



ISSN 1304-8120 | e-ISSN 2149-2786

Araştırma Makalesi * Research Article

İnovasyon ve İstihdam İlişkisi: NIC Ülkeleri Örneği

Innovation and Employment Relationship: NIC Countries Example

Selen UTLU KOÇDEMİR

Öğr.Gör.Dr., Gaziantep Üniversitesi, İslahiye İİBF, İktisat Bölümü
utlu@gantep.edu.tr
orcid: 0000-0001-8660-1568

Tuğba ÖZYILDIZ

Öğr.Gör.Dr., Gaziantep Üniversitesi, İslahiye İİBF, İktisat Bölümü
tyesilyurt@gantep.edu.tr
orcid: 0000-0002-2101-2954

Öz: Küreselleşme sürecinin yarattığı rekabet ortamı ülke ekonomilerinde sürdürülebilir büyüme için teknolojik gelişmelerin yakından izlenmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu noktada inovasyon, ülkelerde teknolojiyi ekonomik ve sosyal faydaya dönüştürmede etkili güç olarak karşımıza çıkmaktadır. İnovasyonla birlikte ülke ekonomilerinde istihdam yapısının da önemli ölçüde değiştiği gözlemlenmektedir. Bu çalışma, yeni sanayileşen ülke kategorisinde yer alan 8 ülkeye ait 2007-2020 dönemi verilerini kullanarak istihdam ile inovasyon, yüksek teknoloji ihracatı ve büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, NIC Ülkelerinde teknolojik değişim emeğin yerini alırken, yapılan panel eşbütünlük ve nedensellik testlerine göre istihdam ile Ar-Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ihracatı arasında negatif ilişkiye rastlanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkide Ar-Ge ve ekonomik büyüme ile istihdam arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi mevcutken yüksek teknoloji ürün ihracatı ile istihdam arasında nedensellik ilişkisine rastlanamamıştır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, istihdam, ekonomik büyüme, NIC ülkeleri.

Abstract: The competitive environment created by the globalization process has made it necessary to closely monitor technological developments for sustainable growth in national economies. At this point, innovation emerges as the most effective force in transforming technology into economic and social benefits in countries. It is observed that the employment structure in national economies has changed significantly with innovation. This study investigates the relationship between employment and innovation, high technology exports and growth, using data from 8 countries in the category of newly industrializing countries for the period 2007-2020. The results obtained from the study, while technological change replaces labor in NIC Countries, a negative relationship was found between employment, R&D expenditures and high technology exports according to panel cointegration and causality tests. While there is a bidirectional causality relationship between R&D and economic growth and employment in the relationship between the variables, no causal relationship was found between exports of high technology products and employment.

Keywords: Innovation, employment, economic growth, NIC countries.

GİRİŞ

Dünya çapında inovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisini araştıran çalışmalar aktif bir şekilde yürütülmüştür ve yürütülmeye devam etmektedir. Ünlü iktisatçı J.A. Schumpeter'e (1883-1950) göre, bilgi temelli bir ekonomi, ülkenin ekonomik büyümesinin birincil belirleyicisidir. Gelişmekte olan ülkelerde yaşanan teknolojik gelişmeler sonucu yaşanan yatırımları, krizle mücadelenin ana önlemi olarak kabul etmektedir. Solow'un 1956'da geliştirdiği ekonomik büyüme modeli, savaş sonrası dönemde egemen olmuş ve neredeyse 1980'lere kadar uzun vadeli ekonomik büyümenin sorunlarını incelemek için ana araç olarak hizmet etmiştir. Ekonomik büyümenin doğrudan itici gücü olarak üç etmene odaklanmıştır. Bunlar; fiziksel sermaye, insan emeği ve teknolojik değişimdir. Kişi başına GSYİH'de uzun vadeli büyümenin sağlanabilmesi için teknolojik ilerlemenin varlığına değinmiştir. Solow, büyüme analizinde ülkelere ait fiziki sermayeye, beşerî sermayeye ve teknolojiye daha fazla yatırım yapılabilmesi için temel faktörlerin analize dahil edilmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Grossman ve Halpman (1994), içsel büyüme modelinde inovasyonun ve yenilikçi teknolojinin ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için itici güçlerden biri olduğuna dikkat çekmişlerdir. Aghion (1992) ve Maradana ve diğerleri (2017) ayrıca teknolojik yeniliği büyümenin ana belirleyicisi olarak bulmuşlardır. (Danelia, 2021:81; Oksana ve Bazhenova, 2019:29; Cvetanovic, Mitrovic ve Jurakic, 2019:112; Avila-Lopez, Lyu ve Lopez-Leyva, 2019: 288).

Teknolojik yenilikler ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma seviyelerinde önemli bir belirleyicidir. Sürdürülebilir bir büyümenin sağlanabilmesi için teknolojik gelişme şarttır. Teknolojik gelişmeleri yönlendiren güç olan inovasyon, katma değer açısından yüksek ürünlerin üretilmesini sağlayarak ekonomik büyümede sürdürülebilirliği gerçekleştirmektedir. Aynı zamanda inovasyon işgücü, istihdam kapasitesi ve üretkenlik sonucu ülkelerdeki refah seviyesini etkilemektedir (Feldmann, 2013a: 3325, Feldman, 2013b: 1112).

Teknolojik gelişim ve teknolojinin benimsenmesi, Sanayi Devrimi aşamaları ile muazzam bir artış göstermiştir. Modern teknoloji, endüstriyel ekonomiler, yaparak ya da tasarlayarak öğrenme gibi faaliyetler genellikle Ar-Ge çalışmaları sonucunda ortaya çıkan teknolojilerin temelini oluşturmaktadır (Kılıç ve İspiroğlu, 2019: 255). Gerçekleşen her yeni teknoloji dalgası ekonomik büyümeyi, üretkenliği ve yeni iş türlerinin ortaya çıkmasını sağlayarak istihdamı olumlu yönde etkilemektedir. Sanayi Devrimi ile başlayan gelişmeler yüksek teknoloji ticaretini de genişletmiştir. Yüksek yoğunluğa sahip Ar-Ge ile üretilen ürünlerin ithalat ve ihracatını ifade eden yüksek teknoloji ticareti, son dönemde dikkat çeken konular arasında yer almaktadır (Zera vd., 2021:512). Politika yapıcılar ve dünya çapında tanınan ekonomistler araştırma ve geliştirmenin zorunluluğunu benimsemiş durumdadırlar. Teknolojik ilerleme ve yüksek teknoloji ürünleri ihracatının ülke ekonomilerinde büyüme etkisi uluslararası literatürde yer etmiş durumdadır. Yüksek teknoloji üreten ve ürettiği bu teknoloji ürünlerini ithal eden sektörlerin dünyanın en hızlı büyüyen sektörleri olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Gaur vd., 2020:1).

Teknolojide meydana gelen değişimlerin istihdam üzerinde yaratacağı etki, tipik ticaretin yaratacağı etkiden farklı olmaktadır. Geleneksel ticarete ihracat istihdam artışı ile sonuçlanırken, yüksek teknolojili ihracat emeğin bol olduğu ülkelerde bile istihdam artışı ile sonuçlanmayabilir. Yüksek teknolojinin varlığı işgücünden daha fazla makine kullanımına olanak sağlayabilir. Acemoğlu ve Restrepo (2018), teknolojik gelişmelerin insanların sahip olduğu rollerini değiştirerek "teknolojik işsizlik" olarak isimlendirilen duruma sebebiyet vereceğini dile getirmişlerdir. İşgücü ve makinelerin kolay yer değiştirebildiği durumda istihdamda yaşanacak azalma kaçınılmaz olmaktadır (Rothman, 2013:30; Marchant vd., 2014: 42).

Inovasyonun istihdamı etkilediği kanallar farklılık göstermektedir. Kurumsal yapı, pazar yapısı ve inovasyonun türü bir ekonomide yeni istihdam oluşturabildiği gibi aynı zamanda istihdamı olumsuzda etkileyebilmektedir. Yeni süreç, ekonomilerde emek ve/veya sermaye tasarrufu ve fiyatların düşmesi sebebiyle verimlilik artışına sebep olabilmektedir. Bu sebepten ötürü yenilikten beklenen ilk sonuç, istihdam miktarında azalma ile daha yüksek seviyede üretkenliğin sağlanması olacaktır. Fakat artan kalitenin ve düşen fiyatların etkisiyle yaşanan talep genişlemesi istihdamda da artışı destekleyecektir (Elejalde, vd., 2015:27).

Manual (2018), inovasyon'u çeşitli faaliyetlere dayandırmaktadır. Bu faaliyetler, yeni üretim yöntemlerinin bulunması, yeni malların piyasaya sürülmesi, yeni pazarların açılması ve yeni arz kaynaklarının fethinden oluşmaktadır. İnovasyon, ürün ve süreç olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ürün inovasyonunun arkasında iki farklı motivasyon vardır ve firmalar Üniter Çıktı Değerlerini arttırmayı amaçlamaktadırlar. Birincisi, firmanın aynı miktar çıktı elde edebilmesi için Üniter Çıktı Değerini arttırması sonucunda gelir ve karlarda yaşanacak artışlar ilk motivasyon kaynağını oluşturmaktadır. İkincisi, firmaların üretmiş olduğu ürünlerin kalitesinde artış sağlayarak ileride daha büyük bir pazar payı kazanma şansında yaşanacak artış da bir diğer motivasyon kaynağı olmaktadır. Süreç inovasyonu ise, istihdam ve verimlilik üzerinde yarattığı etki büyük ölçüde değişiklik gösteren üretim ve/veyahut teslimat yöntemlerinde yaşanan herhangi bir iyileşmeyi ifade etmektedir (Neves vd., 2019:6; Porath vd., 2021:7).

Bu araştırma ile yeni sanayileşen ülke sınıflandırmasındaki 8 ülkenin (Brezilya, Çin, Hindistan, Malezya, Meksika, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye) 2007-2020 dönemine ait verileri kullanarak inovasyon ve istihdam arasındaki ilişki incelenmektedir. Çalışmanın ilk bölümünde inovasyon ve istihdam ilişkisini açıklayan giriş bulunmaktadır. İkinci bölümde konu ile ilgili literatür incelemesine yer verilmektedir. Üçüncü bölümde araştırmanın veri seti, yöntem ve bulguları ve son olarak da sonuç ve öneriler kısmına yer verilmektedir.

LİTERATÜR İNCELEMESİ

İnovasyon ile istihdam arasındaki ampirik çalışmaları, çoğunlukla mikro ekonomik düzeyde (yani firma ve endüstri düzeyinde) işsizlik ve teknolojik yenilikler arasındaki ilişkiyi araştırılmış olsa da mevcut literatür tarafından henüz yerine getirilmesi gereken makro ekonomik analizlere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Çünkü, makro ekonomik araştırmalar, devlet kurumlarının ve politika yapıcıların inovasyonun toplam istihdam etkisini daha iyi anlamalarına yardımcı olarak, işgücü piyasasının inovasyonda ki değişikliklere en iyi nasıl yanıt verileceği konusunda fikir verecektir. Aşağıda Tablo 1.'de inovasyon ile istihdam arasındaki ilişkide daha önce yapılmış olan ampirik çalışmaların bir özeti bulunmaktadır.

Yazar	Ülke Grubu ve Dönem	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Brouwer vd. (1993)	Hollanda 1983-1988	İnovasyon, İstihdam	OLS	Ar-Ge büyümesinin istihdamı olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.
Bogliano ve Vivarelli (2012)	15 Avrupa Ülkesi 1996-2005	İstihdam, Ar-Ge Harcamaları, Brüt Sermaye Oluşumu, Katma Değer	GMM-SYS Tahmincisi	Ar-Ge harcamalarının, ürün yeniliğini teşvik etmenin istihdam yaratan bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.
Feldmann (2013)	21 Sanayi Ülkesi 1985-2009	Teknoloji, Patent Sayısı,	Panel Nedensellik	Teknolojik gelişimin 3 yıllık bir zaman diliminde işsizliği önemli miktarda arttırdığını fakat bu olumsuz etkinin uzun dönemde ortadan kalktığını göstermektedir.
Vivarelli (2014)	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülke Grubu	İnovasyon, İşsizlik	Literatür İncelemesi	İnovasyonun istihdam üzerindeki etkilerini kesin bir şekilde cevaplamadığı sonucuna ulaşmış

Sandu, Ciocanel (2014)	27 AB Ülkesi 2006-2010	Yüksek Teknoloji Ürünleri İhracatı, Kamu ve Özel Sektör Ar-Ge Harcaması, Bilgi Yoğun Faaliyetlerde İstihdam	Havuzlanmış En Küçük Kareler Yöntemi (POLS)	Toplam Ar-Ge harcaması hacmi ile yüksek teknoloji ihracatının seviyesi arasında ülkeler arasında değişkenlik gösteren pozitif bir korelasyon olduğunu doğrulamaktadır. Özel Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ihracatı üzerindeki etkisi, kamu Ar-Ge harcamalarından daha güçlüdür.
Piva, ve Vivarelli (2018)	11 OECD Ülkesi 2002-2013	Net Satışlar, Sermaye Oluşumu, Ar-Ge Harcamaları ve İstihdam	GMM-SYS Tahmincisi	Ar-Ge harcamalarının emek dostu etkisine rastlamışlardır.
Sezer (2018)	BRIC-TS Ülkeleri 1996-2014	Ar-Ge Harcamaları, Nitelikli Ar-Ge İşgücü, Yüksek Teknoloji İhracatı	Panel Nedensellik	Araştırma bulgularının Ar-Ge harcamalarının ve nitelikli işgücünün Ar-Ge alanında olumlu bir etkisini ortaya koymuştur.
Krousie (2018)	ABD	Ar-Ge Harcamaları, GSYİH, asgari ücret, eğitim harcamaları, İşsizlik	GMM	Etki küçükte olsa teknolojik değişimin emeğin yerini aldığına dair ortaya konulmuştur
Peluffo ve Silva (2018)	Uruguaylı İmalat Firmaları 2003-2012	İnovasyon ve İşsizlik	GMM	İnovasyonun alanında yaşanan gelişmelerin istihdamı olumlu etkilediğine dair sonuçlar elde etmişlerdir.
Erkişi ve Boğa (2019)	AB-15 Ülkeleri 1998-2017	GSYİH, Yüksek Teknoloji İhracatı, İşgücü ve Sabit Sermaye Oluşumu	Panel Nedensellik ve Eşbütünleşme	Yüksek teknoloji ihracatı ile GSYİH ve işgücü arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Yüksek teknoloji ihracatında %1'lik bir artış GSYİH'de %0,49'luk bir artışa neden olur, sabit sermaye oluşumunda %1'lik bir artış GSYİH'de %0,22'lik bir artışa neden olur.
Gerçekler, Özmen ve Mucuk'un (2019)	G7 Ülkeleri 1990-2016	İşsizlik Oranı, Kişi Başına GSYİH, Ar-Ge Harcamaları	Panel Nedensellik	Bazı ülkelerde araştırma geliştirme harcamaları ile işsizlik arasında çift yönlü nedenselliğe rastlanırken bazı ülkelerde ise Ar-Ge harcamalarından işsizliğe doğru tek

				yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Onea (2020)	Avrupa Ülkeleri 2019	İnovasyon göstergesi Skor Tablosu, İstihdam,	Korelasyon Analizi	İstihdam ve yenilik arasında pozitif ilişkinin varlığını ortaya koymuştur.
Sasaki (2020)	Teorik Çalışma	İstihdam, İnovasyon, Ekonomik Büyüme	Karşılaştırmalı statik analiz	Hem istihdamı hem de ekonomik büyümeyi arttırmak için inovasyon alanında sağlanacak yeniliklere ek olarak başka politikaların da gerekli olduğunu göstermiştir.
Gaur vd. (2020)	15 Gelişmekte Olan Ülke 2007-2018	Yüksek Teknoloji İhracatı, Ar-Ge Harcamaları, Finansal Gelişmişlik ve Derinlik Endeksi, Tarife Oranı, GSYİH, Reel Döviz Kuru, İleri Eğitimli Kadın İş Gücü	GMM	Çalışmada kişi başına daha yüksek GSYİH'nın yüksek teknoloji ihracatını kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
Yıldırım vd. (2020)	12 Avrupa Birliği Üyesi Ülke 1998-2015	İnovasyon, İstihdam	Panel Eşik Modeli	İşsizlik yüksek inovasyon seviyesinde de düşük inovasyon seviyesinde de olumsuz etkilenmektedir.
Sezgin ve Bayar (2021)	BRICS-T Ülkeleri 2010-2020	Ar-Ge Harcamaları, Patent Sayıları, İstihdam Oranı	Panel Regresyon Uygulaması	İnovasyonda yaşanan gelişmelerin istihdamı pozitif etkilediği görülmüştür.
Oyegoke ve Aras (2021)	Nijerya 1980-2018	Ekonomik Büyüme, Teknoloji Transferi, Makine ve Ekipman, İşgücü, Toplam Faktör Verimliliği	Zaman Serisi ARDL Modeli	Teknolojik yenilik ve ekonomik büyüme arasında pozitif ilişkinin varlığına ulaşılmıştır.
Li (2021)	Çin 1978-2018	Teknolojik Yenilik, İstihdam ve Toplam Faktör Verimliliği	Eş bütünleşme ve Etki Tepki Fonksiyonu	Gelişmekte olan endüstrilerin gelişme ivmelerinin sınırlı olduğu ve var olan istihdam potansiyelinin ise etkin kullanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Zera, vd. (2021)	20 Yüksek Teknoloji İhraç Eden Ülke 2007-2016	Yüksek Teknoloji Ticareti, Teknolojik Rekabet Gücü, İstihdam	GMM	Yüksek teknoloji ticaretin ülkelerin istihdamı ile olumsuz ilişki içinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Acar ve Seven (2022)	Türkiye 1990-2018	İstihdam Oranı, Patent Başvuruları, Yüksek Teknoloji Ürünlerin İhracatı,	ARDL Sınır Testi	Ar-Ge harcamalarında yaşanan artışların istihdama pozitif katkıyı patent

		Firma Sayısındaki Yıllık Değişim, Ar-Ge Harcamaları		miktarının ise istihdamı olumsuz etkilediğine dair sonuçlar elde etmişlerdir.
--	--	---	--	---

Teorik literatür, çıktı düzeyinin sabit olması varsayımı altında yaşanacak yeniliğin, emek tasarrufu üzerinde doğrudan etki yaratacağını varsaymaktadır. Yeni üretim sistemlerinin kullanılmaya başlanması ve teknolojik ilerlemeler, inovasyonun sunulduğu alt sektörleri olumsuz etkileyerek bu sektörlerde işsizlik artışına neden olarak bir yıkıma sebep olabilir. İnovasyon ancak sermaye malları üreten endüstrilerde istihdam artışına neden olacaktır. Yine tam rekabet piyasasının varlığında yeni üretim sistemlerinin ortalama maliyeti azaltarak neden olacağı fiyat düşüşleri talepte canlanmaya sebep olarak istihdam artışını destekleyebilir. Yeni yatırımlar ve yeni girişimler sayesinde oluşturulan karların tekrar yatırıma dönüştürülmesi sonucunda yeni üretim alanlarının istihdam artışını destekleyebilir. Mevcut ampirik literatür ise inovasyonun özellikle gelişmiş dünyada hem geçici hem de kalıcı istihdam üzerinde etkiler yaptığını göstermektedir.

AMPİRİK ANALİZ

Veri ve Model

Bu araştırma ile yeni sanayileşen ülke sınıflandırmasındaki ülkelerde istihdam ve inovasyon ilişkisi araştırılmaktadır. Yeni sanayileşmiş ülke (NIC) gelişmiş ekonomiler olarak sınıflandırılma arayışı içinde sanayileşmeye doğru ilerleyen gelişmekte olan ekonomilerdir (Rahman vd.,2021; 25). Araştırmada, verilerine ulaşılabilen 2021 yılında NIC sınıflandırmasında yer alan 8 ülke (Brezilya, Çin, Hindistan, Malezya, Meksika, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye) için 2007-2020 dönemi incelenmiştir. Tablo 2.'de kullanılan değişkenlere ait kısaltma, açıklamalar ve veri kaynakları gösterilmektedir.

Tablo 2. Değişkenlerin tanımlanması

Değişkenler	Açıklama	Veri Kaynağı
U	İstihdamın nüfus artışına oranı	Dünya Bankası (WB), World Development Indicators,
RD	Araştırma ve geliştirme Harcamalarının GSYH'ya oranı	Dünya Bankası (WB), World Development Indicators,
HT	Yüksek teknoloji ihracatının toplam üretim ihracatı içindeki oranı	Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)
EG	GSYH'nın yıllık büyüme oranı	Dünya Bankası (WB), World Development Indicators,

Ampirik analiz için model Denklem (1) de sunulmuştur.

$$U_{it} = \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 HT_{it} + \beta_3 EG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(i= 1,...8) ve (t= 2017,..., 2020)

Kullanılan modelde: Bağımlı değişken istihdam oranı (U_{it}) kullanılırken, inovasyon göstergesi olarak Ar-Ge harcamalarının GSYH 'ya oranı (RD_{it}) ve yüksek teknoloji ihracatının toplam üretim ihracatı içindeki oranı (HT_{it}) değişkenleri kullanılmış kontrol değişkeni olarak da yıllık büyüme oranı olarak (EG_{it}) değişkeni modele dahil edilmiştir. β_0 sabit katsayıyı i yatay kesit boyutunu t ise zaman boyunu vermektedir.

Yöntem ve Bulgular

Denklem (1)'de bulunan modelin tahmininde panel eş bütünleşme ve nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Modeli tahmin edecek yöntemi belirleyebilmek için öncelikle yatay kesit bağımlılığı ve homojenite testi ön test olarak uygulanmaktadır.

Bu çalışmada zaman boyutu kesit boyutundan büyük ($T > N$) olduğundan, seriye gelen şoklardan her bir kesitin etkilenip etkilenmediğine karar verebilmek için yatay kesit bağımlılığı Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi, Pesaran (2004) CD_{LM} ve Pesaran vd. (2008) LM_{adj} testleri ile araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı testlerinin hipotezi şu şekildedir:

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

H_1 : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Tablo 3. Yatay kesit bağımlılığı test sonuçları

Değişkenler	CD_{LM} (BP, 1980)		CD_{LM} (Pesaran, 2004)		LM_{adj} (PUY, 2008)	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
U	40.921	0.006	3.074	0.001	15.660	0.005
RD	41.211	0.051	1.765	0.039	4.980	0.000
HT	39.859	0.043	1.585	0.053	15.517	0.000
EG	62.832	0.000	4.655	0.000	4.379	0.023

Tablo 3.'de değişkenlerde ve eş-bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığı olmadığını ifade eden H_0 hipotezi red edildiği görülmekte ve bu sebeple yatay kesit bağımlılığını dikkate alan birim kök ve eş-bütünleşme testleri dikkate alınması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığının olması analize konu olan ülkelerde ortaya çıkan bir şokun diğer ülkeleri de etkileyebileceği göz önüne alınmalıdır.

Yatay kesit bağımlılığı gibi homejenite testide uygulanacak birim kök ve eş bütünleşme testlerinin seçimi için önemlidir ve bu sebeple eğim katsayılarının değişip değişmediğini Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta Testi ile incelenmektedir. Delta testi hipotez aşağıdaki gibidir:

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = \beta$ (tüm β_i 'ler için)

H_1 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots \neq \beta_n = \beta$ (en az bir i için)

Tablo 4. Delta testi sonuçları

Test	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Karar
$\tilde{\Delta}$	5.131	0.0000	Heterojen
$\tilde{\Delta}_{adj}$	5.991	0.0000	

Tablo 4.'deki sonuçlara göre homojenlik varsayımını iddia eden H_0 hipotezi reddedilerek modelde yer alan sabit ve eğim katsayılarının heterojen olduğu ve her bir yatay kesitte değiştiği sonucu elde edilmiştir. Bu bulgu ile hesaplanan regresyon katsayılarının ülkeden ülkeye değiştiği ve yapılacak eş bütünleşme testinin güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Yatay kesit bağımlılığı ve homojeniteye karar verdikten sonra kullanılacak birim kök ve eş bütünleşme testlerine karar verilebilecektir. Analiz bulgularına göre yatay kesit bağımlılığı ve heterojen panel olduğu için bunları dikkate alan Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF panel birim kök testinin yapılmasına karar verilmiştir. CADF testi hem $T > N$ hem de $N > T$ durumunda kullanılabilir (Pesaran, 2007: 269). CADF istatistiği ile her bir yatay kesitin birim kök sonucunu elde ederken, CIPS istatistiği, her bir yatay kesit için hesaplanan t istatistik değerinin ortalaması alınarak panelin birim kök taşıyıp taşımadığını göstermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2018: 86). CADF testinin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0 : $\rho_i = 0$ seri durağandır.

$H_1: \rho_i < 0$ seri durağan değildir. ($i=1, \dots, N$)

Tablo 5. CADF ve CIPS test sonuçları

Ülkeler	U		RD		HT		EG	
	p	CADF	p	CADF	p	CADF	p	CADF
Brezilya	3	-5.890*	2	-0.506	2	-0.076	2	-0.864
Çin	2	-1.914	2	-1.626	2	-1.281	3	-1.063
Hindistan	2	3.440	2	-0.644	3	-2.182	3	-0.294
Malezya	3	-0.590	2	-2.366	3	-0.179	2	-1.121
Meksika	2	-0.666	2	-2.529	2	-2.107	3	-0.308
Güney Afrika	3	-1.713	3	-3.570	3	-2.441	2	-2.426
Tayland	3	0.450	2	-2.226	2	-3.489	2	-3.208
Türkiye	2	0.562	2	-0.122	2	-2.810	2	0.639
Panel(CIPS)		-0.790		-1.698		-1.821		-1.081

Not: Testlerde tahmin edilen modellere sabit terim ve trend dâhil edilmiştir. Maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunlukları (p), Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. ***, ** ve * sırasıyla %10, 5 ve 1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir. CADF istatistiği kritik değerleri, sabit+trend modelde -4,67 (%1), -4.17 (%5) ve -3.64 (%10) (Pesaran 2007, table I(c), p:276) Panel istatistiği kritik değerleri, sabit+trend modelde -2.66 (%1), -2.37 (%5) ve -2.22 (%10) (Pesaran 2007, table II(c), p:280)

Tablo 5.'de görüldüğü gibi hesaplanan CADF ve CIPS test istatistik değerlerinin kritik tablo değerlerinden mutlak değerce büyük olması durumunda seride birim kök olduğunu iddia eden H_0 hipotezi reddedilmekte ve serilerin birim kök taşıdığı görülmektedir. Diğer bir ifadeyle değişkenlerin tamamı I(1)'dir. Sonuçların tutarlılığının sınanması için yapılan Hadri ve Kurozumi (2012) panel birim kök testi uygulanmıştır. Hadri ve Kurozumi (2012) testinin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0 : Seride birim kök yoktur.

H_1 : Seride birim kök vardır.

Tablo 6. Hadri ve Kurozumi (2012) test sonuçları

Değişkenler	Sabit+Trend	
	Z_A^{SPC}	Z_A^{LA}
U	4.716 (0.000)	4.592 (0.000)
RD	3.899 (0.000)	3.966 (0.000)
HT	3.716 (0.000)	1.425 (0.023)
EG	2.947 (0.000)	3.553 (0.000)

Not: Optimum gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri ile belirlenmiştir. Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 6'ya göre CIPS testinin sonuçları ile tutarlı olarak (Z_A^{SPC}) ve (Z_A^{LA}) test istatistiklerine göre oluşturulan durağanlığı ifade eden H_0 hipotezi red edilmekte ve serilerin birim kök taşıdığına karar verilmektedir.

Seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi ise yatay kesit bağımlılığını da dikkate alan Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM bootstrap testi ile incelenmiştir. Testin H_0 hipotezi paneldeki tüm ülkeler için eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu şeklindedir ve Tablo 7'de gösterilmektedir (Westerlund ve Edgerton, 2007: 186).

Tablo 7. LM Bootstrap eş bütünleşme testi sonuçları

	İstatistik	Asymptotic p-değeri	Bootstrap p-değeri
LM_N^+	12.816	0.000	0.521

Not: Olasılık değerleri 10.000 tekrarlı bootstrap dağılımdan elde edilmiştir

Tablo 7'e göre, yatay kesit bağımlılığı altında dikkate alınması gereken Bootstrap olasılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için eş bütünleşmenin olduğunu gösteren H_0 hipotezinin red edilemediğini

göstermektedir. Elde edilen bu bulgu ile uzun dönemde seriler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğu kabul edilebilmektedir. Seriler arasında uzun dönem eş bütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesi açıklayıcı değişkenlere ait uzun dönem katsayılarının tahminini gerektirmektedir.

Panelin uzun dönem eş bütünleşme katsayıları heterojen olduğu varsayımı altında Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CCE tahmincisi kullanılarak hesaplanmıştır. CCE tahmincisi uzun dönem katsayıları elde edebilmek için heterojen panellerde CCEMG, homojen panellerde ise CCEP tahmincisini kullanmaktadır (Pesaran, 2007: 996). CCEMG tahminleri, Denklem (1) kullanılarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar, Tablo 8’de gösterilmektedir.

Tablo 8. Uzun dönem eş bütünleşme katsayıları

	RD	HT	EG
Katsayılar	-0.016** (0.025)	-0.004** (0.023)	0.114** (0.041)

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ve **%5 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6’da görüldüğü gibi CCE tahmincisinden elde edilen RD, HT ve EG değişkenlerine ait uzun dönem eş bütünleşme katsayılarının, istatistiki olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Bu sonuçlara göre, söz konusu ülkeler bazında farklı sonuçlar olmakla birlikte NIC ülkelerinde RD ve HT değişkenleri U değişkenini negatif etkilerken EG değişkeni pozitif etkilememektedir. Elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge harcamaları düzeyinde 1 birimlik artış istihdamı 0,016 birim azaltırken, yüksek teknoloji ürünü ihracatındaki 1 birimlik artış istihdamı 0,004 birim azaltmaktadır. Ekonomik büyümedeki 1 birimlik artış ise istihdamı 0,114 birim artırmaktadır.

Araştırmanın son aşamasında değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü inceleyebilmek için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan bir Granger nedensellik testi olan Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik testi kullanılmıştır. Bu testte H_0 hipotezi panelde nedensellik ilişkisinin olmadığı şeklinde kurulmakta ve Fisher test istatistiğine ait bootstrap kritik değerleri elde edilerek yorumlanmaktadır (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011: 872). Panelin tamamı için nedensellik ilişkisi Tablo 9’da gösterilmektedir

Tablo 9. Panelin Granger nedensellik sonuçları

H_0 Hipotezi	İstatistik	Olasılık
RD, U’nun Granger Nedeni Değildir	59.9139**	0.002
U, RD’nin Granger Nedeni Değildir	56.1831**	0.008
HT, U’nun Granger Nedeni Değildir	19.346	0.251
U, HT’nin Granger Nedeni Değildir	7.727	0.956
EG, U’nun Granger Nedeni Değildir	38.83**	0.001
U, EG’nin Granger Nedeni Değildir	40.55*	0.000

Tablo 9’a göre incelenen dönem içerisinde söz konusu NIC ülkelerinde “RD, U’nun Granger nedeni değildir” ve “U, RD’nin Granger nedeni değildir” H_0 hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde red edilmektedir. Bu bulgu ar-ge ile istihdam arasında en az bir yatay kesitte çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve bu değişkenlerin karşılıklı olarak birbirlerinden etkilendiğini göstermektedir. Benzer şekilde, “EG, U’nun Granger Nedeni Değildir” ve “EG’nin Granger Nedeni Değildir” H_0 hipotezi sırasıyla %5 ve %1 anlamlılık düzeyinde red edilerek istihdam ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat, “HT, U’nun Granger Nedeni Değildir” ve “U, HT’nin Granger Nedeni Değildir” H_0 hipotezi red edilmekte ve söz konusu ülkelerde, yüksek teknoloji ihracatı ile istihdam arasında nedensellik ilişkisi olmadığı görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İşsizliğin belirleyicileri üzerine yapılmış olan çalışmaların önemli bir bölümünün teknolojik ilerleme ve teknolojik gelişme çerçevesinde şekillendiğinin söylenmesi mümkündür. Daha spesifik olarak, ekonomistler inovasyonun işgücü piyasası üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu konuyu inceleyen en önde gelen iktisatçılardan ikisi Joseph Schumpeter ve David Ricardo’dur. Schumpeter ve Ricardo’nun ardından, üretkenlik artışı ve işsizlik arasındaki ilişkiye ilişkin tartışmaya bir çok yazar özellikle mikro ekonomi bağlamında katkıda bulunmuştur. Yapılan çalışmalar inovasyonun istihdam

üzerindeki iki etkisi üzerinde durmaktadır. İlk etki daha hızlı teknolojik ilerlemenin gelecekteki kârlar üzerinde daha düşük bir etkin iskonto oranı ve dolayısıyla kârlar için daha yüksek bugünkü değer anlamına geldiğini öne sürerek daha hızlı büyümenin etkisi, üretimi artırmak ve işsizliği azaltmaktır. İkinci etki ise, Schumpeter tarafından “yaratıcı yıkım etkisi” olarak tanımlanan, teknolojik ilerleme ile istihdam arasında negatif bir ilişki yakalamaktadır.

Araştırmada NIC ülkelerinde istihdam ve inovasyon arasındaki ilişki 2007-2020 dönemi için panel eş bütünleşme ve nedensellik yöntemleriyle incelenmiştir. İnovasyonu temsilen, Ar-Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatı değişkenleri kullanılırken, bağımlı değişken istihdam oranı, kontrol değişken olarak da ekonomik büyüme oranı kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı ve parametrelerin heterojenliği varsayımları altında değişkenler arasındaki eş bütünleşme ilişkisi Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM bootstrap testi ile uzun dönem katsayılar ise Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CCEMG yöntemi ile analiz edilmiştir. Değişkenler arasında eş bütünleşme bulgusu değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermiştir. İstihdam, Ar-Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatı ile negatif, ekonomik büyüme ile pozitif bir ilişkide olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ar-Ge harcamalarındaki 1 birimlik artış istihdamı 0,016 birim azaltırken, yüksek teknoloji ürün ihracatındaki 1 birimlik artış istihdamı 0,004 birim azaltmaktadır. Ekonomik büyümedeki 1 birimlik artış ise istihdamı 0,114 birim artırmaktadır. Araştırma döneminde NIC ülkelerinde, teknolojik değişimin emeğin yerini aldığını ifade edilebilmektedir. Yüksek teknoloji ürün ihracatındaki artış teknolojinin ilerlediğini ve işsizlik üzerindeki etkisinin ilerleyen dönemlerde daha büyük olabilecektir. Araştırmada elde edilen bulgular Brouwer vd. (1993), Krousie (2018) ve Yıldırım vd. (2020) bulgularıyla örtüşmektedir.

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ise Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik testi ile araştırılmıştır. Ar-Ge ve ekonomik büyüme ile istihdam arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunurken yüksek teknoloji ürün ihracatı ile istihdam arasında nedensellik ilişkisi bulunmamıştır.

İnovasyonun gelişmesiyle birlikte birçok üründe üretim maliyetleri düşmüş, gelir ve talep artışları yaşanmış, insan hayatını kolaylaştıran yeni ürünler ortaya çıkabilmiştir. Fakat inovasyonun yapıcı gücüyle birlikte yıkıcı gücünün de dikkate alınarak yeni iş yaratma potansiyelleri hakkında politika yapımcıların istihdamı destekleyici politikaları belirlemesi gerekmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik hedeflerine ulaşabilmeleri için üretim yöntem ve tekniklerinde inovasyonu dikkate almaları ve Ar-Ge çalışmalarını hızlandırmalıdır. Fakat bu faaliyetlerin işsizlik sorunu yaratmaması için nitelikli bir eğitime ihtiyaç bulunmaktadır. Bunu yapabilmek için öncelikle inovasyonun yıkıcı gücünün hissedileceği sektörlerin belirlenmesi, yeşil enerji, hizmet, matematik ve mühendislik gibi alanlarda yeni istihdam alanları yaratılıp işgücünün niteliğini artırıcı politikaların izlenmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Acar, M., & Sever, E. (2022). İnovasyonun istihdam üzerindeki etkisi: Türkiye için bir ARDL sınır testi yaklaşımı, *Sosyoekonomi*, 30 (51), 33-52.

Acemoğlu, D., & P. Restrepo (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment, *American Economic Review*, 108 (6): 1488–1542. doi:10.1257/aer.20160696

Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction, *Econometrica*, 60(2), 323–351.

Avila-Lopez, L. A., Lyu, C., & Lopez-Leyva, S. (2019). Innovation and growth: Evidence from Latin American countries, *Journal of Applied Economics*, 22(1), 287-303.

Breusch, T. S., & 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.

Brouwer, E., Kleinknecht, A., & Reijnen, J.O.N. (1993). Employment growth and innovation at the firm level, *J Evol Econ* 3, 153–159. <https://doi.org/10.1007/BF01213832>

- Bogliacino, F., & Vivarelli, M. (2012). The job creation effect of R&D expenditures. *Australian Economic Papers*, 51(2), 96–113.
- Cvetanović, S., Mitrović, U., & Jurakić, M. (2019). Institutions as the driver of economic growth in classic, neoclastic and endogenous theory, *Economic Themes*, 57(1), 111-125.
- Emirmahmutoglu, F. & Kose N. (2011). Testing for Granger causality in heterogeneous mixed panels, *Economic Modelling*, 28, 870-876.
- Erkişi, K., & Boğa, S. (2019). Yüksek teknoloji ürünleri ihracatı ve ekonomik büyüme: AB-15 ülkeleri için bir panel veri analizi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Feldmann, H. (2013a). Financial system sophistication and unemployment in industrial countries, *International Journal of Finance & Economics*, 18(4), 319– 338.
- Feldmann, H. (2013b). Technological unemployment in industrial countries, *Journal of Evolutionary Economics*, 23(5), 1099– 1126.
- Gerçekler, M., Özmen, İ., & Mucuk, M. (2019). AR-GE harcamaları ve işsizlik arasındaki nedenselliğin ampirik analizi: G7 ülkeleri örneği, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 41(2), 413-431. <https://doi.org/10.14780/muiibd.665104>
- Gherghina, Ş. C., Botezatu, M. A., Hosszu, A., & Simionescu, L. N. (2020). Small and medium-sized enterprises (SMEs): The engine of economic growth through investments and innovation, *Sustainability*, 12(1), 347.
- Gaur, M., Kant, R., & Verma, N. M. P. (2020). Macro-economic determinants of high technology exports. *European Journal of Business and Management Research*, 5(5). <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2020.5.5.506>
- Hadri, K., & Kurozumi, E. (2012). A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letters*, 115(1), 31-34.
- Harrod, R. (1948). *Towards a dynamic economics*. London: Macmillan.
- Kılıç, M. & İspiroğlu, F. (2019). Araştırma-geliştirme harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Yükselen piyasalar ekonomileri için bir uygulama. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (2), 255-263.
- Krousie, C. (2018). Technological unemployment in the United States: A state-level analysis. *Major Themes in Economics*, 20(1), 87-101.
- Li, P. (2021). An empirical analysis of the impact of technological innovation on China's total employment. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 235, p. 02042). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123502042>
- Marchant, G.E., Stevens, Y.A. & Hennessy, J.M. 2014. Technology,unemployment&policy options: navigating the transition to a betterworld, *Journal of Evolution and Technology* ,24 (1), 26–44.
- Neves, F., Campos, P., & Silva, S. (2019). Innovation and employment: an agent-based approach, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 22 (1).
- Onea, I. A. (2020). Innovation indicators and the innovation process - evidence from the european innovation scoreboard, management & marketing, *Challenges for the Knowledge Society*, 15(4), 605-620, DOI: 10.2478/mmcks-2020-0035.
- Oyegoke, E. & Aras, O. N. (2021). Nexus between technological innovation and economic growth: evidence from Nigeria (1980-2018). *Nile Journal of Business and Economics*, 7(18), 3-14.
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, 60, 13-50.

- Pesaran, M. H., A. Ullah & T. Yamagata. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross section independence, *The Econometrics Journal*, 11(1), 105–127.
- Pesaran, M. H. & T. Yamagata. (2008). Testing slope homogeneity in large panels, *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312.
- Porath, D., Nabachwa, S., Agasha, E. & Kijjambu, N.F. (2021): Innovation and employment in Sub-Saharan Africa, In: UASM Discussion Paper Series No. 10, *University of Applied Sciences Mainz/Germany*.
- Piva, M. & Vivarelli, M. (2018). Technological change and employment: is Europe ready for the challenge?. *Eurasian Business Review*, 8(1), 13–32.
- Rahman, M. M., Nepal, R., & Alam, K. (2021). Impacts of human capital, exports, economic growth and energy consumption on CO2 emissions of a cross-sectionally dependent panel: Evidence from the newly industrialized countries (NICs). *Environmental Science & Policy*, 121, 24–36.
- Rothman, D. 2013. How technology is destroying jobs, *Technology Review* 16 (4): 28–35.
- Sandu, S., & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and innovation on high-tech export, *Procedia Economics and Finance*, 15,80-90. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00450-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00450-X)
- Sasaki, H. (2020). Product and process innovation, keynesian unemployment, and economic growth. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/101031>
- Sezer, S. (2018). Impacts of R & D expenditures on high technology product exports in BRICST countries, *The Journal of Social Sciences Research*, 4(10),165-175.
- Sezgin, F. H., Bayar, Y., & Bandirma, B. T. (2021). Impact of innovation on employment: evidence from BRICS-T countries. *PaKSoM 2021*, 473.
- Westerlund, J., & Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics letters*, 97(3), 185-190.
- Vivarelli, M. (2014). Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: a survey of economic literature, *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2018) *Panel Zaman Serileri Analizi*, Beta Basım Yayım Dağıtım İstanbul.
- Yildirim, D. Ç., Yıldırım, S., Erdogan, S., & Kantarci, T. (2020). Innovation—Unemployment Nexus: The case of EU countries. *International Journal of Finance & Economics*.
- Zera, Z.I., Normaz, W.I., Saifuzzaman, I. & Hanny, Z.H. (2021) The impact of high-technology trade on employment, *The Journal of International Trade & Economic Development*, 30:4, 512-529. DOI:10.1080/09638199.2020.1852301
- Zhylinska, O., & Bazhenova, O. (2019, September). Innovation driven economic growth: Evidence for G7 countries. In *Proceedings of the 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM, 2019)* (pp. 29-32).