

# Teknolojik İnovasyon Perspektifinde İşsizliğin Evrimi 3

Onur Özaydın<sup>1</sup>

## Özet

Üretimde buhar gücünün ağırlık kazanmaya başladığı birinci sanayi devriminden Endüstri 4.0'a uzanan yolculukta, teknolojik gelişmelerin, üretimde, insan gücünün işini kolaylaştırması ile pozitif etkileri olduğunun görülmesinin yanında emek yoğun sektörlerde insana olan ihtiyacı azaltmasıyla negatif etkileri olduğu da anlaşılmaktadır. Özellikle üretim alanında makineleşmenin artması, Ar-Ge faaliyetlerinin yaygınlaştırılıp önem kazanması ve teknolojik inovasyonların ortaya çıkması ile teknolojik gelişmelerin işsizliğe etkileri son yıllarda sıkça tartışılır bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda literatürde optimist ve pesimist olmak üzere iki ana akım görüşün ağırlık kazandığı görülmektedir. Optimist görüş; teknolojik ilerlemenin yeni iş fırsatları yaratarak ve iş gücünü daha verimli hale getirerek iş gücüne olumlu katkı sağlayacağını ifade etmekteyken, pesimist görüş ise, otomasyon sistemlerindeki gelişme ve robotlaşmanın hali hazırda iş gücü içerisinde yer alan emek faktörünün yerini alacağını belirtmektedir.

Bu çalışmada, son yıllarda, dünya genelinde yaşanan teknolojik gelişme ve inovasyonların işsizliğe kavramsal açıdan etkisi ele alınarak, işsizliğin teorik ve tanımsal anlamında bir değişiklik yaratıp yaratmadığı değerlendirilmeye çalışılacaktır.

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yerleşik düzene geçtiği ilk günden bugüne, toplumlar, hayatlarını sürdürebilmek adına sürekli kendilerini, çevrelerini ve topluluklarını geliştirme ihtiyacı içerisinde olmuşlardır. Söz konusu ihtiyacın zamanla tüm toplumlar tarafından içselleştirilerek bir yaşam tarzı haline aldığı görülmektedir. Yüzyıllar boyunca süregelen yenilik ve ilerlemelerin neticesinde 18. yy.'ın sonlarında yaşanan sanayi devrimi ile üretimde emek

1 Dr. Bağımsız araştırmacı, ozaydinonur@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9796-8568

yoğun faaliyet gösteren insan gücünün yerini makinelerin almaya başladığı ve üretim kapasitelerinin insan gücüne nazaran hayli yüksek bir oranda arttığı anlaşılmaktadır.

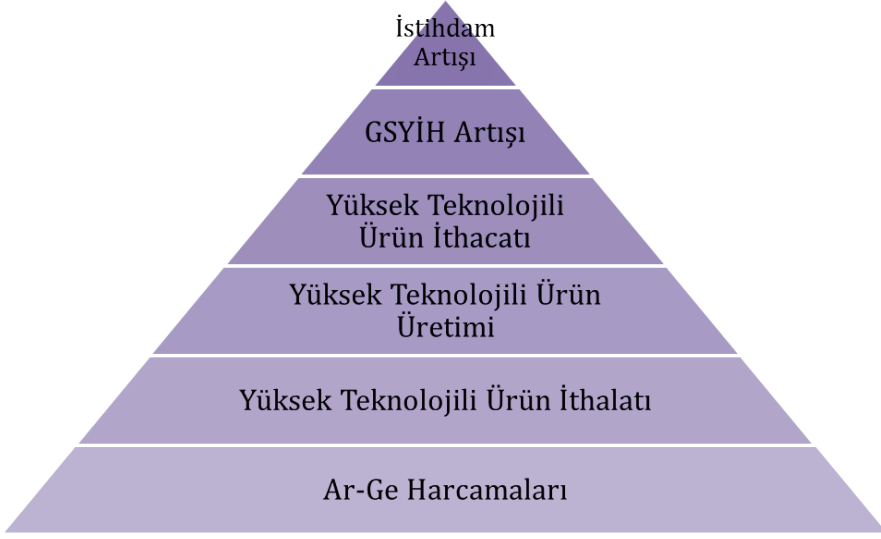
Bahse konu olan üretim kapasitesi artışının 19. yy boyunca devam ettiği ve birinci sanayi devriminden farklı olarak 20. yy. başlarında, üretimde elektrik enerjisi kullanımına geçilmesi ve kitle üretiminin devreye alınmasıyla 2. Sanayi Devrimi olarak adlandırılan teknolojik ilerleme aşamasına geçildiği gözlenmektedir. Teknolojik inovasyonların logaritmik olarak, hızla artması ile 1950 – 2000 yılları arasında, üretimden sağlığa, turizmden hizmet sektörüne kadar hemen her alanda, telefon, bilgisayar ve nihayetinde internet ile iletişim ve bilgi işleme süreçlerinde meydana gelen gelişmeler sayesinde dijital sistemli dönüşümün ortaya çıktığı ve bu aşamanın da Üçüncü Sanayi Devrimi olarak ifade edildiği görülmektedir. Son olarak 2011 yılında Almanya tarafından dünyaya lanse edilen ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler temeline dayanarak ana hedefi daha az maliyetle daha kaliteli, verimli ve sürdürülebilir ürünler üretmek, ayrıca makine haberleşmesi şeklinde de ifade edilen bir otomasyon sistemler bütünü olan Endüstri 4.0'ın üretim süreçlerine dâhil edildiği anlaşılmaktadır (Naz & Altay, 2023: 94).

Bu bağlamda, teknolojik inovasyonların iktisadi büyüme ve kalkınma açısından da öneminin gün geçtikçe arttığı ve ülkelerin ekonomi politikalarının üst sıralarında yer almaya başladığı görülmektedir. Başta gelişmiş ülkeler üzere gelişmekte olan ülkeler tarafından da geleneksel üretim faktörlerinin çarpanı olarak teknoloji faktörünün üretim süreçlerine dâhil edilmesi bir gereklilik biçiminde kabul edilmektedir. Teknolojik inovasyonların verimlilik artışı da sağlayarak enerji tüketimlerini ve ihtiyacını azaltacağı bu sayede çevreye verilen zararın minimize edilmesine destek olarak sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesine imkân tanyacağı ifade edilmektedir.

Teknolojik yeniliklerin artması ve bilgi teknolojilerinin sürekli gelişim göstermekte olması, makineler ile otomasyon sistemlerinin üretim süreçlerine dâhil edilmesi ile birlikte üretimde verimlilik anlamı taşımaktayken, insan gücüne olan ihtiyacın yeniden sorgulanması anlamına da gelmektedir. Bu anlamda teknolojik inovasyonların istihdam üzerindeki etkisinin de yeni bir tartışma konusu haline almaya başladığı görülmektedir. Ülke ekonomileri açısından iktisadi kalkınmanın öneminin yanında işsizlik de makroekonomik boyutta hayati öneme sahip bir olgudur. Bu sebeple teknolojik yeniliklerin ekonomi politikalarındaki yansımalarının iyi anlaşılması, hemen hemen tüm sektörlerde etkisi hissedilen makineleşme ve otomasyon süreçlerinin mevcut istihdam yapısına zarar vermeden bir denge gözetilerek sisteme entegre edilmesinin de zorunluluk halini aldığını ifade etmek yanlış olmayacaktır.

Teknolojik inovasyonların makroekonomik dinamikler üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların sayısında dünya genelinde artış yaşandığı görülmektedir. İkinci sanayi devrimi ile başlayan süreçten bu yana, teknolojik gelişmelerin içselleştirilmesi temeline dayanan bir ekonomik yaklaşımın ülkeler tarafından iktisadi büyüme ve kalkınmanın birincil belirleyicisi olarak kabul gördüğü anlaşılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin, teknolojik gelişmeler çerçevesinde şekillenen yatırım planlamalarını, konjonktürel dalgalanmalar ve ekonomik krizlerle mücadelede ana rol oynayan bir savunma mekanizması olarak kabul ettiği belirtilmektedir (Onca, 2020: 614-615). Solow tarafından 1956 yılında geliştirilen ekonomik büyüme modelinde ekonomik büyümenin doğrudan itici gücü olarak fiziksel sermaye, emek ve teknolojik değişim olmak üzere üç ana etmene odaklandığı ve 2. Dünya Savaşı'nın sona erdiği yıllardan liberal ekonomik dönemin önem kazandığı 1980'lere kadar egemen olarak ülkeler tarafından kabul gördüğü gözlenmektedir. Solow'un ortaya attığı ve ülkeler tarafından genel olarak benimsenen büyüme analizinde, ülkelerin, temel üretim faktörlerine verdikleri önemi azaltmadan teknoloji faktörüne verilen önemin artırılması gerektiğini ve bu sayede kişi başına GSYH'nın uzun dönemde yükseltilmesinin mümkün olacağını ileri sürdüğü görülmektedir (Utlı Koçdemir & Özyıldız, 2022: 1058).

İktisadi büyüme ve kalkınmanın göstergelerinden olan kişi başı GSYİH gibi istihdam da ülkelerin temel ekonomik kalkınma göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda hız kazanan küreselleşme faaliyetleri ile ülke ekonomilerinin bir bütün olarak entegrasyonu neticesinde bir ülkede yaşanan yenilik ve gelişmeler kısa bir süre içerisinde dünya genelinde etkisini göstermektedir. Bu bağlamda sanayi devrimlerinin temel unsuru olarak dikkat çeken teknolojik inovasyon ve yeniliklerin de küreselleşme olgusu ile birleşerek büyüme ve gelişmekte olduğu görülmektedir (Aydın, 2018: 462). Söz konusu teknolojik etkileşimin istihdam üzerindeki etkileri aşağıda Şekil 7.1'de sunulmaya çalışılmıştır.



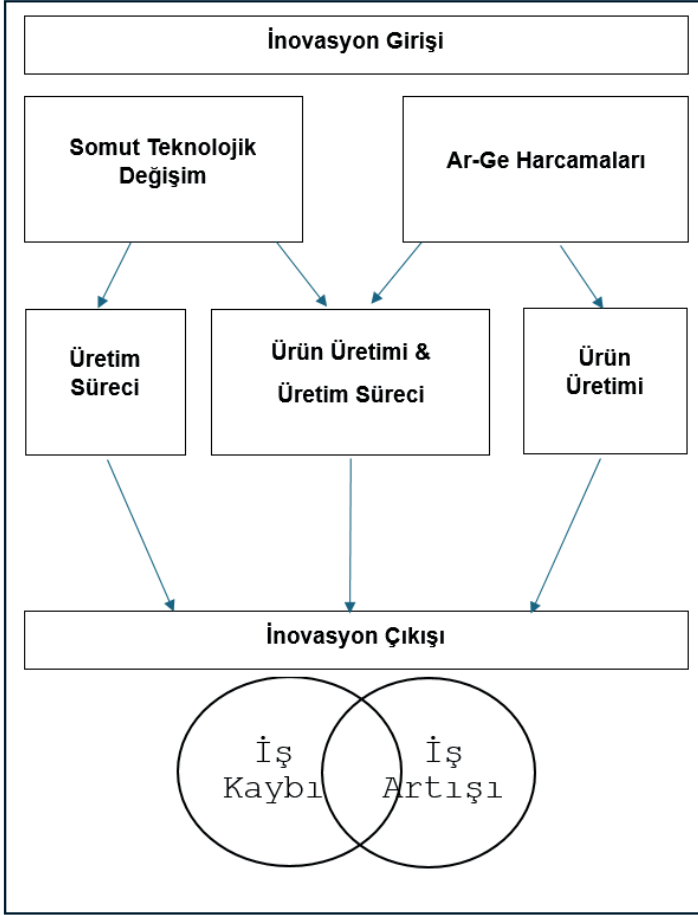
*Şekil 7.1: Teknolojik İnovasyonların Ekonomiye Etkisi*

*Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.*

Şekil 7.1’de görüldüğü üzere, Ar-Ge harcamaları ile başlayan süreç ürün geliştirmeye destek vererek yeni ürünlerin ortaya çıkmasına ve yüksek teknoloji içeren ürün ithalatı ile yüksek teknolojik ürün üretimine olanak sağlanmakta, bu sayede dış talebe de bağlı olarak yüksek teknolojik ürün ihracatının önünün açılmasına dolayısıyla ihracat geliri artışı yaşanmasıyla GSYİH ve en nihayetinde istihdam artışı ile ülke ekonomilerinde kalkınma sağlanmasına imkân taniyacağı düşünülmektedir.

Teknolojik inovasyonların istihdam ile ilişkisi ve istihdama olumlu ya da olumsuz etkileri teknolojik yeniliklerin ortaya çıktığı 2. Sanayi Devrimi’nden bu yana tartışma konusu olmaktadır. Literatürde genel kabul gören görüşlerin, teknolojik inovasyonların istihdamı arttırdığı (optimist) ve işsizliği arttırdığı (pesimist) şeklinde ikiye ayrıldığı anlaşılmaktadır. Teknolojik yeniliğin girdi olarak kabul edildiği inovasyon girişi, Ar-Ge harcamaları ve somut teknolojik değişim şeklinde ortaya çıkan üç faktörün optimist ve pesimist görüşün anlaşılmasında kolaylık sağlayan bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Söz konusu yaklaşım aşağıda Şekil 7.2’de ifade edilmeye çalışılmaktadır. Optimist görüşün, yeni bir teknolojik yeniliğin ortaya çıkmasıyla yeni ürün üretim süreçlerinin oluşacağını ve bu oluşumun da yeni hammadde ihtiyacı doğuracağı ayrıca ortaya çıkacak yeni ürünün satış ve pazarlama süreçleri için ilave istihdam ihtiyacı oluşacağı fikrini savunduğu belirtilmektedir. Optimist görüşten farklı olarak pesimist görüşün, teknolojik değişimin

etkisiyle yaşanacak makineleşme ve otomasyon süreçlerinin emek tasarrufuna neden olarak istihdamı düşüreceğini savunduğu anlaşılmaktadır (Bulut & Yenipazarlı, 2020: 16-17). Bu bağlamda şekildeki Ar-Ge harcamaları-istihdam hiyerarşisinde ortaya çıkan durum teknolojik gelişmeler ile istihdam ilişkisinde optimist görüşü destekler niteliktedir.



Şekil 7.2: Teknolojik İnovasyon Gelişim Aşamaları ve İstihdama Etkileri

Kaynak: Bulut & Yenipazarlı, 2020: 18

Şekil 7.2'de gösterilen ilişki ifade edilmeye çalışılırsa; teknolojik bir yenilik ortaya çıktığında, özellikle imalat sanayinde ürün ve süreç gelişimi şeklinde çifte etki yaratıldığı görülmektedir. Söz konusu yeni teknolojik ürünün üretim aşamasında teknolojik süreç gelişimi etkisi ile somut teknolojik değişim yaşanacağı bununla birlikte otomasyon ve makineleşmede

artış olması neticesinde insan gücüne olan ihtiyacın azalması beklentisinin hâkim olacağı ifade edilmeye çalışılmaktadır. Ekonomik faaliyetlere etki eden ve yoğun üretim içermeyen diğer sektörler açısından ise ürün gelişimi etkisi ile yeni geliştirilen teknolojik ürünün satış, pazarlama, reklam...vb. aşamalarının ilave emek gücüne ihtiyaç yaratabileceği belirtilmektedir. Sonuç olarak üretim faktörlerine teknolojik inovasyon girişi olması ile ürün ya da süreç bazlı inovasyon çıkışı olması durumunun kaçınılmaz olduğunu ve ilgili inovasyonun istihdama olumlu veya olumsuz mutlak bir etkisi olacağını ifade etmek yanlış olmayacaktır.

Teknolojik inovasyonların istihdama etkisi ile ilgili yapılan teorik bilgilendirmenin ardından önceki yıllarda yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bulgular takip eden kısımda sunulmaya çalışılmaktadır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Teknolojide yaşanan gelişmelerin her geçen gün artmasının, teknolojiyi geliştirme çabalarının sıklaşmasına ve bunun neticesinde teknolojik inovasyonların gündelik hayatta daha fazla yer bulmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, üretimden, hizmet sektörüne, turizmden finans ve bankacılık alanlarına kadar hemen hemen her sektörde hali hazırda istihdam edilen ve edilecek olan iş gücünün teknolojik ilerlemeye göre yeniden şekillenerek evrilmeye başladığı görülmektedir. İstihdam süreçlerinde yaşanan dönüşümün işsizlik kavramına da yeni boyut kazandırdığı gözlenmektedir. Bu amaçla teknolojik inovasyonların işgücüne etkisi ve kavramsal açıdan işsizlikle ilgili ortaya çıkardığı gelişmeler aşağıda Tablo 7.1'de sunulmaya çalışılmıştır.

*Tablo 7.1: Teknolojik Yenilik İstihdam ilişkisi*

Yazar/lar	Ülke/Yıl	Yöntem / İçerik	Bulgular
Lachenmaier & Rottmann	Almanya/2011	1983-2003 yılları arasında Almanya'da üretim sektöründe faaliyet gösteren firmalar üzerinde, dinamik panel analizi ile sistem genelleştirilmiş moment yöntemiyle (GMM-SYS) teknolojik inovasyonların firma düzeyinde istihdam üzerindeki etkisi incelenmiştir.	20 yıllık dönemi kapsayan panel veri seti ile uzun dönemli analiz yapılmış ve uzun dönemde geçerli olmak üzere teknolojik inovasyonların istihdam üzerindeki etkisini ürün ve süreç ayrımı şeklinde bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak inovasyonların istihdam üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir. Süreç inovasyonlarının ürün inovasyonlarından daha yüksek etkiye sahip olduğu da ayrıca belirtilmektedir.

Bogliacino & Vivarelli	Avrupa Bölgesi/2012	Avrupa Birliği üyesi 15 ülkede sanayi ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren firmalar üzerinde 1996-2005 yılları arasında panel veri analizi ve sistem geliştirilmiş moment yöntemiyle katma değer, sabit sermaye oluşumu ve Ar-Ge harcamalarının işgücü ve işsizlik üzerindeki etkisi araştırılmıştır.	Çalışmada ortaya çıkan bulgulara göre, bağımsız değişkenler olan sabit sermaye oluşumu ve Ar-Ge harcamalarına bağlı olmak üzere teknolojik gelişmelerin ve yeni ürün geliştirme teşviklerinin bağımlı değişken olan istihdama etkisinin pozitif ve anlamlı olduğu ve istihdam yaratmayı desteklediği görülmektedir.
Harrison & diğerleri	Avrupa Ülkeleri/2014	1998-2000 yılları arasında Fransa, Almanya, İspanya ve Birleşik Krallık'ta faaliyet gösteren yirmi bin üzerinde firmaya ait veriler ile istihdam inovasyona bağlayan bir model geliştirmişlerdir.	Süreç inovasyonu ile desteklenen üretkenliğin, istihdam gereksinimlerini azalttığı ancak üretimin yeni inovatif ürünlere kaydırılmasının da istihdam yaratmanın ardındaki en büyük güç olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yeni teknolojik ürün üretimi sürecinin mevcut istihdamın 1/3'ü kadar ilave istihdam yarattığı ifade edilmektedir.
Aguilera & Ramos Barrera	Latin Amerika Ülkeleri/2016	1996-2011 yılları arasında panel veri yöntemi ile Arjantin, Brezilya, Kolombiya, Kosta Rika, Meksika, Uruguay ve Panama ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişki araştırılmıştır.	Elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge harcamaları reel üretim hacmini arttırmak suretiyle işsizliğin azalmasına rol oynamaktadır. Yapılan çalışmada ortaya çıkan sonuçların anlamlı ve negatif ilişkili olduğu ifade edilmektedir.
Piva & Vivarelli	Avrupa Bölgesi/2017	Sistem Genelleştirilmiş Moment Yöntemi ile 1998-2011 yılları arasında 11 Avrupa Ülkesine ait istihdam, Ar-Ge harcamaları ve sabit sermaye oluşumu verileri ile teknolojik değişimin istihdam üzerindeki etkisi ölçülmüştür.	Çalışmada, gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, sabit sermaye oluşumunun istihdam üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu, Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında ise, yüksek teknoloji içeren sektörlerden kaynaklı olduğu anlaşılan anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.
Yalman & Koşaroglu	Türkiye/2017	Türkiye genelinde teknolojik yenilikler ile alakalı doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyüme ve işsizlik ile ilişkisini, ADF birim kök testi ve Granger, Toda-Yamamoto nedensellik analizleri ile test ederek değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçmeye çalışmışlardır.	Uzun dönemli analiz sonuçlarına göre teknolojik inovasyonlar ile istihdam arasında ilişki olmadığı şeklinde de ifade edilebilecek kadar küçük negatif bir ilişki olduğu ancak Türkiye özelinde kısa dönemli kesit çalışmasında teknolojik yenilikler ile ilgili doğrudan yabancı yatırımlar, işsizlik ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında sebep-sonuç ilişkisi olmadığı ifade edilmektedir.

Aydın	Türkiye/2018	Türkiye özelinde 1981-2015 yılları arasında teknolojik ilerleme ile istihdam yapısı arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi yöntemi kullanarak analiz edilmektedir. Teknoloji girdisi olarak Ar-Ge harcamaları ve bilgi iletişim teknolojisi ihracatı, istihdam çıktısı olarak da yükseköğretim mezunu istihdam verisi kullanılmaktadır.	Yapılan analiz neticesinde elde edilen bulgulara göre; teknolojik inovasyon artışı sonrasında istihdam yapısında, teknolojik ilerlemeyi içselleştirebilen eğitim düzeyi yüksek işgücüne doğru bir talep kayması olduğu görülmektedir. Teknolojik yeniliklerin eğitim politikaları tarafından nitelikli iş gücü yaratmak amacıyla desteklenmesinin değişkenler arasındaki nedenselliği arttıracığı sonucunun ortaya çıktığı ifade edilmektedir.
Gerçekler, Özmen & Mucuk	G7 Ülkeleri/2019	1990-2016 yılları arasında G7 ülkeleri özelinde Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişki panel bootstrap ve Granger nedensellik testleri ile ölçülmeye çalışılmıştır. Granger nedensellik testine ilave olarak panel bootstrap testinin uygulanmasının, yatay kesit bağımlılığının ve heterojenliğin birlikte dikkate alınmasına ve değişken bağıntısının sağlıklı bir şekilde belirlenmesine olanak tanıdığı ifade edilmektedir.	Çalışmada elde edilen sonuç ve bulguların, Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında çift yönlü, Kanada'da Ar-Ge harcamalarından işsizliğe doğru ve ABD'de işsizlikten Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü ilişki olduğunu gösterdiği anlaşılmaktadır. Ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma hedeflerine ulaşmalarında ürün ve üretim tekniği geliştirmelerinin oldukça önemli olduğu ancak teknolojik inovasyonların işsizlik yaratmaması adına nüfusun sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda yönlendirilmeye ve teknolojik yenilikleri içselleştirmeye yönelik nitelikli eğitim almaya ihtiyaç duyduğu da belirtilmektedir.
Cengiz & Şahin	Türkiye/2020	Quantile regresyon yöntemleri kullanılarak, Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyümenin (bağımsız değişkenler) işsizlik oranına (bağımlı değişken) etkileri araştırılmıştır.	Elde edilen sonuçlar, işsizlik ile Ar-Ge harcamaları arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ar-Ge harcamalarındaki %1'lik artışın işsizliği %5,73 oranında azalttığı görülmektedir. Ekonomik büyüme ile işsizlik arasında ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



Onea	Avrupa Bölgesi/2020	Avrupa inovasyon göstergesi puan tablosu 2020 verileri çerçevesinde, firmaların yeni teknoloji yatırımlarının istihdam üzerindeki etkisi SPSS programı ile keşifsel faktör ve korelasyon analizi ile incelenmiştir.	Elde edilen bulguların, şirketlerin yeni teknoloji yatırımlarının istihdamı artırma ile arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koyduğu belirtilmektedir. Çalışmada ilave olarak Ar-Ge harcamalarının şirketlerin karlılığını da arttırdığına dair kuvvetli sonuçların da ortaya çıktığı görülmektedir.
Tiftik	Dünya Geneli/2021	Nitel araştırma yöntemlerinden sistematik derleme yöntemi ve gruplandırma teknikleri yardımı ile Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisi tematik analiz yapılarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.	Tematik analize tabi tutulan tüm çalışmalarda teknolojik inovasyonların istihdama olumlu etki edeceği ön görüşünün olduğu ancak elde edilen bulguların, teknolojik yeniliklerin iş gücü üzerinde istihdamı azaltıcı etkiler de barındırdığını ortaya koyduğu ifade edilmektedir. Teknolojik inovasyonların istihdama etkisinin nötr olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir.
Utlu Koçdemir & Özyıldız	Yeni Sanayileşmiş Ülkeler (NICS)/2022	2007-2020 yılları arasında yeni sanayileşmiş ülke grubunda bulunan 8 ülkede istihdam ile inovasyon ve yüksek teknoloji ile büyüme arasındaki ilişki, panel eşbütünleşme ve nedensellik analizleri ile ölçülmüştür.	Araştırmada ortaya çıkan bulgulara göre, NIC ülkelerinde teknolojik değişimin yarattığı makineleşme ve otomasyon emeğin yerini almaktadır. İstihdam ile Ar-Ge harcamaları ve teknoloji transferi arasında negatif ilişki bulunmaktadır.
Naz & Altay	Türkiye/2023	Johansen Eşbütünleşme Testi kullanılarak, kısa dönem analizi en küçük kareler, uzun dönem analizi ise hata düzeltme modeli ile test edilmiştir.	Uzun dönemde, reel GSYH ve patent başvurularından işsizliğe doğru nedensellik olduğu ve iktisadi olarak patent başvurularındaki %1'lik artışın işsizlik oranını %0,22 oranında azalttığı sonucu bulunmuştur.
Uğur	G-20 Ülkeleri/2024	Panel eşbütünleşme yöntemiyle 1996-2021 yılları arasında veri elde edilebilen 13 G-20 ülkesi için teknolojik gelişmelerin istihdam üzerindeki etkileri araştırılmıştır.	Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, G-20 ülke grubunda teknolojik gelişmenin istihdamı etkilemediği ayrıca ilgili ülke ekonomilerinin istihdamı arttırmalarında teknolojik inovasyonların önemli bir rolü olmadığı görülmektedir.

*Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.*

Literatür taramasında ortaya çıkan bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, bölgesel ve ülke bazında Avrupa, G-7 ve G-20 ülkeleri, Yeni Sanayilemiş ülkeler, Latin Amerika ülkeleri ile Türkiye’de yapılan çalışmalarda, GMM-SYS, panel veri analizi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri gibi farklı analiz yöntemleriyle elde edilen sonuçların kısmi benzerlik ve farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Teknolojik inovasyonların istihdama etkisi hakkında ürün ve süreç bazlı iki farklı etki ortaya çıktığı, süreç inovasyonlarının ürün inovasyonlarından daha etkili olduğu ve teknolojik içselleştirmeyi eğitim politikaları ile destekleyen ülkelerde, teknolojik yeniliklerin nitelikli iş gücüne doğru nedenselliği arttırdığının genel bir kanı olarak kabul edildiği görülmektedir. Günümüzde, bilginin teknoloji yaratma özelliğinin dönüşüme uğradığını ve teknolojinin bilgi yaratma niteliği kazandığını ifade etmek yanlış olmayacaktır.

### 3. SONUÇ

Teknolojik yenilik ve inovasyonların istihdam üzerindeki etkilerinin olumlu, olumsuz ve dengeleyici sonuçları olduğu anlaşılmaktadır. Olumlu sonuçların optimist görüş altında toparlandığı, olumsuz gelişmelerin pesimist görüş çerçevesinde değerlendirildiği gözlenmektedir. Dengeleyici sonuçların ise olumlu ya da olumsuz gözle görülür bir etki yaratmadığı daha doğrusu, teknolojide meydana gelen gelişmelerin iş gücü piyasasındaki etkilerinin istihdamı iktisadi açıdan dikkat çekecek biçimde etkilemediği ifade edilmektedir. Bu bağlamda ilgili yaklaşımlara yönelik bulguların ve elde edilen bulgular neticesinde ortaya atılan yaklaşım ve önerilerin yukarıda ifade edilen görüşler çerçevesinde şekillendiğini ifade etmek yanlış olmayacaktır.

Teknolojik inovasyonların, üretim, tarım, sağlık, eğitim, turizm ve hizmet sektörü gibi işgücünün yoğun konumlandığı sektörlerde meydana getirdiği değişimlerin istihdam üzerinde yarattığı etkinin, geleneksel üretim faktörlerinin ekonomide yaratacağı etkiden farklı olduğu görülmektedir (Utlü Koçdemir & Özyıldız, 2022: 1058). Örnek vermek gerekirse; teknolojinin ve teknolojik gelişmelerin istihdama etkisi açısından önceki kısımlarda optimist görüş olarak adlandırılan duruma ithafen, ticarete ihracat odaklı yaklaşım, üretim kapasitesi ve dolayısıyla istihdam artışı anlamına gelmekteyken, üretimde yüksek teknolojinin varlığı ve kullanımı, makineleşmenin ağırlık kazanmasına olanak tanıyarak, ihracatın emeğin ucuz ve bol olduğu ülkelerde bile istihdam artışı yaratmasını engelleyerek pesimist görüşü destekler nitelik kazanmaktadır.

Teknolojide ortaya çıkan gelişme ve ilerlemelerin iş dünyasına entegrasyonu ile makineleşmenin ve otomasyon sistemlerinin yaygınlaşmasının emek

faktörünün rolünü değiştirerek, “teknolojik işsiz” olarak adlandırılan bir işsizlik türünün ortaya çıkacağı ifade edilmektedir. Teknolojik işsizlik kavramının ilk olarak David Ricardo tarafından ortaya atıldığı ve kavramın, 20. yüzyıla damga vuran Keynesyen görüş tarafından da benimsendiği ve literatürdeki birçok çalışmada desteklendiği anlaşılmaktadır (Cengiz ve Şahin, 2020: 162). İş hayatında makinelerin insanın yerini almasıyla istihdamda insan gücü açısından azalma olacağı ve ilerleyen yıllarda işgücü denildiğinde akıllara insanlardan ziyade makinelerin gelebileceği düşünülmektedir (Acemoğlu & Restrepo, 2018).

Teknolojide meydana gelen inovasyonların istihdamı etkilediği aşikâr olmakla birlikte etki kanallarının kurumsal yapı ve sektörel pazar yapısı üzerinde farklılıklar göstererek yeni bir süreç oluşumuna zemin hazırlamakta olduğu anlaşılmaktadır. Teknolojik yeniliklerin bir ekonomide yeni istihdam yaratabileceği gibi aynı zamanda mevcut durumu olumsuz da etkileyebileceği belirtilmektedir. Bahse konu yeni istihdam sürecinin ekonomilerde emek ve sermaye tasarrufu sağlayabileceği ayrıca üretim maliyetlerinin düşürülmesine olanak tanıyarak verimlilik artışı yaratabileceği ifade edilmektedir. Teknolojik inovasyonların istihdamda makineleşme ve otomasyon ile daha yüksek seviyede üretkenlik sağlayacağı fakat bununla birlikte artan kalitenin ve düşen fiyatların etkisiyle yaşanan talep genişlemesinin de istihdamda insan gücüne olan ihtiyacı tekrardan tetikleyeceği düşünülmektedir (De Elejalde, vd., 2015: 27).

Teknolojik ilerlemelerin ülkeler açısından makro ekonomik yansımalarının Solow’un büyüme modeline dayandığı anlaşılmaktadır. Solow tarafından ortaya atılan büyüme modeline kadar geçerli konumda bulunan neo-klasik teoride, teknolojik ilerlemenin egzogen değişken olarak kabul edilmekte ve ekonomide toplam çıktı artışının sadece sermaye birikimine bağlı olduğu görülmektedir. Solow’un neo-klasik düşüncenin yerini alan yeni büyüme modelinde teknolojik ilerleme değişkeninin içselleştirdiği görülse de teknoloji faktörünün kaynaklarına ilişkin nitelikli bir ayırım yapamadığı ve bu nedenle modelin uygulamada eksiklikler içerdiği ifade edilmektedir.

Solow’un büyüme modelini geliştirir nitelikte Romer tarafından teknoloji faktörünün tam olarak nasıl içselleştirileceğine dair bir model oluşturulduğu ve teknoloji değişkenini üretim faktörlerinin katsayısı olarak gören model sayesinde literatürde önemli bir boşluğun doldurulduğundan söz edilmektedir. Romer’in teknoloji faktörünün içeriğini, ara mal, nihai mal ve araştırma süreci olarak ele aldığı böylece araştırma sürecine ayrılan beşerî ve finansal kaynakların yeni ürün ve üretim süreçlerinde meydana getireceği sıçrama ile ekonomideki toplam çıktı miktarında logaritmik

artış yaşanmasına olanak tanıyacağını ileri sürdüğü görülmektedir. Ar-Ge faaliyetlerinin üretim faktörlerine katsayı çarpanı olarak eklenmesinin, faktör verimliliği artışı ile toplam çıktıyı ülkelerin kendi ihtiyaçlarından daha fazla arttıracığı bu bağlamda üretim maliyetlerinin düşmesine fırsat tanıyarak ülkeleri dış ticarete yönlendireceği ve dış ticaretin de teknoloji transferinin hızlanmasını sağlayarak teknolojik ilerleme temelinde büyüme ve kalkınma zemini hazırlayacağı belirtilmektedir (Gerçeker, vd., 2019: 414).

Teknolojik değişimin, hayatı kolaylaştıran yenilikler barındırmasına rağmen insanların istihdamın geleceği konusunda endişelerinin oluşmasına da neden olduğu anlaşılmaktadır. Teknolojik yeniliklerdeki artış hızının logaritmik olması, inovasyonların neredeyse ışık hızında gelişmesine olanak tanımaktadır. Özellikle 21. yüzyılın ilk çeyreğinin sonlarına doğru ortaya çıkan ve etkisi katlanarak artan ve bazı kesimler tarafından tehdit olarak algılanan yapay zekâ ile birlikte, toplumsal endişelerin her zamankinden daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Krousie, 2018: 94). İnsan ile makinenin yer değiştirme serüveninin ve etkisinin makineleşme ve otomasyonun yarattığı üretkenlik etkisinden daha büyük olduğu yani teknolojinin doğrudan emeği yerinden etme ihtimalinin bulunduğunu göstermektedir. Yapay zekânın yaygınlaşma döneminde olduğu varsayımı altında mevcut dönemdeki ilişkinin henüz küçük olduğunu belirtmek gerekse de bilhassa yapay zekâ ilerledikçe yer değiştirme etkisinin daha da büyüyeceği varsayılmaktadır. İş gücünün, önümüzdeki dönemde makinelerin ve yapay zekâ destekli otomasyon sistemlerinin işlerini ellerinden alma olasılığına hazırlanmaya başlaması gerektiği düşünülmektedir.

Optimist ve pesimist görüşlerin aksine teknolojik inovasyonların istihdam üzerindeki etkilerine nötr kaldığı anlaşılan dengeleyici görüşe göre, teknolojik yeniliklerin istihdam üzerinde makro düzeyde hissedilen bir etkisi bulunmamaktadır. Söz konusu dengeleyici yaklaşım çerçevesinde teknolojik yeniliklerin yarattığı gelişmelerin istihdam üzerindeki etkileri ekonomik yapı ve piyasa tarafından uzun dönemde kendiliğinden telafi edilerek istihdamı etkilemeyeceğini savunulmaktadır. Bahse konu görüşe göre teknolojik inovasyonların etkisi politika yapıcılarının konuya yaklaşımından ziyade toplumsal anlamda ilgili gelişmeden faydalanan bireylerin teknolojiyi kullanım amaç ve tarzlarına bağlı olarak ne şekilde içselleştirdikleri ile alakalıdır (Emara, 2021: 270). Bu bağlamda teknolojinin istihdama etkisinin istihdamı arttıracığı yönünde optimist ya da azaltacağı yönünde pesimist olacağını belirtilmesi doğruluğunu yitirmektedir. Teknolojik yeniliklerle beraber makinelerin istihdamdaki mevcut insan gücünün yerine göz diktiği düşünülse de üretim sektörü dışında kalan emeğin teknolojik gelişmeye bağlı olarak uzun vadede oluşacak yeni iş alanlarında istihdam edilmesiyle

istihdamın dengeleneceği yani negatif ya da pozitif etkilenmeyeceği belirtilmektedir.

Teknolojide meydana gelen yenilik ve gelişmelerin ortaya çıkardığı etkiler dünya genelinde oldukça fazla merak uyandırıp gündemi meşgul etmekte olsa da bu değişimlerin makroekonomik göstergeler özellikle de işsizlik üzerindeki etkileri hakkında yeterli sayıda akademik çalışma olmadığı anlaşılmaktadır. Kavramın dünya gündemine oturmaya başladığı günden bu yana literatüre dâhil olan çalışmalarda teknolojik gelişme girdisi olarak Ar-Ge harcamalarının ve patent başvurularının kullanıldığı ancak Ar-Ge harcamaları değişkeninin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Literatür taramasında da görüldüğü üzere teknolojik gelişmelerin ilk bakışta beklenenin aksine istihdam artışı yaratmadığı hatta işsizliği arttırdığını gösteren bulgulara rastlanmaktadır. Daha doğru bir söylemle ifade etmek gerekirse; teknolojik inovasyonların istihdamı azaltıcı etkilerinin arttırıcı etkilerinden daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. Genel olarak özetlenecek olursa; teknolojik yeniliklerin önemli bir makroekonomik gösterge olan işsizliğe yansımalarının beklenen düzeyde olmadığını ifade etmek yanlış olmayacaktır.

Tüm bu bilgiler ışığında teknolojide yaşanan gelişme ve ortaya çıkan yeniliklerin istihdama etkisinin uygulama sonuçlarından elde edilen bulgular açısından ya da teorik anlamda ortak bir sonucu işaret etmediği anlaşılmaktadır. Ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin istihdama yansımalarının, toplumsal anlamda teknolojinin içselleştirilme kabiliyetine, ülkelerin ekonomik bağımsızlık ve uluslararası rekabet gücüne, mevcut işgücü içerisindeki nitelikli çalışan sayısının niteliksiz emek oranına (teknoloji yoğun sektörlerin düşük teknoloji sektörlerine oranına), teknolojik gelişmenin meydana geldiği sektöre, firmaların stratejilerine ve bölge farklılıklarına bağlı olduğu görülmektedir (Graf & Mohamed, 2024: 141-142). Uluslararası rekabet gücü yüksek gelişmiş bir ülkede meydana gelen bir teknolojik gelişmenin istihdama etkisinin, rekabet gücü görece düşük olan az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere nazaran daha yüksek olacağı, daha doğru bir ifadeyle etkinin yansımaya süresinin gelişmiş ülkelerde kısa vadede gözlenebileceğini belirtmenin doğru olacağı düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Acemoğlu, D., ve Restrepo, P. (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
- Aguilera, A., ve Ramos Barrera, M., G. (2016). Technological Unemployment: An Approximation to the Latin American Case. *AD-minister*, (29), 58-78. doi:10.17230/ad-minister.29.3
- Aydın, E. (2018). Türkiye’de Teknolojik İlerleme ile İstihdam Yapısındaki Değişme Projeksiyonu: Endüstri 4.0 Bağlamında Ampirik Analiz, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(31), 461-471.
- 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 Euroasian Socioeconomic Studies, 7(2), 15-35.
- Cengiz, S., ve Şahin, A. (2020). Teknolojik İlerlemenin İstihdam Yaratmadaki Rolü ve Önemi: Türkiye Örneği, Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi, 45, 160-172. Doi: <https://doi.org/10.17498/kdeniz.657015>
- De Elejalde, R., Giuliadori, D., Stucchi, R. (2015). Employment and Innovation: Firm-Level Evidence from Argentina. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 27-47.
- Emara, A., M. (2021). The Impact of Technological Progress on Employment in Egypt. *International Journal of Social Economics*, 48(2), 260-278.
- Gerçeker, M., Özmen, İ., ve Mucuk, M. (2019). Ar-Ge Harcamaları ve İşsizlik Arasındaki Nedenselliğin Ampirik Analizi: G7 Ülkeleri Örneği, *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 41(2), 413-431. Doi: 10.14780/muiibd.665104
- Graf, H. ve Mohamed, H. (2024). Robotization and Employment Dynamics in German Manufacturing Value Chains, *Structural Change and Economic Dynamics*, 68, 133-147.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., Peters, B. (2014). Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Microdata from Four European Countries. *International Journal of Industrial Organization*, C:35, 29-43.
- Krousie, C. (2018). Technological Unemployment in the United States: A State-Level Analysis, *Major Themes in Economics*, 20, 87-101.
- Lachenmaier, S., Rottmann, H. (2010). Effects of Innovation on Employment: A Dynamic Panel Analysis, *International Journal of Industrial Organization*, 29, 210-220.

- Naz, G. ve Altay, B. (2023). Türkiye’de Teknolojik İlerlemenin İşsizliğe Etkisi, *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11, 93-106. DOI: 10.58627/dpuiibf.1306673
- 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
- Piva, M., ve Vivarelli, M. (2004). Technological Change and Employment: Some Micro Evidence from Italy. *Applied Economics Letters* 11, 373-376.
- Piva, M., ve Vivarelli, M. (2005). Innovation and Employment: Evidence from Italian Microdata. *J. Econ.* 86, 65-83.
- Piva, M., ve Vivarelli, M. (2017). Technological Change and Employment: Were Ricardo and Marx Right? *IZA Discussion Papers*, 10471, 1-36.
- Tiftik, C. (2021). Teknoloji Temelli Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Faaliyetlerinin Genel İstihdam Üzerine Etkisi: Sistemik Derleme Çalışması, *İstanbul Kent Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 2(2), 95-111.
- Uğur, B. (2024). Teknolojik Gelişmenin İstihdam Üzerindeki Etkisi: G-20 Örneği, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 10(1), 177-194.
- Utlu Koçdemir, S., Özyıldız, T. (2022). İnovasyon ve İstihdam İlişkisi: NIC Ülkeleri Örneği, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 1057-1068, doi: 10.33437/ksusbd.1087468
- Yalman, N. ve Koşaroğlu, Ş., İ. (2017). Doğrudan Yabancı Yatırımların Ekonomik Büyüme ve İşsizlik Üzerindeki Etkisi, *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 1(2), 191-205.