grubunda “eşbütünleşme vardır” biçimindeki H₀ hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Kesitler arası bağımlılık belirlendiğinden bootstrap olasılık değeri ile ilgilenilmektedir. Bu bağlamda, istihdam, teknolojik gelişme ve reel gayri safi yurtiçi hâsıla değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişki söz konusudur.

Eşbütünleşme ilişkisinin tespitinden sonra eşbütünleşme katsayıları, “Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Corelated Effects)” metoduyla tespit edilmiştir. Test kesitler arası bağımlılığı dikkate almakta ve katsayılar da heterojenite bulunduğu durumlarda gerçekleştirilebilmektedir. Tablo 8’de değişkenlerin eşbütünleşme katsayılarının analiz bulguları gösterilmiştir.

Tablo 8: CCE Metodu Test Bulguları

	LİSTİH=f(LAR)			LİSTİH=f(LGDP)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
CCE	0.064	0.050	0.202	0.254***	0.091	0.005
Ülkeler ve Sonuçları						
Türkiye	0.080	0.106	0.453	0.627***	0.219	0.004
Çin	0.074**	0.032	0.021	0.029	0.050	0.563
Hindistan	0.065	0.092	0.481	-0.214	0.136	0.116
Arjantin	0.057	0.085	0.503	0.35*	0.127	0.065
Meksika	0.023	0.019	0.218	-0.032	0.115	0.778
Rusya	0.029	0.059	0.621	0.219***	0.050	0.000
Amerika Birleşik Devletleri	0.026	0.048	0.590	0.511***	0.105	0.000
İngiltere	0.053***	0.012	0.000	0.455***	0.072	0.000
Japonya	-0.323*	0.166	0.052	-0.194	0.439	0.657
Almanya	0.518***	0.172	0.003	0.058	0.226	0.737
Fransa	-0.075	0.126	0.551	0.510***	0.167	0.002
İtalya	0.144	0.104	0.165	0.877***	0.105	0.000
Kanada	0.161**	0.080	0.045	0.221	0.216	0.305
Not: “***, ** ve *” işareti sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyesinde anlamlılığı yansıtmaktadır.						

Tablo 8’de gösterilen CCE eşbütünleşme tahmincisine göre G-20 ekonomileri kapsamında panelin genelinde teknolojik gelişimin istihdam üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsızdır. Panelin genelinde teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki etkisi anlamsız olmakla birlikte ekonomiler heterojen özelliğe sahip olduklarından ekonomilere yönelik birim etkiler önemlidir (Durmuş, 2017: 16; Polat, 2018: 524). Bu etkiler incelendiğinde 13 ülkeden 5’inde teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki etkisinin anlamlı, 8’inde ise anlamsız olduğu saptanmıştır. Anlamlı etki saptanan ülkelerin 4’ünde pozitif, 1’inde ise negatif etki tespit edilmiştir. Pozitif etkilenen ekonomiler; Çin, İngiltere, Almanya ve Kanada iken negatif etkilenen ekonomi Japonya olarak belirlenmiştir. Çin, İngiltere, Almanya ve Kanada için bu bulgular, sırasıyla Ling vd. (2023), Reenen (1997), Graf ve Mohamed (2024) ve Magun (1985) çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur. Japonya için bu bulgu ise, Ni ve Obashi (2021) çalışmasının sonuçlarıyla uyumludur. Bu yönüyle kıyaslandığında teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki etkisi, ülkelerin rekabet gücüne, hükümetlerin politikalarına, nitelikli emeğin niteliksiz emek oranına (ileri teknoloji sektörlerin düşük teknoloji sektörlerine oranına), teknolojik gelişmenin meydana geldiği sektöre, firmaların stratejilerine ve bölgelere göre farklılık göstermektedir. Aynı zamanda elde edilen sonuçlara göre, G-20 ekonomileri çerçevesinde panelin genelinde reel gayri safi yurtiçi hâsıladaki %1’lik bir yükseliş istihdamı %0.25 yükseltmektedir.

6. Sonuç

Çalışma, 1996-2021 dönemi arasında G-20 ülkeleri ile teknolojik gelişimin uzun dönemde istihdam üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme analizi ile araştırmıştır. Modelde istihdamın toplam nüfus içindeki oranı, teknolojik gelişmenin göstergesi olarak araştırma ve geliştirme harcamalarının gayri safi yurtiçi hâsılaya oranı ve kontrol değişkeni olarak da reel gayri safi yurtiçi hâsıla kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, 13 G-20 ekonomisi için panelin genelinde teknolojik gelişimin istihdamı etkilemediğini göstermektedir. Bu bulgu, teknolojik gelişimin istihdam üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri telafi ederek istihdamı etkilemeyeceğini savunan dengeleyici görüş ile örtüşmektedir. Sonuçlar mevcut literatürde önceden yapılan araştırmaların bir kısmının (Piva ve Vivarelli (2002), Demir ve Alparslan (2016), Bavar (2020)) sonuçlarıyla paralellik sunmaktadır. Bununla beraber varılan bulgulara göre, G-20 ekonomileri çerçevesinde panelin genelinde reel gayri safi yurtiçi hâsıladaki %1’lik bir yükseliş istihdamı %0.25 yükseltmektedir.

Uygulama bulguları ülke bazında değerlendirildiğinde, Çin, İngiltere, Almanya ve Kanada’da teknolojik gelişim istihdamı arttırmaktadır. Japonya’da ise teknolojik gelişim istihdamı azaltmaktadır. Japonya için bu bulgu, Ni ve Obashi (2021) çalışmasının sonuçlarıyla uyumludur. Bu durumun temel nedeni, Japonya’nın teknoloji açısından G-20’nin en gelişmiş ülkeleri arasında olması ve ülkedeki yeni teknolojilerle oluşan makineleşmenin emeği ikame etmesi olarak görülmektedir (Ni ve Obashi, 2021: 3).

Ulaşılan bulgular, G-20 ekonomilerinin istihdamlarını arttırabilmek için teknolojik gelişmenin önemli bir rol oynamadığını göstermektedir. Bu bağlamda bu ülkelerde, hükümetlere teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkinliğini arttırmaya ve teknolojik gelişmenin istihdam üzerinde pozitif etki yaratmasına yönelik bir strateji önerilmektedir. Bu çerçevede ilk olarak, süreç yeniliklerinden ziyade ürün yenilikleri tercih edilebilir. İkinci olarak, eğitim yatırımları, iş başı eğitimleri ve mesleki eğitimler doğrultusunda teşvikler verilebilir. Üçüncü olarak uzaktan ve kısmi çalışma gibi esnek çalışma yöntemleri tercih edilebilir. Son olarak, hükümetler istihdamı arttıracak sektörlere teşvik verebilir.

Araştırma, bazı ülkelerin teknolojik gelişim verisinin 1996 yılından sonra başlaması ve 2021 senesine kadar erişilebilmesinden dolayı 1996-2021 dönem kısıtına sahiptir. Bu çerçevede sonraki araştırmalarda yapısal kırılmalara izin veren dinamik panel analiz metotları ve daha geniş zaman dönemi ile araştırmaların uygulanmasının literatürün ilerlemesine katkı vereceği ifade edilmelidir.

Kaynakça

Aras, B. D. (2022). *Teknolojinin Gelişimi ve İstihdamın Dönüşümü*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester: John Wiley and Sons.

Barbieri, L., Piva, M. ve Vivarelli, M., (2016). R and D, Embodied Technological Change and Employment: Evidence from Italian Microdata. *IZA Discussion Paper No. 10354*.

Bavar, E. (2020). *Teknolojik İnovasyonun Cinsiyetler Arası İstihdam Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Şırnak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Şırnak.

Bayraktar, S. ve Soyyiğit, S. (2020). Yapısal Kırılmalar Altında Ticari Açıklığın ve Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının İstihdam Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: E7 Ülkeleri Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 39-59.

Bayraktar, M. ve Uysal, Ö. (2019). Türkiye’de Ar-Ge Yatırımlarının ve Nüfusun İstihdam Üzerindeki Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23-42.

Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.

Bogliacino, F. ve Vivarelli, M. (2012). The Job Creation Effect of R and D Expenditures. *Australian Economic Papers*, 51(2), 96-113.

Bulut, E. ve Yenipazarlı, A. (2020). Endüstri 4.0 ve Teknolojinin İstihdam Üzerindeki Etkisi, Panel Veri Analizi. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 7(2), 15-35.

Cafri, R. ve Selci, F. (2020). Teknolojik Gelişmeler ve Kadın İstihdamı İlişkisi: AB Ülkeleri ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(5), 3264-3278.

Chudik, A. ve Pesaran, M. H. (2013). Common Correlated Effects Estimation of Heterogeneous Dynamic Panel Data Models with Weakly Exogenous Regressors. *Federal Reserve Bank of Dallas Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper No. 146*.

Çelik, O. (2020). The Impact of Technology on Employment at Regional Level: The Case of Turkey. *Öneri Dergisi*, 15(54), 412-430.

Demir, A. Z. ve Alpaslan, F. (2016). Ar-Ge ve Yeniliğin Finansal Performans ve İstihdam Üzerine Etkileri. *Journal of International Social Research*, 9(47), 777-785.

Durmuş, S. (2017). Eğitim Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Ampirik Bir Çalışma. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 54(629), 9-18.

Emara, A. M. (2021). The Impact of Technological Progress on Employment in Egypt. *International Journal of Social Economics*, 48(2), 260-278.

Graf, H. ve Mohamed, H. (2024). Robotization and Employment Dynamics in German Manufacturing Value Chains. *Structural Change and Economic Dynamics*, 68, 133-147.

Granger, C. W. ve Newbold, P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.

G20 (2024). <https://www.g20.org/en/about-the-g20> (Erişim: 12.02.2024)

Huyut, Ü. (2019). *Ar-Ge Yatırımlarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Rolü*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kaplan, F. ve Aktaş, A. R. (2016). Petrol Bağımlısı Ülkelerde Reel Petrol Fiyatlarının Reel Döviz Kuruna Etkisi. *Business and Economics Research Journal*, 7(2), 103-113.

Kar, M., Ağır, H. ve Türkmen, S. (2019). Seçilmiş Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketiminin Ekonomik Büyüme Etkisinin Panel Ekonometrik Analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 38-48.

Kılınç, B. D. (2020). *Teknolojik Değişim ve İstihdam İlişkisi: Türkiye İşgücü Piyasasına Yönelik Makro Bir Analiz*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Ling, X., Luo, Z., Feng, Y., Liu, X. ve Gao, Y. (2023). How Does Digital Transformation Relieve The Employment Pressure in China? Empirical Evidence from The National Smart City Pilot Policy. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-17.

Magun, S. (1985). The Effects of Technological Changes on the Labour Market in Canada. *Industrial Relations*, 40(4), 720-746.

Mccoskey, S. ve Kao, C. (1998). A Residual-Based Test of The Null of Cointegration in Panel Data. *Econometric Reviews*, 17(1), 57-84.

Ni, B. ve Obashi, A. (2021). Robotics Technology and Firm-Level Employment Adjustment in Japan. *Japan and the World Economy*, 57, 1-11.

Nurdoğan, A. K. (2021). Teknoloji ve İşgücü Piyasası İlişkisinin Kanonik Korelasyon Analizi İle İncelenmesi. *Çalışma ve Toplum*, 1(68), 97-118.

OECD (2024). *OECD Stat*. <https://www.oecd.org/sti/msti.htm> (Erişim: 15.02.2024)

Özcan, B. ve Arı, A. (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, 166(1), 39-55.

Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *CESifo Working Paper* (No. 1229).

Pesaran, M. H. (2006). Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.

Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. *Journal of Econometrics*, 142, 50-93.

Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *Econometrics Journal*, 11, 105-127.

Piva, M. ve Vivarelli, M. (2002). The Skill Bias: Comparative Evidence and an Econometric Test. *International Review of Applied Economics*, 16(3), 347-357.

Polat, M. (2018). Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Borsa ve Reel Sektörde Firmalara Etkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 509-526.

Reenen, J. V. (1997). Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms. *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255-284.

Savuk, F. (2014). *Teknolojinin Emek Kullanımı Üzerindeki Etkisi ve Teknoloji-İşsizlik İlişkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.

Smith, L. V., Leybourne, S. T., Kim, T. H. ve Newbold, P. (2004). More Powerful Panel Data Unit Root Tests With an Application to Mean Reversion in Real Exchange Rates. *Journal of Applied Econometrics*, 19(2), 147-170.

Şahinoğlu, T. ve Varıcı, M. (2019). Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği. *Turkish Studies-Information Technologies and Applied Sciences*, 14(4), 617-640.

Tarı, R. (2010). *Ekonometri*, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.

Tatoğlu, F. Y. (2012). *Panel Veri Ekonometrisi*, İstanbul: Beta Yayınları.

Taymaz, E. (1998). Türkiye İmalat Sanayiinde Teknolojik Değişme ve İstihdam (Ed. Bulutay, T.) *Teknoloji ve İstihdam* içinde (s. 1-38). Ankara: DİE.

Topal, M. H. (2017). Vergi Yapısının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkelerinden Ampirik Bir Kanıt. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 183-206.

Topcu, E. (2021). Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Sektörel Bir Analiz. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 481-491.

Westerlund, J. ve Edgerton, D. L. (2007). A Panel Bootstrap Cointegration Test. *Economics Letters*, 97, 185-190.

World Bank (2024). *World Development Indicators*. <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (Erişim: 15.02.2024)

Yeşilkaya, F. (2021). Yüksek Teknoloji İthalatının İstihdama Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart University International Social Sciences Conference* içinde (130-139. ss.).