

TEKNOLOJİK GELİŞMENİN İSTİHDAM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE EKONOMİSİ ÜZERİNE SEKTÖREL BİR ANALİZ

Araştırma Makalesi / Research Article

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.

Geliş Tarihi: 23.03.2021
Kabul Tarihi: 23.06.2021
E-ISSN: 2149-3871

Dr. Öğr. Üyesi Ebru TOPCU
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü
ebruerdogan@nevsehir.edu.tr
ORCID No: 0000-0003-3572-7552

ÖZ

Bir teknolojik gelişme göstergesi olan Ar&Ge harcamaları, yeni üretim süreçlerinin belirlenmesinde ve uygulanmasında önemli bir faktördür. Teknolojik gelişme, sektörler arasında yapısal değişikliklere neden olan bir olgudur. Üretim sürecinde üretim faktörlerinin ikame edilmesini etkileyen teknolojik ilerleme, ilgili sektörlerin istihdam yapısını da etkilemektedir. İşgücü talebi, yeni üretim teknolojilerine adaptasyon sürecinde endüstrilerin teknoloji yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda, çalışmanın amacı 1996-2017 döneminde Ar&Ge harcamalarının sektörel istihdam üzerindeki etkilerini incelemektir. AMG yönteminden elde edilen bulgular, Ar&Ge harcamalarının tarım sektörünün toplam istihdamdaki payını negatif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Ar&Ge harcamalarındaki % 1'lik artış, tarım sektörünün toplam istihdamdaki payını % 0,13 azaltmaktadır. Sanayi ve hizmetler sektöründe ise Ar&Ge harcamalarındaki % 1'lik artış, sektörel istihdamın toplam içindeki payını sırasıyla % 0,16 ve % 0,26 artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sektörel İstihdam, Teknolojik Gelişme, Ar&Ge Harcamaları.

IMPACT OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT ON EMPLOYMENT: EVIDENCE FROM TURKISH SECTORS

ABSTRACT

As a technological development indicator, R&D expenditures are effective in determining and implementing new production processes. Technological development is a phenomenon that causes structural changes across sectors. Technological advancement that affects the substitution of production factors in the production process also affects the employment structure of the relevant sectors. Labor demand varies across industries' technology intensity during the adaptation process to new production technologies. In this context, the aim of this study is to analyze the effects of R&D expenditures on sectoral employment over the period 1996-2017. Findings obtained from the AMG method reveal that R&D expenditures negatively affect the share of the agriculture sector in total employment. A 1% increase in R&D expenditures reduces the share of the agricultural employment by 0,13%. In the case of the industry and services sector, a 1% increase in R&D expenditures increase the share of sectoral employment by 0,16% and 0,26%, respectively.

Keywords: Sectoral Employment, Technological Development, R&D Expenditures.

1. GİRİŞ

Teknolojik yenilik, süreç yeniliği ve ürün yeniliği olmak üzere iki farklı kategoride incelenmektedir. Bu iki farklı yenilik türünün istihdam üzerindeki etkileri de genel olarak birbirinden farklıdır. Ürün yeniliğiyle sonuçlanan Ar&Ge harcamaları genel olarak emek dostu (istihdamı artıran); süreç yeniliği ile sonuçlanan Ar&Ge harcamaları ise emek tasarrufu sağlayan (istihdamı azaltan) bir etkiye sahiptir. Teknolojik işsizlik, yeniliklerin emek tasarrufu sağlayan etkilerinin doğrudan bir sonucudur. Bu süreçte geliştirilen yeni makineler aracılığıyla gerçekleşen

teknolojik gelişmenin alt sektörler üzerinde istihdamı azaltıcı yönde bir etkisi ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle, emeğin yerini teknolojik makineler almaktadır¹. Ürün yeniliği ise yeni ürünler ve yeni pazarlar aracılığıyla istihdam yaratıcı bir etkiye yol açmaktadır (Vivarelli 2015; Piva ve Vivarelli, 2017).

Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olumlu etkilerini beş farklı kanal ile açıklamak mümkündür. Bunlardan birincisi verimlilik etkisidir. Daha ucuz makinelerin insan emeği yerine kullanılması bir verimlilik etkisi yaratır. Otomasyona geçmiş işleri üretmenin maliyeti düştükçe, ekonomi genişlemektedir ve otomasyona geçmemiş işlerde işgücü talebini artırmaktadır². İkincisi, artan otomasyonla tetiklenen sermaye birikiminin aynı zamanda emek talebini de artırmasıdır. Üçüncüsü, otomasyonun derinleşmesi olarak adlandırılan olgudur. Bu kavram otomasyonun sadece daha önce emek tarafından gerçekleştirilen işlerin yerini alması değildir. Aynı zamanda hali hazırda otomasyona geçmiş işlerdeki makinelerin üretkenliğini de artırmasıdır. Bu durum verimlilik etkisi yaratma eğilimi göstermekle birlikte emeğin yerine geçmez. Dolayısıyla işgücü talebini artırır (Acemoglu ve Restrepo, 2018). Dördüncüsü nispi beceri talebindeki değişikliklerdir. Diğer bir ifadeyle, teknoloji ve beceriler arasındaki tamamlayıcılığı teşvik ederek yüksek vasıflı işçinin istihdamı ve ücretlerini desteklemektedir (Silva ve Lima, 2017).

Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisini makro bazda ele alan çalışmalar, farklı teknoloji yoğunluğuna sahip sektörlerde teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki olası etkilerini ayırtmamaktadır. Toplamın yanlılığı (aggregation bias) olarak adlandırılan bu sorun ise elde edilen bulguların tutarlılığına gölge düşürmektedir. Bu bağlamda, mikro veri kullanılarak yapılan çalışmalar daha tutarlı sonuçların elde edilmesinde ve sağlıklı politika çıkarımlarının ortaya koyulmasında ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın amacı teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisinin sektörel olarak incelenmesidir. Türkiye örneğinde söz konusu ilişkiyi sektörel olarak ele alan çalışmalar daha çok sanayi sektörü üzerinde odaklanmaktadır. Bu nedenle çalışmada Araştırma-Geliştirme (Ar&Ge) harcamaları ile ölçülen teknolojik gelişmenin tarım, sanayi ve hizmetler olmak üzere üç ana sektör istihdamı üzerindeki etkisi analiz edilecektir.

Çalışmanın dört bölüme ayrılması planlanmaktadır. Giriş bölümünü takiben literatür taramasının yer aldığı ikinci bölümde mikro temelli çalışmalara yer verilecektir. Üçüncü bölümde model ve veri seti tanıttıldıktan sonra ekonometrik uygulama başlıklarına yer verilecektir. Çalışma sonuç ve politika çıkarımları bölümü ile sonlandırılacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI: MİKRO PERSPEKTİFLİ ÇALIŞMALAR

Mikroekonomi teorisi, teknolojik gelişmenin başta emek olmak üzere daha az üretim faktörü kullanılarak aynı miktar çıktı üretimine yol açacağını varsaymaktadır. Bu teorik bakış açısı, teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki doğrudan olumsuz etkilerine odaklanan süreç yeniliği yaklaşımını ön plana çıkarmaktadır. Bununla birlikte, süreç yeniliğinin emek tasarrufu sağlayan bu etkisi çeşitli piyasa mekanizmaları aracılığıyla telafi edilebilmektedir (bknz, dip not: 1). Aynı zamanda ürün yeniliğinin istihdam dostu bir etkiye sahip olması teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkilerinin değişkenlik gösterebileceği anlamına gelmektedir (Vivarelli, 2014). Bu bağlamda, literatürde teknolojik gelişme ve istihdam arasındaki bu karmaşık ilişkiyi ele alan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir kısmında teknolojik gelişme yenilik üzerinden Ar&Ge harcamaları aracılığıyla açıklanmaktadır. Bahsi geçen çalışmalarda çeşitli ülke/ülke gruplarında söz konusu ilişki makro ya da mikro düzeyde ele alınmaktadır. Çalışmanın temel motivasyonu toplamın yanlılığı probleminin olası etkilerinin elimine edilmesi olduğu için bu başlık altında sadece mikro temelli çalışmalara yer verilecektir.

¹ Bununla birlikte söz konusu yeni teknolojiyi üreten üst sanayilerde ilave emek ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Alt sektörlerde teknolojik gelişme süreci iş kaybına yol açarken; aynı zamanda ortalama maliyetlerin düşmesine neden olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, alt sektörlerde teknolojik gelişmeye bağlı süreç yeniliğinin doğrudan etkisi iş kaybı üzerindedir. Teknolojik gelişmenin belirlediği istihdamdaki azalma yeni makina, yeni ürün, fiyat, yatırım, gelir ve ücret mekanizması gibi çeşitli ekonomik güçlerle telafi edilebilmektedir. (Piva ve Vivarelli, 2017; Vivarelli, 2015, Vivarelli, 2014).

² Detaylı bilgi için bknz: Acemoglu ve Restrepo, 2018.

EKK yöntemini kullanarak Brouwer vd. (1993), Hollanda’da faaliyet gösteren 859 firmada Ar&Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Elde edilen bulgular, istihdam ile Ar&Ge harcamaları arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Taymaz (1996), 1985-1992 döneminde Türk imalat sektöründe teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisini EKK yöntemini kullanarak incelemiştir. EKK sonuçlarına göre, teknolojik gelişmenin istihdam üzerinde zayıf ve negatif bir etkisi bulunmaktadır.

Greenan ve Guellec (2000), Fransa imalat sektöründe 1986-1990 dönemini içeren verilerle yenilik ve istihdam arasındaki ilişkiyi firma düzeyinde ele almışlardır. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında firma düzeyinde pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Finlandiya, Fransa, Almanya, Japonya, İngiltere ve ABD imalat sektöründe istihdam yapısında meydana gelen değişimleri Hollanders ve Weil (2002), 1975-1995 dönemini kapsayan verilerle incelemiştir. Temel regresyon analizinden elde edilen bulgular, tüm ülkelerde yüksek teknoloji endüstrilerde istihdam oranındaki değişimlerle Ar&Ge yoğunluğu arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin varlığını kanıtlamıştır.

Fung (2006), ABD bankacılık sektöründe emek tasarrufu sağlayan teknolojilerin istihdam üzerindeki etkisini ele almıştır. Çalışmada 100 banka holding şirketinin 1992-2003 dönemine ilişkin verileri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, firma düzeyinde emek tasarrufu sağlayan teknolojilerin daha yüksek istihdama yol açtığını ortaya koymuştur.

1995-1997 ve 1998-2000 dönemlerine ilişkin verilerle Türk imalat sanayisinde Üçdoğruk (2006), teknoloji ve istihdam arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen bulgular, 1995-1997 döneminde endüstrilerin teknoloji düzeyine göre değişmeksizin yeniliğin istihdam artış oranları üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan 1995-1997 döneminde ise düşük teknoloji endüstrilerde istihdam artış oranının pozitif; üst ve orta düzey teknoloji endüstrilerde ise negatif olduğu tespit edilmiştir.

1963-2002 dönemine ilişkin verilerle Coad ve Rao (2007), ABD ekonomisindeki ileri teknoloji imalat sanayilerinde yeniliğin istihdam üzerindeki etkisini kantil (quantile) regresyon yöntemi ile tahmin etmişlerdir. Elde edilen bulgular, yenilik ve istihdam arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Piva ve Vivarelli (2017), 11 AB ülkesi için teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisini GMM-SYS ve LSDVC yöntemlerini kullanarak incelemiştir. 1998-2011 döneminin incelendiği çalışmada, Ar&Ge harcamalarının yüksek ve orta teknoloji sektörlerde istihdam yanlısı pozitif bir etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Düşük teknoloji sektörlerde ise herhangi bir etki tespit edilememiştir.

Bogliacino ve Vivarelli (2012), 15 AB ülkesinde teknoloji ile genişletilmiş emek talebi denklemini GMM-SYS yöntemi ile tahmin etmiştir. 1996-2005 döneminin ele alındığı çalışmada, sanayi ve hizmet sektöründe yer alan 25 firmaya ilişkin veriler kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Ar&Ge harcamalarının istihdam üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Bogliacino vd. (2014), Avrupa’da imalat ve hizmetler sektöründe faaliyette bulunan 677 firmaya ilişkin verileri kullanarak Ar&Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. EKK yönteminden elde edilen bulgular, yüksek teknoloji sanayi ve hizmet sektörlerinde Ar&Ge harcamalarının istihdamı pozitif etkilendiğini ortaya koymuştur.

Tamayo ve Huergo (2016), İspanya’da faaliyette bulunan firmalara ilişkin verileri kullanarak Ar&Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisini iki aşamalı EKK yöntemi aracılığıyla incelemiştir. Elde edilen bulgular, Ar&Ge harcamaları ile kalifiye emek istihdamı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Lenger (2016), Türk imalat sanayinde teknolojik gelişmenin sektörler arası istihdam üzerindeki etkilerini 1985-1998 dönemi için ele almıştır. Teknolojik gelişmenin kalifiye emeğin yoğun olduğu endüstrilerde idari personel istihdamı üzerinde pozitif bir etkisi; vasıfsız emeğin yoğun olduğu endüstrilerde ise negatif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

1992-2001 dönemini içeren verilerle Meschi vd. (2016), Türkiye’de teknolojik gelişmenin imalat sektörü üzerindeki etkisini firma düzeyinde incelemişlerdir. GMM-SYS yönteminden elde edilen bulgular, teknolojinin istihdam üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Havuzlanmış EKK yöntemini kullanarak Okumu vd. (2019), Afrika imalat sektöründe ürün ve süreç yeniliklerinin istihdam üzerinde pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Kılıçaslan ve Töngür (2019), Türk imalat sektöründe bilgi ve iletişim teknolojilerinin istihdam üzerindeki etkisini 2003-2013 dönemini için GMM-SYS yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışmada, bilgi ve iletişim teknolojilerinin istihdam yaratıcı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Bárány ve Siegel (2020) teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1960-2017 dönemini içeren verilerle ABD ekonomisi için sektörel olarak incelemişlerdir. Genel denge modelinin kullanıldığı çalışmada, istihdamdaki ve ücretlerdeki değişmelerin büyük bir kısmının mesleğe dayalı teknolojilere bağlı olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

2009-2011 dönemini kapsayan verilerle Zhu vd. (2021), teknolojik yenilik ile istihdam arasındaki ilişkiyi Çin ekonomisi için araştırmışlardır. Çalışmada, 2700 özel ve 148 devlet firmasına ait veriler kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, ürün yeniliğinin istihdam üzerinde negatif bir etkisi olduğunu ortaya koyarken, süreç yeniliğinin istihdam üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca teknolojik gelişme ile istihdam arasındaki ilişkinin firmalara göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

3. MODEL, VERİ SETİ VE YÖNTEM

Çalışmanın amacı, Türkiye’de teknolojik gelişmenin sektörel istihdam üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu bağlamda, çalışmada endüstri, tarım ve hizmetler sektörü olmak üzere üç ana sektöre ilişkin istihdam verileri kullanılmıştır. Literatürde teknolojik gelişmenin ölçülmesinde genellikle Ar&Ge harcamalarının kullanıldığı görülmektedir. Kurulan modelde de Ar&Ge harcamaları tercih edilmiştir. Ar&Ge harcamalarının yanı sıra istihdamının temel belirleyenlerinden biri olan sektörel ücret³ de kontrol değişkeni olarak modele dahil edilmiştir.

$$emp=f(rd,wage) \quad (1)$$

Denklem 1’de emp, rd, wage sırasıyla istihdamı, Ar&Ge harcamalarını ve emek gelirini temsil etmektedir. İstihdam verileri, ilgili sektördeki istihdamın toplam istihdam içindeki payı⁴; Ar&Ge harcamaları, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)’nın yüzdesi⁵, sektörel ücret verileri ise brüt katma değer’in yüzdesi⁶ şeklinde ölçülmüştür. Ücret verileri dışındaki tüm veriler Dünya Bankası Dünya Gelişim Göstergeleri (WDI) veri tabanından elde edilmiştir. Ücret verilerine ise OECD veri tabanından ulaşılmıştır. Denklem (1)’deki fonksiyon cebirsel olarak panel veri formunda

$$\ln emp_{i,t} = \beta_1 \ln rd_{i,t} + \beta_2 \ln wage_{i,t} + v_i + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

olarak yazılabilir. Burada t indisi zaman periyodunu (t=1996,...,2017), i indisi sektörleri (i=1,...,3), v terimi sektör spesifik değişkeni, ε terimi ise rastsal hata terimini temsil etmektedir.

3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Çalışmada uygulanacak regresyon yöntemi belirlenmeden önce değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olup olmadığının test edilmesi gereklidir. Panel veri literatüründe yatay kesit

³ Emek gelirleri (employee compensation) ile temsil edilmektedir. Bir çalışana kuruma katkısı, yani işini yapması karşılığında yapılan ödemedir. En yaygın gelir biçimleri ücretler, maaşlar ve bahşişlerdir.

⁴ Tarım sektöründe istihdam (toplam istihdam içindeki payı), hizmetler sektöründe istihdamı (toplam istihdam içindeki payı), sanayi sektöründe istihdam (toplam istihdam içindeki payı) şeklinde ölçülmüştür.

⁵ Ar&Ge harcamalarının GSYH içindeki payını ifade etmektedir.

⁶ Brüt katma değer, bir sektörün mal ve hizmet üretim değerinden mal ve hizmetlerin ara tüketim değerinin çıkarılması şeklinde hesaplanmaktadır. Ücret verileri, ilgili sektörde ücretin brüt katma değer içindeki payı şeklinde ölçülmüştür.

bağımlılığının test edilmesinde yaygın olarak Peseran (2004) CD ve Breusch ve Pagan (1980) LM testleri kullanılmaktadır. Kurulan modelde zaman boyutu yatay kesit boyutundan büyük ($T > N$) olduğu için LM testi tercih edilmiştir. Denklem 3’de, LM testinin matematiksel gösterimi yer almaktadır.

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}_{ij}^2) \quad (3)$$

Denklem 3’de, T zaman periyodunu, N sektör sayısını, $(\hat{\rho}_{ij}^2)$ ise hata terimlerinin ikili korelasyonunun örneklem tahminini temsil etmektedir. Tablo 1’de LM testi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 1: Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları

Değişkenler	LM
lnemp	54.03***
lnwage	18.49***

*** %1 anlamlılık düzeyine karşılık gelmektedir.

Tablo 1’e göre, değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulan boş hipotez %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Bu bulgu, istihdam ve ücret değişkenleri arasında yatay kesit bağımlılığının olduğunu kanıtlamaktadır. Yatay kesit bağımlılığı test edilirken Ar&Ge harcamaları sınamaya dahil edilmemiştir. Bunun nedeni, Ar&Ge harcaması verilerinin sektörlere göre değişmemesidir. Diğer ifadeyle tüm yatay kesitler için aynı olmasıdır.

3.2. Birim Kök

Panel veri ekonometrisinde uygulanacak birim kök testi seçilirken dikkat edilmesi gereken husus, seriler arasında yatay kesit bağımlılığının olup olmamasıdır. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının olmadığı durumlarda birinci nesil birim kök testlerinin; yatay kesit bağımlılığının olduğu durumlarda ise ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması daha tutarlı sonuçlar vermektedir. Çalışmada istihdam ve ücret değişkenleri arasında yatay kesit bağımlılığı tespit edildiğinden bu değişkenlerin birim kök sınamaları ikinci nesil birim kök testlerinden Peseran (2007) CIPS testi ile yapılmıştır. Ar&Ge değişkeni sektörlere göre değişmediği için birim kök sınamasında yatay kesitlere göre de tutarlı sonuçlar veren Im, Peseran ve Shin (2003) IPS birim kök testi tercih edilmiştir. Denklem 4’de CIPS testinin matematiksel ifadesine yer verilmektedir.

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (4)$$

Denklem 4’de yer alan CIPS(N,T) terimi Im, Peseran ve Shin (2003) tarafından geliştirilen IPS testinin yatay kesitle geliştirilmiş formatını temsil ederken; $t_i(N, T)$ terimi ise yatay kesitle geliştirilmiş Dickey Fuller (CADF) istatistiğini göstermektedir. Tablo 4’de CIPS ve IPS testlerinin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları (CIPS ve IPS)

Değişkenler	CIPS	IPS	Δ CIPS	Δ IPS
lnemp	-0.66		-3.81***	
lnwage	-3.43***			
lnrd		-3.12		-6.07***

*** %1 anlamlılık düzeyine karşılık gelmektedir.

Δ ilgili değişkenin birinci farkını simgelemektedir.

Maksimum gecikme uzunluğu SIC kriterine göre 1 olarak belirlenmiştir.
Testler sabit ve trend içermektedir.
IPS testinde yatay kesite ait t-istatistiği raporlanmıştır.

Tablo 2’de istihdam, ücret ve Ar&Ge harcamaları değişkenlerine ilişkin birim kök testi sonuçları verilmiştir. Analizde, seriler birim kök içermektedir (durağan değildir) boş hipotezi; seriler birim kök içermemektedir (durağandır) alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. CIPS birim kök testine göre, istihdam değişkeni seviyesinde durağan değildir. Birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir. Ücret değişkeni ise seviyesinde durağandır. IPS testine göre ise Ar&Ge harcamaları seviyesinde durağan değil iken, birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir.

3.3. Regresyon Analizi

Yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testleri sırasıyla modeldeki değişkenler arasında yatay kesti bağımlılığının olduğunu ve serilerin farklı dereceden durağan olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, seçilecek regresyon yönteminin yatay kesti bağımlılığını ve değişkenlerin farklı dereceden durağan olma özelliklerini dikkate alan bir yöntem olması gereklidir. Bu nedenle, panel veri ekonometrisinde uzun dönem katsayı tahmininde yaygın olarak kullanılan Ortalama Grup tahminicileri tercih edilmiştir. Ortalama grup tahminicileri eşbütünleşme ilişkisini test etmeyi gerekli kılmamaktadır. Bu bağlamda, çalışmada uzun dönemli parametreleri tahmin etmek için Eberhardt ve Bond (2009), Eberhardt ve Teal (2010), ve Bond ve Eberhardt (2013) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG – Augmented Mean Group) tahminicisi kullanılmıştır. AMG tahminicisinin en önemli avantajı yatay kesit bağımlılığına karşı güçlendirilmiş olması ve eğim katsayılarının heterojen olmasına imkan tanınmasıdır.

Tablo 3: Regresyon Testi Sonuçları (AMG)

Sektör	lnwage	lnrd
Havuzlanmış Panel	0.03	0.10
Tarım	-0.46*	-0.13*
Sanayi	0.17***	0.16**
Hizmet	0.13**	0.26**

***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyine karşılık gelmektedir.

Testler sabit ve trend içermektedir.

Tablo 3’de AMG tahminicisinden elde edilen parametre tahminleri yer almaktadır. Tabloya göre, Ar&Ge harcamalarındaki %1’lik bir artış tarım sektörünün toplam istihdam içindeki payını % 0.13 azaltırken; sanayi ve hizmetler sektöründe istihdamın toplam istihdam içindeki payını sırasıyla % 0.16 ve %0.26 artırmaktadır. Tarım sektöründe, ücretlerdeki %1’lik bir artış sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.46 azaltmaktadır. Sanayi sektöründe, ücretlerdeki %1’lik bir artış sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.17 artırırken; hizmetler sektöründe ise ücretlerdeki %1’lik bir artış sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.13 artırmaktadır.

4. SONUÇ VE POLİTİKA ÇIKARIMLARI

Teknolojik gelişme, uzun vadeli ekonomik büyümeyi, istihdamı, üretkenliği ve gelişmiş yaşam standartlarını yönlendirmektedir. Ancak bu bir "yaratıcı yıkım" sürecidir. Yeni teknolojiler, genellikle farklı sektörlerde olan ve farklı beceriler gerektiren işler yaratırken; bazı endüstrilerdeki, özellikle düşük vasıflılar arasındaki işleri yok etmektedir (OECD,2012). Bu bağlamda, çalışmanın amacı Türkiye ekonomisinde teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisinin 1996-2017 dönemine ilişkin verilerle sektörel olarak incelenmesidir. Temel amaç söz konusu etkinin sektörlere göre değişip değişmediğinin tespit edilmesidir.

AMG tahminicisinden elde edilen sonuçlar, Ar&Ge harcamalarındaki %1’lik bir artışın tarım sektörünün toplam istihdam içindeki payını %0.13 azalttığını göstermektedir. Tarım sektörünün emek yoğun bir sektör olduğu dikkate alınır, sermaye yoğun üretimi teşvik eden teknolojik gelişmelerin emeğin yerine ikame edilmesi muhtemeldir. Süreç yeniliğinin istihdamı azaltıcı etkisi dikkate alındığında, elde edilen bulgu teorik açıdan oldukça tutarlıdır.

Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik bir artışın sanayi sektörünün toplam istihdam içindeki payını %0.16 arttırdığını ortaya çıkarmıştır. Teknolojik gelişmenin sanayi sektörü istihdamı üzerinde iki yönlü etkisi bulunmaktadır. Söz konusu teknolojiyi geliştiren sanayiler açısından yeni makine teçhizat üretimi ilgili alandaki kalifiye emek istihdamını artırırken, alt sektörlerde yeni teknolojilerin emek yerine ikame edilmesi sonucu istihdamda düşüşler yaşanabilmektedir. Ayrıca alt sektörlerde yeni teknolojiye uyum sürecinde yaşanan teknolojik işsizlik istihdam oranları üzerinde etkili olabilmektedir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, Türkiye ekonomisinde ilgili dönemde Ar&Ge harcamalarının sanayi sektöründe istihdam yaratıcı bir etkiye neden olduğu görülmektedir⁷. Bu bulgu, sanayi sektöründe teknolojik gelişme ve istihdam arasındaki ilişkiyi çeşitli ülkeler için ele alan Greenan ve Guellec (2020); Kılıçaslan ve Töngür (2019); Okumu vd. (2019); Piva ve Vivarelli (2017); Meschi vd. (2016), Bogliacino vd. (2014); Üçdoğruk (2006); Hollanders ve Weil (2002) çalışmalarının bulguları ile paralellik göstermektedir.

Hizmetler sektöründe, Ar&Ge harcamalarındaki %1'lik bir artışın sektörün toplam istihdam içindeki payını % 0.26 artırdığı tespit edilmiştir. Hizmetler sektörü bilgisayar, bankacılık, ulaşım, turizm gibi teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı sektörlerin yanı sıra daha düşük teknoloji kullanımı gerektiren çeşitli hizmet gruplarından oluşmaktadır. Elde edilen bilgiler ışığında Türkiye ekonomisinde ilgili dönemde teknolojik gelişmenin teknoloji yoğun hizmet sektörleri aracılığıyla kalifiye emek kullanımı gerektiren alanlarda istihdam oranını artırdığı sonucuna ulaşılabılır. Elde edilen bu bulgu, Fung (2006)'nın ABD bankacılık sektöründe, Bogliacino ve Vivarelli (2012)'nin AB ülkeleri hizmet sektöründe, Bogliaciano vd. (2014)'nin Avrupa hizmet sektöründe çeşitli firmalar üzerine yaptığı çalışmaların bulguları tarafından desteklenmektedir.

Sektörel ücretin istihdam üzerindeki etkisi incelendiğinde; tarım sektöründe ücretlerdeki %1'lik bir artışın sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.46 azalttığı görülmektedir. Sanayi sektöründe ücretlerdeki %1'lik bir artışın sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.17 artırdığı; hizmetler sektöründe ise ücretlerdeki %1'lik bir artışın sektörün toplam istihdam içindeki payını %0.13 artırdığı gözlemlenmektedir.

Bazı meslekler uzun bir eğitim ve öğrenim sürecini gerekli kılmaktadır. Emeğin kalitesini artırmaya yönelik bu faaliyetler eğitim ve öğretim aracılığıyla iş kalitesinin artırılmasına yönelik bir süreç olarak da değerlendirilmektedir. Bu süreç, hem harcanan zaman hem de kullanılan kaynaklar açısından ele alındığında, söz konusu bireyler için önemli bir maliyet unsurudur. Bu durum kalifiye emeğin daha yüksek ücret talep etmesi sonucunu doğurmaktadır. Bu bağlamda, ihtiyaç duyulan kalifiye emek gücünü çekmek isteyen firmalar bu maliyetleri telafi etmeleri gerektiğinin farkındadırlar. Analizde ele alınan sektörlerin emek yapısı incelendiğinde, hizmetler ve sanayi sektörü gibi nispi olarak daha fazla kalifiye emek istihdamı gerektiren sektörlerde ücret artışlarının istihdamı da artırdığı görülmektedir. Tarım sektörü gibi kalifiye emek istihdamı gerektirmeyen sektörlerde yaşanan ücret artışlarının ise istihdamı düşürdüğü dikkat çekmektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'de istihdamı teşvik eden politika tercihlerinin sektörlerin dinamiklerine göre belirlenmesi önerilebilir. Özellikle hizmetler ve sanayi sektörü gibi teknoloji yoğunluğu nispi olarak daha fazla olan sektörlerde teknoloji odaklı istihdam yanlısı politikalar uygulanabilir. Bu bağlamda kalifiye emek istihdamını gerekli kılan ilgili sektörlerde uygulanacak ücret politikaları istihdamın artırılmasında kilit bir rol oynayabilir.

İleride bu konuda Türkiye örneğinde çalışma yapacak araştırmacılara firma düzeyinde araştırma yapmaları tavsiye edilebilir. Bu bağlamda ekonomide faaliyette bulunan firmalar yer aldıkları sektörler göre gruplandırılarak söz konusu ilişki firma düzeyinde incelenebilir. Sektör içinde farklı teknoloji yoğunluğuna sahip firmaların olabileceği düşünüldüğünde elde edilecek bulgular hem firma sahiplerine hem de politika yapıcılara yol gösterecektir. Ayrıca, teknoloji ve

⁷ Analiz döneminde, Türk otomotiv sektöründe yaşanan teknolojik gelişmelerin istihdamdaki bu artışta etkili olduğu yorumu yapılabilir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Otomotiv Sektörü Raporu (2019)'a göre, otomotiv sektörü demir-çelik, lastik, petro-kimya gibi ana sanayi kollarının önemli bir hammadde alıcısıdır. Bu nedenle bu sektörde yaşanan teknolojik gelişmeler ilgili diğer sanayi kollarını da teknolojik gelişmeye itmektedir. Otomotiv sektörü kendisi dışında hammadde, yan sanayi ürünleri ve nihai malların tüketiciye ulaştırılmasında pazarlama, bayi, servis, sigorta ve finans gibi sektörlerle de yakın ilişki içindedir. Özellikle tüketicilerin güvenlik ve çevre standartlarına yönelik beklentileri teknolojik gelişmeye neden olmaktadır. Bu bağlamda özellikle ürün yeniliğine yönelik Ar&Ge araştırmaları önem kazanmaktadır.

ücret dışında istihdamı belirleyen birçok değişken bulunmaktadır. Söz konusu değişkenler de modele dahil edilerek daha kapsamlı bir analiz gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018). *Artificial Intelligence, Automation and Work*. NBER Working Paper Series, Working Paper 24196.

Bárány, Z. S. & Siegel, C. (2020). Biased Technological Change and Employment Reallocation. *Labour Economics*, 67, 101930.

Bogliacino, F., Piva, M. & Vivarelli, M. (2014). Technology and Employment: The Job Creation Effect of Business R&D. *Rivista Internazionale di Scienze Sociali*, 3, 239-264.

Bogliacino, F. & Vivarelli, M. (2012). The Job Creation Effect of R&D Expenditures. *Australian Economic Papers*.

Bond, S. & Eberhardt, M. (2013). Accounting for Unobserved Heterogeneity in Panel Time Series Models. Nuffield Collage, University of Oxford, Mimeo.

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

Brouwer, E., Kleinknecht, A. & Reijnen, J. O. (1993). Employment Growth and Innovation at the Firm Level. *Journal of Evolutionary Economics*, 3(2), 153-159.

Coad, A. & Rao, R. (2007). The Employment Effects of Innovations in High-Tech Industries. *Papers on Economics and Evolution*, No. 0705, Max Planck Institute of Economics, Jena.

Dünya Bankası, Dünya Gelişim Göstergeleri (WDI), <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).

Eberhardt, M. & Bond, S. (2009). Cross-section Dependence in Nonstationary Panel Models: A Novel Estimator. *Munich Personal RePEc Archive Working Paper No. 17870*, Germany.

Eberhardt, M. & Teal, F. (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production. (*Economic Series Working Paper 515*). University of Oxford, Department of Economics.

Fung, M. K. (2006). Are Labor-Saving Technologies Lowering Employment in The Banking Industry? *Journal of Banking & Finance*, 30, 179-198.

Greenan, N. & D. Guellec (2000). Technological Innovation and Employment Reallocation. *Labour*, 14, 547-90.

Hollanders, H. & Weel, B. T. (2002). Technology, Knowledge Spillovers and Changes in Employment Structure: Evidence from Six OECD Countries. *Labour Economics*, 9(5), 579-599.

Im, K. S., Pesaran, M. H. & Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.

Kılıçaslan, Y. & Töngür, Ü. (2019). ICT and Employment Generation: Evidence from Turkish Manufacturing. *Applied Economics Letters*, 26(13), 1053-1057.

Lenger, A. (2016). The Inter-Industry Employment Effects of Technological Change. *Journal of Productivity Analysis*, 46(2-3), 235-248.

Meschi, E., Taymaz, E. & Vivarelli, M. (2016). Globalization, Technological Change and Labor Demand: A Firm-Level Analysis for Turkey. *Review of World Economics*, 152(4), 655-680.

OECD Veri Tabanı, <https://data.oecd.org/earnwage/employee-compensation-by-activity.htm>, (Erişim Tarihi: 01.03.2021).

OECD (2012). Technology, Productivity And Job Creation: Best Policy Practices. <http://www.oecd.org/industry/ind/2759012.pdf>.

Okumu, I. M., Bbaale, E., & Guloba, M. M. (2019). Innovation and Employment Growth: Evidence from Manufacturing Firms in Africa. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 8(7), 1-27.

- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *Cambridge Working Papers in Economics No. 0435*, University of Cambridge.
- 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.
- Piva, M. & Vivarelli, M. (2017) Is R&D Good for Employment? Microeconomic Evidence from the EU. *IZA Discussion Papers*, No. 10581, Institute of Labor Economics (IZA), Bonn.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2019). Otomotiv Sektörü Raporu. Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, *Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi*.
- Silva, H. G. & Lima, F. (2017). Technology, Employment and Skills: A Look into Job Duration. *Research Policy*, 46(8), 1519-1530
- Tamayo, M. P. & Huergo, E. (2016). The Effect of R&D Services Offshoring on Skilled Employment: Firm Evidence. *The World Economy*, 39(9), 1414-1433.
- Taymaz, E (1996). Technological Change and Employment in Turkish Manufacturing Industries, in Bulutay, T. (ed.), *Technology and Employment*, p. 187-224, Ankara: SIS.
- Üçdoğruk, Y. (2006). Employment Impact of Product and Process Innovation in Turkey. *Ege Akademik Bakış*, 6(1), 87-99.
- 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.
- Vivarelli, M. (2015). Innovation and Employment Technological Unemployment is not Inevitable- Some Innovation Creates Jobs, and Some Job Destruction can be Avoided. *Innovation and Employment. IZA World of Labor*, 154.
- Zhu, C., Qiu, Z. & Liu, F. (2021). Does Innovation Stimulate Employment? Evidence from China. *Economic Modelling*, 94, 1007-1017.

EXTENDED SUMMARY

Purpose

The aim of this study is to analyze the effects of R&D expenditures on sectoral employment over the period 1996-2017.

Methodology

Cross-section dependency and unit root tests show that variables are cross-sectionally dependent and integrated of I(1). In this context, the estimation method has to be robust to cross-section dependence. The Augmented Mean Group (AMG) estimator developed by Eberhardt and Bond (2009), Eberhardt and Teal (2010) and Bond and Eberhardt (2013) is employed, which does not require pre-testing procedure whether the series are cointegrated, or not.

Findings

A 1% increase in R&D expenditures decreases share of the employment in the agriculture sector by 0.13%. It increases share of the employment in industry and services sectors by 0.16% and 0.26%, respectively. A 1% increase in wages reduces share of the agricultural employment by 0.46%. While a 1% increase in wages in the industrial sector increased share of the employment by 0.17%; a 1% increase in wages in the services sector increases share of the employment by 0.13%.

Conclusion and Discussion

The results obtained from the AMG estimator show that a 1% increase in R&D expenditures reduces the share of employment by 0.13%. As agricultural sector is a labor-intensive sector, it is likely that technological developments that encourage capital-intensive production will be substituted for labor. It is a very consistent result from a theoretical point of view.

It has been revealed that a 1% increase in R&D expenditures increases the share of the industrial sector employment by 0.16%. Technological development has a twofold effect on industrial sector employment. The production of new machinery and equipment increases the employment of qualified labor for the industries that developed the technology. As a result of the substitution of new technologies instead of labor in the sub-sectors, there may be decreases in employment. In addition, technological unemployment in sub-sectors in the process of adaptation to new technology can have an impact on employment rates. This finding is quite consistent with Greenan and Guellec (2020), Kılıçaslan and Töngür (2019); Okumu et al. (2019); Piva and Vivarelli (2017); Meschi et al. (2016); Bogliacino et al. (2014); Üçdoğruk (2006); Coad and Rao (2007); Hollanders and Weil (2002).

In the services sector, a 1% increase in R&D expenditures increased share of the employment by 0.26%. This finding is supported by the findings of Fung (2006) and Bogliacino, and Vivarelli (2012) and Bogliacino et al (2014).

When the effect of sectoral wage on employment is examined; it is seen that a 1% increase in wages in the agricultural sector reduces the share of the employment by 0.46%. A 1% increase in wages in the industrial sector increased share of the employment by 0.17%; In the services sector, it is observed that a 1% increase in wages increases employment by 0.13%.

Some professions require a long training and learning process. These activities aiming to increase the quality of labor are also considered as a process to increase the quality of work through education and training. When this process is considered in terms of both the time spent and the resources used, it is an important cost element for the individuals in question. This results in skilled labor demanding higher wages. In this context, firms that want to attract the needed skilled labor are aware of the need to compensate these costs. When the labor structure of the sectors considered in the analysis is evaluated, it is seen that wage increases in sectors that require relatively higher qualified labor employment, such as the services and industry sectors, also increase employment. Wage increases in sectors that do not require qualified labor, such as the agricultural sector, are observed to decrease employment.

Policymakers should decide employment policies considering the dynamics of relevant sectors. Technology oriented pro-employment policies can be implemented in sectors with relatively higher technology intensity, especially in the services and industry sectors. In this

context, wage policies to be implemented in relevant sectors that require qualified labor employment can play a key role in increasing employment.

In the future studies, firms can be grouped according to the sectors in which they are located and this relationship can be examined at firm level. Considering that there may be firms with different technology intensity in the sector, these findings will guide both firm owners and policy makers.