


Bilgi İletişim Teknolojileri Kullanımının İş Gücü Talebine Etkisi: Türk İmalat Sanayinden Kanıtlar¹

Gül Güney² 

Bilgi İletişim Teknolojileri Kullanımının İş Gücü Talebine Etkisi: Türk İmalat Sanayinden Kanıtlar	The Impact of Information Communication Technologies Usage on Labor Demand: Evidence from the Turkish Manufacturing Industry
Öz Bu çalışma, Türk imalat sanayinde BİT kullanımının iş gücü talebine etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır. BİT kullanım değişkeni olarak CRM, SCM ve ERP kullanımı alınmıştır. 2009-2021 dönemi için sistem GMM tahmincisi kullanılarak hem imalat sanayi hem de imalat sanayinin teknoloji yoğunluğuna göre sınıflandırılan alt sektörlerini kapsayan analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, BİT kullanımının iş gücü talebini olumlu yönde etkilediği ve telafi mekanizmasının hem imalat sanayinde hem de düşük, orta ve yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip sektörlerde doğrulandığı sonucuna varılmıştır.	Abstract This study aims to analyze the impact of ICT usage on labor demand in the Turkish manufacturing industry. The study employs the usage of CRM, SCM, and ERP as variables for ICT usage. Analyses were conducted using the System GMM estimator for the period between 2009 and 2021, encompassing both the manufacturing industry and its sub-sectors categorized by the technology intensity of the manufacturing industry. According to the results of the analysis, it was inferred that ICT usage positively affected the labor demand, and the compensation mechanism was confirmed both in the manufacturing industry and in other sectors with low, medium and high technology intensity.
Anahtar Kelimeler: Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT), İş Gücü Talebi, Türk İmalat Sanayi	Keywords: Information Communication Technologies (ICT), Labor Demand, Turkish Manufacturing Industry
JEL Kodları: J20, L60, O14	JEL Codes: J20, L60, O14

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Çalışmanın tamamı tek yazar tarafından oluşturulmuştur.
Çıkar Beyanı	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

¹ Bu çalışmadaki tüm analizler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Zonguldak VAM'da yapılmıştır. Firma düzeyinde veri sağladığı için TÜİK'e ve destekleri için TÜİK personeline teşekkür ederim. Çalışmadaki tüm bulgu ve fikirler yazara ait olup, hiçbir şekilde resmi istatistikleri yansıtmamaktadır.

² Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, gguney@bartin.edu.tr

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi, özellikle günümüzde Bilgi İletişim Teknolojilerinde (BİT) yaşanan gelişmeler, firmalara maliyet avantajı ve firmaların iş gücü verimliliğini artırarak büyüme artışı sağlamaktadır. İktisat literatüründe özellikle 2000'li yıllarda yapılan çalışmalarda, BİT kullanımının verimliliği artırdığı ve büyümeyi sağladığı konusunda fikir birliği oluşmuştur (Bakınız: Falk, 2005; Aral vd., 2006; Colombo vd., 2013; Bertschek ve Neibel, 2016; Güney ve Kılıçaslan, 2018). Teknolojik gelişme, verimliliğin ve büyümenin temel kaynaklarından biri olarak gösterilse de bu gelişmenin istihdam üzerindeki etkisi ile ilgili fikir birliği bulunmamaktadır. Teknolojik gelişmenin iş gücünün yerini alacağını savunan ikame etkisi görüşü ile iş gücü üzerinde olumsuz etkisi olmayacağını savunan telafi mekanizması görüşü literatürde hâkim görüşlerdir. Günümüzde ülkeler dijitalleşmeye yönelik politikalar üretirken, bu teknolojilerin iş gücü piyasası üzerinde yaratacağı olumsuz etkilerden de endişelenmektedir. Bu nedenle, teknolojinin iş gücü piyasası üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ülkelerin istihdam politikaları için oldukça önemlidir.

İktisat yazınında teknolojik gelişmenin iş gücü talebine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, genellikle gelişmiş ülke ekonomilerine yönelik çalışmalar göze çarpmaktadır. Teknolojik gelişme ve iş gücü talebi arasındaki ilişkiyi analiz eden ampirik çalışmalar makro düzey, sektör düzeyi ve firma düzeyi olarak farklılaşmaktadır. Firma düzeyinde yapılan çalışmaların çoğunluğunda analizlerde teknoloji değişkeni olarak teknoloji yatırımlarının ya da sermayesinin iş gücü talebine etkisi araştırılmaktadır. Firmaların teknoloji yatırımları yapmış olması bu teknolojilerin kullanımı hakkında gerçekçi bir bilgi verememektedir. Bu nedenle analizlerde BİT kullanımını ortaya koyan değişkenlerin kullanılmasının daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu gerekçeler dikkate alınarak ve teknolojik gelişmenin iş gücü talebi üzerindeki etkisi ile ilgili görüş ayrılıklarından yola çıkılarak çalışmada, Türk imalat sanayi için BİT kullanımının iş gücü talebine etkisi incelenmektedir. Çalışmanın amacı; dinamik analiz yöntemi kullanılarak, Türk imalat sanayi için farklı BİT kullanım değişkenlerinin iş gücü talebine etkisini ortaya koymaktır. Türk imalat sanayi için BİT kullanımı ile iş gücü talebi arasındaki ilişkinin yönünün tespit edilmesi hem girişimciler hem eğitimciler hem de politika yapıcılar açısından yol gösterici olacaktır.

Çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu'yla (TÜİK) yapılan protokol sonucu Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması Mikro Veri Seti (TÜİK, 2023a) ile Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri Mikro Veri Seti (TÜİK, 2023b) kullanılmıştır. 2009-2021 yıllarını kapsayan dönem için Türk imalat sanayinde faaliyet gösteren 10 ve daha fazla çalışanı olan 3.967 firma verisi ile çalışılmıştır. Analizlerde, sabit ikame esnekliğine sahip üretim fonksiyonundan (CES) türetilen iş gücü talep denklemi ve Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) tahmincisi kullanılmıştır. BİT kullanım değişkeni olarak Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM), Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM), Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) kullanımı alınmış hem imalat sanayi hem de imalat sanayi teknoloji yoğunluk düzeyine göre alt sektörlerde analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma yedi bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın devam eden bölümünde teorik açıdan teknolojinin iş gücü talebine etkisi ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, firma düzeyinde BİT kullanımının iş gücü talebine etkisi üzerine yapılan ampirik çalışmalar değerlendirilmiştir. Dördüncü bölümde analizde kullanılan veriler ve değişkenlerin tanıtımı sunulmuştur, beşinci bölümde ampirik strateji kurgulanmıştır. Altıncı bölümde analiz sonuçları açıklanmış ve sonuç bölümünde çalışmanın sonucuna ve politika önerilerine yer verilmiştir.

2. Teknolojinin İş Gücü Talebine Etkisi

Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerine etkisi ile ilgili iki görüş hakimdir. İlk görüş ikame etkisidir. Bu görüşe göre; teknolojik gelişme istihdamı azaltmaktadır. Teknolojik gelişme, daha önce iş gücü tarafından yapılan işleri yaparak doğrudan istihdamın azalmasına neden olabileceği gibi, üretimde daha az iş gücüne ihtiyaç duyulmasına neden olarak istihdam azalışının önünü de açabilmektedir (Pantea vd., 2017: 37). Brynjolfsson ve McAfee (2011); teknolojinin yaygınlaşması sonucu bilgisayarların, yazılımların ve robotların iş gücünün yaptığı işleri yapar hale geleceği ve bu nedenle genel olarak istihdamda azalışa neden olacağını belirtmektedir. İkame etkisi görüşüne göre; teknoloji, tüm çalışanlar için iş kaybına neden olmasa dahi vasıflı ve vasıfsız iş gücü arasında kutuplaşmaya yol açabilecektir (Acemoğlu, 2002; Acemoğlu ve Autor, 2011; Autor ve Dorn, 2013).

Teknolojik gelişmelerin istihdam üzerindeki etkisini açıklayan bir diğer görüş ise telafi mekanizmasıdır. Bu görüşe göre teknolojide yaşanan ilerleme başlangıçta iş gücünde tasarrufa gidilmesine neden olsa da bu etkinin uzun vadede dengeleneceği ve dolaylı yoldan piyasa tarafından telafi edileceği düşünülmektedir (Vivarelli vd., 1996; Vivarelli ve Pianta, 2000; Spiezia ve Vivarelli, 2000). Teknolojik ilerlemenin iş gücü üzerinde yaratacağı telafi etkisi altı şekilde ortaya çıkmaktadır (Sabadash, 2013: 20; Vivarelli, 2014: 125-126; Harrison vd., 2014: 34; OECD 2016: 7; Calvino ve Virgillito, 2018: 8; Mondolo, 2022: 1029-1030).

- Yeni makinalar yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: Teknolojinin gelişmesiyle yeni makinaların piyasaya sürülmesi, bu makinaları üreten sektörlerde üretimin artmasına ve dolayısıyla iş gücü talebinin artmasına neden olacaktır.
- Fiyatlarda düşüş yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: Üretimde yeni teknolojilerin kullanılması verimliliğin artmasına, üretim maliyetlerinin düşmesine neden olur. Rekabetçi piyasada üretim maliyetlerinin düşmesi fiyatların düşmesini sağlarken, fiyatları düşen mallara talep artacak, üretim artacak ve iş gücü talebinde artış gerçekleşecektir.
- Ücretlerde azalma yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: Teknolojik gelişme sonucu istihdamın azalması, iş gücü arzının artmasına ve ücretlerin düşmesine neden olur. İş gücü ile sermaye arasında tam ikamenin ve serbest rekabetin olduğu bir piyasa varsayımında bu durum iş gücü talebinde bir artış sağlayacaktır.
- Yeni yatırımlar yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: Piyasanın rekabet yapısına göre üretimde yaşanan teknolojik ilerlemenin sağladığı maliyet düşüşü fiyat düşüşü olarak hemen yansımayabilir. Bu süre içinde kârlarını artıran firmalar, bu kârları yeni yatırımlara yönelterek üretim kapasitelerini artıracaklar, buna bağlı olarak iş gücü talebi de artacaktır.
- Gelir artışı yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: İş gücünün ücret pazarlığı gücünün yüksek olduğu piyasalardaki, teknolojik gelişmenin yarattığı üretkenlik artışı, iş gücünün ücretlerine de yansıtacaktır. Ücretlerde yaşanan artış, tüketimi artıracak ve iş gücü talebinde artış yaşanacaktır.
- Yeni ürünler yoluyla telafi mekanizmasının işleyişi: Teknolojik gelişme ile yeni ürünlerin yaratılması ve ticarileşmesi, tüketimi artıracak ve yeni piyasaların gelişmesini sağlayacaktır. Bu durum iş gücü talebinde artışa neden olacaktır.

Teknolojik gelişmelerin iş gücü piyasası üzerinde yaratacağı etkiler, teknolojinin niteliğine göre de değişebilmektedir. Firmaların kullandığı BİT'lerin iş gücü piyasası üzerinde farklı etkileri olabilmektedir. Analizlerde kullanılan BİT değişkenlerinden ERP; firmanın üretim

süreçleri ile ilgili tüm bilgi akışını bir yerde toplar ve planlama, satın alma, pazarlama, finans, insan kaynakları vb. birimler arasında koordinasyonun sağlanmasına yardımcı olur. CRM; firmanın müşterileri ile ilgili bilgilerin toplandığı, işlendiği ve analiz edildiği bir yazılımdır (Falk ve Biagi, 2017: 905). SCM; satış, sipariş, tedarik, stok değişimlerinin tedarikçiler ve müşteriler ile eş zamanlı olarak paylaşılmasını sağlayan bir yazılımdır (Bolli ve Pusterla, 2023: 72). Bu uygulamalar, firmaların kendi içindeki bilgi akışını iyileştirip hızlandırmanın yanında müşterileri ve tedarikçilerle olan bilgi akışını da iyileştirmektedir. Hızlı ve doğru bilgi akışının sağlanması, işlem maliyetlerinin düşmesine ve iş gücü verimliliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum başlangıçta iş gücü üzerinde ikame etkisi yaratsa da firmaları pazarda daha rekabetçi hale getirerek verimliliği artırmaktadır. Firma verimliliğindeki artışın, satışların ve pazar payının artmasına etki ederek talebi de destekleyeceği ve iş gücü talebini olumlu etkileyeceği düşünülmektedir (Biagi ve Falk, 2017: 416).

3. Literatür

BİT'in iş gücü piyasasına etkisi üzerine yapılan çalışmalarda hem ikame etkisini hem de telafi mekanizmasını destekler nitelikte sonuçlar ortaya çıkmaktadır. BİT'in net istihdam üzerindeki etkisinin ise olumsuz olmadığı belirtilmektedir (Autor vd., 2015; Hötte vd., 2022). BİT'in iş gücü piyasası üzerine etkilerinin belirgin olmamasının nedeni, ampirik çalışmaların kapsamının (makro-mikro) ve kullanılan BİT ölçütlerinin (BİT yatırımı-BİT kullanımı) farklılaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu konuda yapılan makro düzeyde çalışmalar (Bakınız: Evangelista vd., 2014; Borland ve Coelli, 2017) ve mikro düzeyde çalışmalar (Bakınız: Biagi ve Falk, 2017; Balsmeier ve Woerter, 2019) bulunmaktadır. Mikro düzeyde yapılan ampirik çalışmalarda genellikle BİT ölçütü olarak BİT yatırımları ya da BİT sermayesi kullanılmaktadır (Bakınız: O'Mahony vd., 2008; Pérez ve López, 2016). Firmaların BİT teknolojilerine yatırım yapmaları ve bütçelerinde bu kalemlerin olması, BİT'leri benimsedikleri ve kullandıkları sonucunu doğurmamaktadır. Ayrıca, BİT yatırımları BİT'lerin özelliklerini de yansıtmadığı için yapılan çalışmalarda BİT yatırımları yerine BİT kullanımı ile ilgili değişkenlerin kullanılması daha uygun olacaktır. Ancak Pantea vd. (2017) ile Biagi ve Falk (2017); BİT kullanımına ilişkin kaliteli verilerin bulunmasının zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle firma düzeyinde BİT kullanımının iş gücü piyasası üzerine etkisini araştıran çalışmalar oldukça azdır.

Mikro düzeyde yapılan çalışmalarda sektör ve firma verileri kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda BİT'in (yatırım-kullanım) genel iş gücü piyasası üzerine etkilerinin yanında vasıflı-vasıfsız iş gücü üzerindeki etkileri de incelenmektedir (Bakınız: Falk ve Biagi, 2017; Balsmeier ve Woerter, 2019; Kaiser, 2001). Literatüre göre; BİT'in rutin işleri yerine getiren vasıfsız iş gücü üzerinde olumsuz bir etkisi olsa da vasıflı iş gücü üzerinde olumsuz bir etki gerçekleşmeyeceği görüşü hakimdir. Vasıfsız iş gücünün de mevcut teknolojik yeniliklere uygun olarak kendini geliştirmesiyle BİT'in iş gücü piyasası üzerindeki olumsuz etkisinin görece azalacağı düşünülmektedir (Hötte vd., 2022).

Çalışmanın odağı, BİT kullanımının firmaların iş gücü talebine etkisi olduğu için literatür taramasında, analizlerinde BİT kullanım değişkenlerini kullanan çalışmalara yer verilmiştir. Mikro düzeyde, BİT ile iş gücü piyasası arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların, veri bulmanın kolaylığı nedeniyle özellikle Avrupa ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülke ekonomilerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Falk (2001); 1993-1995 yılları için hizmet sektöründeki 823 Alman firması üzerine yaptığı çalışmada BİT'in doğrudan etkisi ve BİT destekli organizasyonel değişikliğin istihdam üzerindeki etkisini araştırmıştır. BİT değişkeni olarak firmanın yeni bir

yazılım, elektronik veri transferi (EDİ), intranet ve telefon bankacılığı kullanıp kullanmadığı alınmıştır. Analiz sonucunda BİT'in doğrudan istihdam üzerindeki etkisinin belirgin olmadığı, BİT kaynaklı organizasyonel değişikliklerin ise vasıfsız iş gücü dışındaki gruplar için olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

10 Avrupa ülkesindeki imalat ve hizmet sektörlerine yönelik yapılan çalışmada, Biagi ve Falk (2017); 2002-2010 dönemi için ERP kullanımının, mobil internet erişiminin, web sitesi sahipliğinin, e-ticaret uygulamalarının iş gücü talebine etkisini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda BİT kullanımının ve e-ticaret faaliyetlerindeki artışın iş gücü tasarrufu sağlamadığı, ERP kullanımının ve web sitesi sahipliğinin iş gücü talebini artırdığı sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde Pantea vd. (2017); 7 Avrupa ülkesindeki imalat ve hizmet sektöründe yer alan 14.654 firma verisini 2007-2010 yılları için analiz ederek, BİT kullanımının istihdam üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Analizlerinde, BİT kullanım değişkeni olarak geniş bant kullanan çalışan payı, mobil internet kullanan çalışan payı, web sitesi ve EDİ aracılığıyla yapılan satışların toplam satışlardaki payı alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda BİT kullanımının söz konusu 7 Avrupa ülkesindeki firmalarda istihdam üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı belirtilmiştir.

BİT kullanımının toplam iş gücü talebini etkilemesi yanında vasıflı - vasıfsız iş gücü talebini de nasıl etkilediği önemlidir. Falk ve Biagi (2017); 2001-2010 yılları için 7 AB ülkesini kapsayan imalat sanayi ve hizmet sektörü üzerine yaptıkları çalışmada BİT kullanımının yüksek vasıflı iş gücü talebine olan etkisini incelemişlerdir. BİT değişkeni olarak; geniş bant internet kullanan çalışan yüzdesi, mobil internet erişimi olan çalışan yüzdesi, ERP kullanan firmaların yüzdesi ve elektronik fatura kullanan firmaların yüzdesi alınmıştır. Sabit etkiler modeli ve GMM analizleri sonucunda BİT kullanımı ile yüksek vasıflı iş gücü talebi arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. İmalat sanayinde geniş bant internet, mobil internet, ERP ve e-fatura kullanımının vasıflı iş gücü talebini olumlu etkilediği, bu etkinin ERP kullanımında daha yoğun olduğu, hizmet sektöründe ise sadece mobil internet kullanımının vasıflı iş gücü talebini olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.

Avrupa dışında yapılan az sayıda çalışmadan biri, Abramova ve Grishchenko'nun (2020); Rusya'da 5 sektör üzerinde, 2005-2017 yılları arasını kapsayan verileri kullanarak yaptıkları çalışmadır. BİT değişkeni olarak, küresel bilgi ağları, yerel bilgi ağları, kişisel bilgisayarlar, sunucular ve web sitesi kullanan firmaların oranı alınmıştır. Çalışma sonucunda inşaat sektöründe, madencilik sektöründe ve elektrik, gaz, su temini ve dağıtım sektörlerinde BİT kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisinin daha yoğun olduğu, imalat sanayinde ise küresel bilgi sistemleri ve web sitesi kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisinin daha güçlü olduğu belirtilmiştir. Bir diğer çalışma ise Chun ve Tang'ın (2018); 2006-2009 yılları için Vietnam firmalarında, BİT kullanımının kadın iş gücü ve eğitimli kadın iş gücü talebine etkisi üzerine yaptıkları çalışmadır. Çalışmada BİT değişkeni olarak çalışan başına düşen bilgisayar sayısı, geniş bant internet erişimi, internet erişimi ve web sitesine sahip olma değişkenleri alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda BİT kullanımının kadın iş gücü talebini ve eğitimli kadın iş gücü talebini artırdığı sonucuna varılmıştır.

BİT kullanımının iş gücü talebine etkisi üzerine yapılan bu çalışmalar genelde gelişmiş ülke ekonomileri için yapılmıştır. Çalışmalarda farklı BİT kullanım değişkenleri ele alınmıştır. Falk'ın (2001) yaptığı çalışma dışında belirtilen tüm çalışmalarda BİT kullanımının iş gücü talebi üzerinde olumlu etkisi olduğu rapor edilmiştir.

Bilindiği kadarıyla Türkiye’de teknolojinin iş gücü talebine etkisini firma düzeyinde araştıran ilk çalışma Meschi vd. (2016)’nin; 1992-2001 dönemi için Türkiye’deki imalat sanayi firmalarında küreselleşme ve teknolojinin vasıflı-vasıfsız iş gücü talebi üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmadır. Çalışmada teknoloji değişkeni olarak yerli ve ithal teknoloji yatırımları alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda yerli teknoloji yatırımlarının mavi yakalı iş gücü talebini olumsuz etkilediği, ithal teknoloji yatırımlarının ise hem mavi yakalı hem de beyaz yakalı iş gücü talebini olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.

Türk firma verileri üzerine yapılan çalışmalardan bir diğeri ise, Atasoy vd.’nin (2016); 2007-2011 yılları için Türkiye’deki 10 ve üzeri çalışanı olan 1.103 firma verisi ile yaptıkları çalışmadır. Sabit etkiler modeli ile yapılan analizde, BİT kullanımı değişkenleri olarak kurumsal uygulamalar indeksi ve web uygulamaları indeksi alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda her iki indeksin de istihdam üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Söz konusu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışmada BİT kullanımını ifade eden değişkenler, indeks değişkenleridir. Analizlerde BİT kullanım değişkenlerinin indekslenmesi ve sabit etkiler modelinin kullanılması iş gücü talebinin dinamik etkilerini göz ardı etmektedir.

Türk firma verileri üzerine yapılan bir diğerk çalışma, BİT sermayesinin iş gücü talebine etkisinin araştırıldığı çalışmadır. Kılıçaslan ve Töngür (2019), 2003-2013 yılları için Türk imalat sanayinde BİT sermayesinin istihdam üzerine etkisini Sistem GMM yöntemini kullanarak araştırmışlardır. Analiz sonucunda BİT sermayesinin istihdam üzerindeki etkisinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Analizlerde ayrıca imalat sanayi teknoloji yoğunluğuna göre alt sektörlerde de BİT sermayesinin istihdam üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Orta ve düşük teknolojili sektörlerde maddi BİT sermayesinin maddi olmayan BİT sermayesine göre istihdam yaratma etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada, Türk imalat sanayindeki firma düzeyindeki verilerden yararlanılarak, BİT kullanımının iş gücü talebine etkisi araştırılmaktadır. Çalışmanın Türkiye üzerine yapılan çalışmalardan farkı; analizlerde, BİT sermayesi ya da BİT indeksleri yerine BİT kullanımının değişken olarak alınmasıdır. Bu nedenle; analizlerde firmalarda kullanılan farklı türdeki BİT’lerin (CRM, SCM, ERP) iş gücü talebi üzerindeki etkileri ayrı ayrı ortaya koyulmuştur. İstihdamın dinamik yapısı gereği, analizlerde dinamik panel veri analiz yöntemlerinden olan Sistem GMM tahmincisi kullanılmıştır. Bu yönüyle çalışmanın, Türk imalat sanayinde farklı BİT türleri kullanımının iş gücü talebine etkisini sabit ikame esnekliğine sahip üretim fonksiyonundan (CES) türetilen iş gücü talep denklemi ve Sistem GMM tahmincisi ile araştıran ilk çalışma olduğu düşünülmektedir. Farklı BİT’lerin kullanımının iş gücü talebine etkisinin ayrı ayrı belirlenmesi, dinamik analiz yönteminin kullanılması ve imalat sanayi teknoloji yoğunluğuna göre alt sektörlerde de ayrı ayrı analizlerin yapılması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır. Bu yönüyle çalışma sonuçları gelecekte üretilecek politikalar için yol gösterici olabilecektir.

4. Veri ve Değişkenler

Çalışmada, TÜİK'in imalat ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren firmaların çalışan sayısı, personel maliyetleri, üretim değeri, katma değer vb. bilgilerin yer aldığı Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri Mikro Veri Seti (TÜİK, 2023b) ile imalat ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren firmaların kullandıkları BİT'lerle (bilgisayar, internet ağları, e-ticaret uygulamaları, web sitesi ve ERP, SCM, CRM gibi yazılımlar vb.) ilgili bilgilerin yer aldığı Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması Mikro Veri Seti (TÜİK, 2023a) kullanılmıştır. Her iki veri seti yıllar itibariyle incelenip soru desenleri, değişken isimleri vb. farklılıklar düzeltilerek birleştirilmiştir. Çalışmanın odak konusu imalat sanayi olduğu için hizmet sektörü verileri, veri tabanından çıkarılmış ve çalışan sayısı 10 ve üstü olan 3.967 firma verisi ile analizler gerçekleştirilmiştir.

Analizlerde kullanılacak BİT değişkenleri tespit edilirken değişkenlere ait bilgilerin devamlılığına bakılmıştır. Veri seti incelendiğinde CRM, SCM, ERP yazılımlarının kullanımına ait veriler dışındaki (intranet, e-ticaret, RFID vb.) verilerin kayıp yıllarının çok fazla olduğu görülmüştür.

Tablo 1: Firmaların BİT Kullanım Oranları (%)

Yıllar	CRM	SCM	ERP
2009	20,11	26,27	60,74
2010	51,84	37,01	69,93
2011	48,89	34,78	67,69
2012	24,68	36,05	67,43
2013	24,49	35,94	71,54
2014	25,05	20,27	73,78
2015	27,62	20,05	76,86
2016	25,30	21,14	79,79
2017	34,20	26,75	77,92
2018	28,21	26,96	77,13
2019	33,10	27,52	81,64
2020	25,79	28,49	79,76
2021	19,99	29,29	74,41

Kaynak: TÜİK, 2023a; TÜİK, 2023b verilerine dayanarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 1'de yıllar itibariyle BİT kullanımına göre firma sayılarının yüzde değişimi verilmiştir. ERP kullanan firmaların oranı %60'in üzerinde seyretmektedir. CRM ve SCM kullanan firma sayısı ise daha sınırlıdır. Bu sonuçlara göre Türk imalat sanayinde en çok kullanılan BİT, ERP'dir.

BİT kullanımının iş gücü talebine etkisinin ölçüldüğü modellerde kullanılan değişkenler; iş gücü sayısı, katma değer, ücret ve BİT kullanım değişkeni olarak CRM, SCM, ERP kullanımıdır. Analizlerde yer alan değişkenlerin tanımları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Analizlerde Yer Alan Değişkenler ve Tanımları

Değişken Adı	Tanımları
İş Gücü (L)	Firmanın yıllık ortalama iş gücü sayısı
Katma Değer (Q)	Firmanın faktör fiyatları ile katma değeri
Ücret (W)	Firmanın iş gücü başına düşen toplam personel gideri
CRM	Firmanın CRM kullandığına ilişkin kukla değişken
SCM	Firmanın SCM kullandığına ilişkin kukla değişken
ERP	Firmanın ERP kullandığına ilişkin kukla değişken

Kaynak: TÜİK, 2023a; TÜİK, 2023b.

Analizlerde kullanılan tüm nominal değerler TÜİK'den (2023c) elde edilen NACE Rev. 2'ye göre belirlenen 3 basamaklı imalat sanayi fiyat endeksi kullanılarak deflate edilmiştir.

5. Ampirik Strateji

Türk imalat sanayindeki firmaların BİT kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisini araştırmak için literatürde sıkça kullanılan sabit ikame esnekliğine sahip üretim fonksiyonundan (CES) türetilmiş iş gücü talep denklemi kullanılmıştır (Van Reenen, 1997; Conte ve Vivarelli, 2011; Bogliacino vd., 2012; Meschi vd., 2016; Kılıçaslan ve Töngür, 2019).

$$Q = T \left[(AL)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (BK)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

Eşitlikte yer alan Q; çıktıyı, L; iş gücünü, K; sermayeyi, T; Hicks-nötr teknoloji parametresini A; Harrod-nötr emek artırıcı teknolojiyi, B; Solow-nötr sermaye artırıcı teknik değişimi temsil etmektedir. Reel ücretlerin iş gücünün marjinal verimine eşit olduğu varsayılarak birinci dereceden kâr maksimizasyonu koşuluna göre 2 nolu eşitlik elde edilmektedir.

$$\ln L = \ln Q - \sigma \ln(W) + (\sigma - 1) \ln A \quad (2)$$

2 nolu eşitlikte yer alan W; reel ücretleri temsil etmektedir. Harrod-nötr emek artırıcı teknoloji değişkeni olan A; firmanın BİT kullanım değişkenleri olan CRM, SCM, ERP kullanımı değişkenleri ile ifade edilmiştir. İş gücünün işe alınması ya da işten çıkarılması durumlarındaki gecikmeler nedeniyle iş gücü ayarlama maliyetlerini dikkate almak için denkleme iş gücünün gecikmeli değeri eklenerek dinamik bir model tanımlanmıştır (Van Reenen 1997; Conte ve Vivarelli 2011; Lachenmaier ve Rottman 2011; Bogliacino vd., 2012; Meschi vd., 2016; Kılıçaslan ve Töngür, 2019). Dinamik iş gücü talep denklemi 3 nolu eşitlikte gösterilmiştir.

$$\ln L_{it} = \alpha + \beta_1 \ln L_{i(t-1)} + \beta_2 \ln Q_{it} + \beta_3 \ln W_{it} + \beta_4 CRM_{it} + \beta_5 SCM_{it} + \beta_6 ERP_{it} + (\varepsilon_i + \alpha_t + u_{it}) \quad (3)$$

Eşitlikte firmayı temsil eden alt simge i iken, zamanı temsil eden alt simge t'dir. L_{it} ; iş gücü sayısını, $L_{i(t-1)}$; iş gücü sayısının gecikmeli değerini, Q_{it} ; katma değeri, W_{it} ; iş gücü başına düşen reel ücreti ifade etmektedir. BİT değişkenleri olan CRM_{it} ; firmanın CRM yazılımını kullanıp kullanmadığını gösteren kukla değişkenini, SCM_{it} ; firmanın SCM yazılımını kullanıp kullanmadığını gösteren kukla değişkenini, ERP_{it} ; firmanın ERP yazılımını kullanıp kullanmadığını gösteren kukla değişkenini temsil etmektedir. ε_i ; zamana göre değişmeyen firmaya özgü etkileri, α_t ; zamana göre değişen etkileri göstermektedir. u_{it} ise, zamana ve firmaya göre değişen hata terimini ifade etmektedir. Kukla değişkenler dışındaki değişkenlerin tümünün logaritmik değeri alınmıştır.

Oluşturulan dinamik iş gücü talep modelinde firmaya özgü etkilerin varlığı nedeniyle gecikmeli bağımlı değişken ile bireysel sabit etkiler arasında korelasyon oluşmaktadır. Bu nedenle tahmin edicilerin katı dışsallık varsayımı göz ardı edilmektedir. Bu durumda; en küçük kareler (OLS) yönteminin kullanılması, gecikmeli bağımlı değişken katsayısı için tutarsız ve yukarı yönlü tahminlere yol açmaktadır (Hsiao, 2022; Baltagi, 2008). Firmaya özgü etkiler, sabit etkiler (FE) modeli ile ortadan kaldırılabile de bu durumda tahmin edilen gecikmeli bağımlı değişken katsayısı aşağı yönlü olmaktadır (Nickell, 1981). Blundell ve Bond (1998); bu sorunları çözmek için Sistem GMM'yi önermiştir. Sistem GMM; düzeydeki denklemler için birinci farkları ve birinci farklardaki denklemler için gecikmeli düzeyleri araç olarak alıp, verideki tüm bilgileri kullanır (Bond, 2002). Sistem GMM'in bir diğer özelliği, asimptotik etkinlik elde etmek için düzeylerdeki denklemleri birinci farklardaki denklemlerle birleştirmesi ve fark GMM'e (GMM-DIF) kıyasla daha iyi asimptotik ve sonlu örnek özelliklerine sahip olmasıdır (Bond vd., 2001; Blundell vd., 2001). Ayrıca veri setimizde olduğu gibi yatay kesit birimlerine göre zaman boyutunun küçük olduğu ve zaman serilerinde güçlü kalıcılık olduğu

durumda, Sistem GMM tahmincisi ekstra moment koşulları oluşturarak GMM tahmincisine göre daha etkin sonuçlar vermektedir (Blundell ve Bond, 1998). Bu sebeple firmaların BİT kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisini ortaya kayabilmek için dinamik panel veri analiz yöntemlerinden biri olan Sistem GMM tahmincisi kullanılmıştır.

6. Analiz Sonuçları

Türk imalat sanayinde firmaların BİT kullanımının iş gücü talebine olan etkisini belirlemek için 2009-2021 yılları arasında 3.967 firmanın verisi Sistem GMM tahmincisi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizlerin tümünde bağımlı değişken olan iş gücünün gecikmeli değeri bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiş, yıl ve iki haneli sektör kuklaları kullanılmıştır.

Tablo 3'te verilen analiz sonuçlarına göre; tüm modellerde gecikmeli iş gücü katsayısının pozitif ve anlamlı çıkması, zaman serilerinin kalıcılığını, dolayısıyla Sistem GMM tahmincisi kullanımının doğru olduğunu teyit etmektedir. Sargan testi sonucu, aşırı tanımlayıcı kısıtlamaların geçerli olduğunu ifade eden H_0 hipotezini reddetmektedir. Blundell ve Bond, 1998; Baum vd., 2003; Roodman, 2009; heteroskedasite tutarlı veya dirençli standart hatalar kullanıldığında Sargan test istatistiğinin geçerliliğinin azaldığını belirtmektedir. Analizlerde dirençli standart hatalar kullanıldığı ve büyük bir örneklem üzerinde analiz yapıldığı için Sargan testi sonuçlarının güvenilir olmadığı varsayılmaktadır. Arellano-Bond test istatistiklerine göre modellerin tümünde (AR_1) birinci dereceden otokorelasyon olduğu, (AR_2) ikinci dereceden otokorelasyon olmadığı görülmektedir.

Tablo 3: İş Gücü Talebi, İmalat Sanayi, 2009-2021

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
İş Gücü $t-1$	0,541*** (0,0669)	0,541*** (0,0670)	0,583*** (0,0788)	0,537*** (0,0675)	0,583*** (0,0787)	0,580*** (0,0787)
Katma Değer	0,394*** (0,0385)	0,392*** (0,0385)	0,377*** (0,0454)	0,389*** (0,0384)	0,376*** (0,0452)	0,372*** (0,0447)
Ücret	-0,597*** (0,0451)	-0,598*** (0,0452)	-0,645*** (0,0532)	-0,599*** (0,0455)	-0,645*** (0,0533)	-0,646*** (0,0535)
CRM		0,0251*** (0,00498)			0,0228*** (0,00504)	0,0157*** (0,00476)
SCM			0,0408*** (0,00888)		0,0380*** (0,00871)	0,0356*** (0,00852)
ERP				0,0645*** (0,00944)		0,0635*** (0,0105)
Gözlem sayısı	18.323	18.304	16.603	18.303	16.603	16.603
Firma sayısı	3.967	3.956	3.033	3.956	3.033	3.033
Sargan, p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(1), p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(2), p değeri	0,288	0,305	0,260	0,265	0,277	0,250

Not: Tüm modeller yıl ve iki haneli sektör kuklası içermektedir. Dirençli standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir. ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

BİT kullanımının iş gücü talebine etkisinin sınındığı tüm modellerde iş gücünün gecikmeli değeri pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Katma değer değişkeninin iş gücü talebine etkisi pozitif ve anlamlıdır, ücret değişkeninin iş gücü talebine etkisi ise negatif ve anlamlıdır. Literatüre uygun şekilde katma değerde yaşanan artış iş gücü talebini olumlu etkilerken, ücrette yaşanan artış iş gücü talebini olumsuz etkilemektedir (Bakınız: Van Reenen, 1997; Meschi vd., 2016; Kılıçaslan ve Töngür, 2019). Model 2'den itibaren iş gücü talep denklemine, BİT kullanım değişkenleri;

(firmanın CRM, SCM, ERP kullanıp kullanmadığı) kukla değişken olarak tek tek dahil edilmiştir. Tüm modellerde, BİT kullanım değişkenlerinin iş gücü talebine etkisi pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Bu durum BİT kullanımının istihdam artırıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Analizde incelenen dönem boyunca Türk imalat sanayinde BİT kullanımının iş gücü talebine etkisi açısından telafi mekanizmasının doğrulandığı görülmüştür. ERP kullanımının diğer BİT kullanım değişkenlerine göre etkisinin daha fazla olduğu, onu sırasıyla SCM kullanımının ve CRM kullanımının takip ettiği görülmektedir. ERP kullanımının iş gücü talebine etkisinin daha fazla olmasının nedeninin firmalar tarafından daha yoğun kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada, firmaların teknoloji yoğunluklarına göre BİT kullanımının iş gücü talebi üzerine etkisi de analiz edilmiştir. Eurostat (2022), NACE Rev.2 iki haneli teknoloji yoğunluk sınıflamasına göre örneklem düşük, orta ve yüksek teknoloji sektörleri olarak üç gruba ayrılmıştır. Bu teknoloji sınıflaması, firmaların ürettikleri ürünlerin teknoloji düzeyine göre yapılmaktadır. Düşük, orta ve yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip firmalar için yapılan analizlerin tümünde iş gücünün gecikmeli değeri pozitif ve anlamlı çıktığı için Sistem GMM kullanımını destekleyen zaman serilerinin kalıcılığı teyit edilmiştir. Sargan testi sonucuna göre H_0 hipotezi reddedilmektedir. Heteroskedasite veya dirençli standart hatalar kullanıldığında Sargan test istatistiğinin geçerliliği azalmaktadır (Blundell ve Bond, 1998; Baum vd., 2003; Roodman, 2009). Bu nedenle Sargan test istatistiğinin güvenilir olmadığı varsayılmaktadır. Analizlerin tümünde, birinci dereceden otokorelasyon (AR_1) olduğu, ikinci dereceden otokorelasyon (AR_2) olmadığı görülmektedir (Bakınız: Tablo 4-5-6).

Teknoloji yoğunluğuna göre yapılan analizlerin tümünde iş gücünün gecikmeli değeri pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Katma değer de iş gücü talebini olumlu yönde etkilemekte, başka bir ifade ile katma değerde yaşanan artış iş gücü talebini artırmaktadır. İş gücü talebi ile ücret arasındaki negatif ilişkiyi teyit edecek şekilde tüm analizlerde ücret değişkeninin katsayısı negatif ve anlamlı çıkmıştır (Bakınız: Tablo 4-5-6).

Tablo 4: İş Gücü Talebi, Düşük Teknoloji Yoğunluğuna Sahip Firmalar, 2009-2021

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
İş Gücü $t-1$	0,495*** (0,0897)	0,497*** (0,0897)	0,506*** (0,0991)	0,500*** (0,0911)	0,507*** (0,0989)	0,514*** (0,0998)
Katma Değer	0,407*** (0,0493)	0,405*** (0,0491)	0,408*** (0,0542)	0,398*** (0,0492)	0,407*** (0,0540)	0,398*** (0,0537)
Ücret	-0,605*** (0,0565)	-0,605*** (0,0567)	-0,677*** (0,0626)	-0,608*** (0,0576)	-0,677*** (0,0627)	-0,676*** (0,0633)
CRM		0,0172** (0,00734)			0,0152** (0,00746)	0,00701 (0,00709)
SCM			0,0409*** (0,0119)		0,0384*** (0,0115)	0,0353*** (0,0113)
ERP				0,0576*** (0,0128)		0,0607*** (0,0136)
Gözlem sayısı	8.812	8.803	8.058	8.802	8.058	8.058
Firma sayısı	1.854	1.849	1.422	1.849	1.422	1.422
Sargan, p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$AR(1)$, p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$AR(2)$, p değeri	0,691	0,702	0,580	0,648	0,596	0,551

Not: Tüm modeller yıl ve iki haneli sektör kuklası içermektedir. Dirençli standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,1.

Tablo 4'te, düşük teknoloji yoğunluğuna sahip firmalar üzerine yapılan analiz sonucuna göre BİT kullanım değişkenlerinin analiz edildiği modellerde SCM ve ERP kullanımının iş gücü talebine etkisi pozitif ve anlamlı çıkarken, CRM kullanımının iş gücü talebine etkisi model 2 ve model 5'te pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Tüm BİT kullanım değişkenlerinin birlikte analize dahil edildiği model 6'da ise CRM kullanımının iş gücü talebi üzerine anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Genel olarak CRM, SCM ve ERP kullanımının iş gücü talebini olumlu etkilediği görülmektedir. BİT kullanımının iş gücü talebi üzerindeki telafi mekanizmasının ERP kullanımında daha fazla olduğu, onu SCM kullanımının takip ettiği görülmektedir. CRM kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisi nispeten daha azdır.

Tablo 5: İş Gücü Talebi, Orta Teknoloji Yoğunluğuna Sahip Firmalar, 2009-2021

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
İş Gücü $t-1$	0,546*** (0,103)	0,545*** (0,103)	0,611*** (0,115)	0,545*** (0,102)	0,610*** (0,115)	0,607*** (0,114)
Katma Değer	0,410*** (0,0646)	0,409*** (0,0646)	0,378*** (0,0743)	0,403*** (0,0635)	0,377*** (0,0742)	0,373*** (0,0730)
Ücret	-0,660*** (0,0918)	-0,661*** (0,0918)	-0,692*** (0,106)	-0,660*** (0,0916)	-0,691*** (0,106)	-0,689*** (0,105)
CRM		0,0344*** (0,00793)			0,0296*** (0,00791)	0,0233*** (0,00746)
SCM			0,0501*** (0,0140)		0,0474*** (0,0138)	0,0445*** (0,0134)
ERP				0,0733*** (0,0147)		0,0672*** (0,0155)
Gözlem sayısı	7.882	7.873	7.175	7.873	7.175	7.175
Firma sayısı	1.753	1.748	1.365	1.748	1.365	1.365
Sargan, p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(1), p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(2), p değeri	0,335	0,361	0,409	0,321	0,434	0,413

Not: Tüm modeller yıl ve iki haneli sektör kuklası içermektedir. Dirençli standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir. ***p <0,01, **p <0,05, *p <0,1.

Tablo 5'te, orta teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda da BİT kullanımı iş gücü talebini olumlu etkilemektedir. BİT kullanım değişkenlerinin analiz edildiği modellerin tümünde CRM, SCM ve ERP kullanımının iş gücü talebine etkisi pozitif ve anlamlı çıkmıştır. Orta teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda da ERP kullanımının iş gücü talebi üzerindeki telafi mekanizması diğer BİT kullanım değişkenlerine göre daha yüksektir. Telafi mekanizması yüksek olan diğer BİT kullanım değişkeni SCM kullanımındır ve onu CRM kullanımı izlemektedir.

Tablo 6'da yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda ERP kullanımının iş gücü talebi üzerine etkisi pozitif ve anlamlı çıkmıştır. CRM kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisi model 2 ve model 5'te anlamlı çıkmış olsa da tüm BİT kullanım değişkenlerinin analiz edildiği model 6'da anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. SCM kullanımının alındığı tüm modellerde, SCM kullanımının iş gücü talebine etkisi üzerine anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Bunun nedeni yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda BİT kullanımının diğer teknoloji yoğunluğuna sahip firmalara göre daha fazla olması, dolayısıyla BİT kullanımının etkisinin bu firmalar için önemli olmaması olabilir.

Tablo 6: İş Gücü Talebi, Yüksek Teknoloji Yoğunluğuna Sahip Firmalar, 2009-2021

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
İş gücü $t-1$	0,678*** (0,0841)	0,681*** (0,0843)	0,650*** (0,0941)	0,628*** (0,0911)	0,649*** (0,0939)	0,567*** (0,103)
Katma Değer	0,292*** (0,0565)	0,289*** (0,0565)	0,309*** (0,0629)	0,311*** (0,0578)	0,308*** (0,0627)	0,345*** (0,0649)
Ücret	-0,444*** (0,0749)	-0,441*** (0,0748)	-0,446*** (0,0847)	-0,448*** (0,0756)	-0,446*** (0,0843)	-0,474*** (0,0879)
CRM		0,0245* (0,0140)			0,0340** (0,0154)	0,0188 (0,0153)
SCM			0,00848 (0,0198)		0,00622 (0,0195)	0,00840 (0,0204)
ERP				0,0916*** (0,0321)		0,124*** (0,0399)
Gözlem sayısı	1.629	1.628	1.370	1.628	1.370	1.370
Firma sayısı	369	368	255	368	255	255
Sargan, p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(1), p değeri	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR(2), p değeri	0,512	0,463	0,509	0,671	0,449	0,706

Not: Tüm modeller yıl ve iki haneli sektör kuklası içermektedir. Dirençli standart hatalar parantez içinde gösterilmiştir. ***p < 0,01, **p < 0,05, *p < 0,1.

7. Sonuç

Teknolojinin üretimde kullanılması iş gücü verimliliğini artırmakta, maliyetleri düşürmekte ve büyümeyi sağlamaktadır. İktisat literatüründe teknolojik gelişmenin verimlilik ve büyüme üzerindeki etkisi ile ilgili fikir birliği olsa da istihdam üzerindeki etkisi halen tartışmalıdır. Teknolojinin istihdamda etkisi ile ilgili yapılan ampirik çalışmalarda iki farklı görüş ortaya çıkmaktadır. Bu görüşler ikame etkisi ve telafi mekanizmasıdır. İkame etkisine göre; teknolojinin gelişmesi iş gücü tasarrufuna neden olmakta, teknoloji iş gücünün yerini almaktadır. Telafi mekanizması görüşüne göre ise; kısa dönemde iş gücü, teknoloji ile ikame edilse dahi uzun dönemde piyasa mekanizması tarafından bu etkinin telafi edileceği ve teknolojinin istihdamda artışa neden olacağı savunulmaktadır.

Bu çalışmada; dinamik iş gücü talep denklemi oluşturularak Türk imalat sanayi firmaları için BİT kullanımının iş gücü talebi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Analizlerde BİT kullanım değişkenlerinin ayrı ayrı yer alması ve tahminlerin dinamik analiz yöntemi ile yapılması yönünden çalışma, Türk imalat sanayi firmalarının BİT kullanımlarının iş gücü talebine etkisini araştıran özgün bir çalışmadır. Analizlerde; 2009-2021 yıllarını kapsayan, TÜİK'ten elde edilen firma düzeyindeki veriler kullanılmıştır. Analizler, çalışan sayısı 10 ve üstü olan 3.967 firma verisi ile ve hem imalat sanayi genelinde hem de Eurostat (2022), NACE Rev.2 iki haneli teknoloji yoğunluk sınıflamasına göre alt sektörlerde gerçekleştirilmiştir.

Türk imalat sanayinin geneli için yapılan analizlerde, BİT kullanımının iş gücü talebi üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Bu nedenle Türk imalat sanayinde BİT kullanımının istihdamı artırıcı etkisi olduğu, dolayısıyla telafi mekanizmasının doğrulandığı sonucuna varılmıştır. ERP kullanımının, iş gücü talebine etkisinin diğer BİT kullanım değişkenlerine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ele alınan dönem itibarıyla ERP kullanımının diğer BİT kullanım değişkenlerinden daha fazla kullanılıyor olması bu sonuçta etkili olabilir. İkinci sırada SCM kullanımı gelmekte, onu CRM kullanımı izlemektedir.

Teknoloji yoğunluk sınıflamasına göre yapılan analizlerde, düşük düzeyde teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda da BİT kullanım değişkenlerinin iş gücü talebine etkisinin pozitif olduğu, telafi mekanizmasının doğrulandığı sonucuna varılmıştır. Orta düzey teknoloji yoğunluğuna sahip firmalar üzerinde yapılan analizlerde de tüm BİT değişkenlerinin iş gücü talebini olumlu etkilediği ve telafi mekanizmasının doğrulandığı sonucuna varılmıştır. Hem düşük teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda hem de orta teknoloji yoğunluğuna sahip firmalarda ERP'nin iş gücü talebine etkisi diğer BİT kullanım değişkenlerinden daha fazladır. Onu sırasıyla SCM ve CRM kullanımı izlemektedir. Yüksek düzeyde teknoloji yoğunluğuna sahip firmalar için yapılan analizde ERP ve CRM kullanımının iş gücü talebi üzerinde pozitif ve anlamlı etkisi olduğu görülmüştür. SCM kullanımının iş gücü talebiyle ilişkisi üzerine anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Çalışmada yapılan analizler neticesinde hem Türk imalat sanayi geneli hem de teknoloji yoğunluk sınıflamasına göre alt sektörlerde BİT kullanımının iş gücü talebi üzerinde pozitif etkisi olduğu ve telafi mekanizmasının doğrulandığı görülmüştür.

BİT kullanımının iş gücü talebine pozitif etkisi olsa da teknolojinin önlenemez bir hızda gelişmesi iş gücü yönünden iş dinamiklerini de değiştirmektedir. Teknolojiye uyum sağlayabilen, teknolojinin gerekliliklerini yerine getiren iş gücü, bu değişimden fazla etkilenmemektedir. Bu nedenle teknoloji yönlü eğitim politikalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu politikalar oluşturulurken eğitim sistemi, iş gücünün teknoloji ile ikame edilmesinin önüne geçmek için teknolojiyi tamamlayan becerileri geliştirecek biçimde yeniden tasarlanmalıdır. Özel sektörün ihtiyaçlarına yönelik yeni teknolojilere uyum sağlayabilen iş gücünü yetiştirmek için yeni teknolojilere yönelik beceri standartları geliştirilmelidir. Bunun içinde rutin olan ve rutin olmayan işler için hangi becerilerin iş gücü piyasasında önemli olduğu ve bu becerilerin nasıl elde edilebileceği ile ilgili kriterlerin belirlenmesi faydalı olacaktır.

Kaynakça

- Abramova, N.; Grishchenko, N. (2020), "ICTs, Labour Productivity and Employment: Sustainability in Industries in Russia", *Procedia Manufacturing*, Vol. 43: 299-305.
- Acemoğlu, D. (2002), "Technical Change, Inequality, and the Labor Market", *Journal of Economic Literature*, Vol. 40, No. 1: 7-72.
- Acemoğlu, D.; Autor, D. H. (2011), "Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings", *Handbook of Labor Economics*, (Ed. D. Card; O. Ashenfelter), Elsevier: Amsterdam: 1043-1171.
- Aral, S.; Brynjolfsson, E.; Wu, D. J. (2006), "Which Came First, It or Productivity? Virtuous Cycle of Investment and Use in Enterprise Systems", <https://ssrn.com/abstract=942291>, (Erişim: 10.03.2023).
- Atasoy, H.; Banker, R. D.; Pavlou, P. A. (2016), "On the Longitudinal Effects of IT Use on Firm-Level Employment", *Information Systems Research*, Vol. 27, No. 1: 6-26.
- Autor, D. H.; Dorn, D. (2013), "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market", *American Economic Review*, Vol. 103, No. 5: 1553-1597.
- Autor, D. H.; Dorn, D.; Hanson, G.H. (2015), "Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labor Markets", *The Economic Journal*, Vol. 125, No.584: 621-646.
- Balsmeier, B.; Woerter M. (2019), "Is This Time Different? How Digitalization Influences Job Creation and Destruction", *Research Policy*, Vol. 48, No. 8: 1-10.
- Baltagi, B. H. (2008), *Econometric Analysis of Panel Data*, 4th Ed., Chichester: Wiley Publication.
- Baum, C. F.; Schaffer, M. E.; Stillman, S. (2003), "Instrumental Variables and GMM: Estimation and Testing", *The Stata Journal*, Vol. 3, No. 1: 1-31.
- Bertschek, I.; Niebel, T. (2016), "Mobile and More Productive? Firm-Level Evidence on the Productivity Effects of Mobile Internet Use", *Telecommunications Policy*, Vol. 40, No. 9: 888-898.
- Biagi, F.; Falk, M. (2017), "The Impact of ICT and e-Commerce on Employment in Europe", *Journal of Policy Modeling*, Vol. 39, No. 1: 1-18.
- Blundell, R.; Bond, S. (1998), "Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models", *Journal of Econometrics*, Vol. 87, No. 1: 115-143.
- Blundell, R.; Bond, S.; Windmeijer, F. (2001), "Estimation in Dynamic Panel Data Models: Improving on the Performance of the Standard GMM Estimator", *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels*, (Ed. B. H. Baltagi; T. B. Fomby; R. Carter Hill), Emerald Group Publishing Limited: Bingley: 53-91.
- Bogliacino, F.; Piva, M.; Vivarelli, M. (2012), "R&D and Employment: An Application of the LSDVC Estimator Using European Microdata", *Economics Letters*, Vol. 116, No.1: 56-59.
- Bolli, T.; Pusterla, F. (2023), "Is Technological Change Really Skills-Biased? Firm-Level Evidence of the Complementarities Between ICT and Workers' Education", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 32, No.1: 69-91.
- Bond, S. (2002), "Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice", *Portuguese Economic Journal*, Vol.1: 141-162.
- Bond, S.; Hoeffler, A.; Temple, J. (2001), "GMM Estimation of Empirical Growth Models", <https://core.ac.uk/download/pdf/7371102.pdf>, (Erişim: 07.04.2023).
- Borland, J.; Coelli, M. (2017), "Are Robots Taking Our Jobs?", *Australian Economic Review*, Vol. 50, No. 4: 377-397.
- Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2011), *Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Lexington, Mass: Digital Frontier Press.

Calvino, F.; Virgillito, M. E. (2018), "The Innovation-Employment Nexus: A Critical Survey of Theory and Empirics, *Journal of Economic Surveys*, Vol. 32, No.1: 83-117.

Chun, N.; Tang, H. (2018), "Do Information and Communication Technologies Empower Female Workers? Firm-Level Evidence From Viet Nam", <https://ssrn.com/abstract=3188637>, (Erişim: 07.04.2023).

Colombo, M. G.; Croce, A.; Grilli, L. (2013), "ICT Services and Small Businesses' Productivity Gains: An Analysis of the Adoption of Broadband Internet Technology", *Information Economics and Policy*, Vol. 25, No. 3: 171-189.

Conte, A.; Vivarelli, M. (2011), "Imported Skill-Biased Technological Change in Developing Countries", *The Developing Economies*, Vol. 49, No. 1: 36-65.

Eurostat (2022), "Glossary: High-Tech Classification of Manufacturing Industries", https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:High-tech_classification_of_manufacturing_industries, (Erişim: 28.04.2013).

Evangelista, R.; Guerrieri, P.; Meliciani, V. (2014), "The Economic Impact of Digital Technologies in Europe", *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 23, No. 8: 802-824.

Falk, M. (2001), "Organizational Change, New Information and Communication Technologies and the Demand for Labor in Services", <https://ssrn.com/abstract=329141>, (Erişim:24.03.2023).

Falk, M. (2005), "ICT-Linked Firm Reorganisation and Productivity Gains", *Technovation*, Vol. 25, No. 11: 1229-1250.

Falk, M.; Biagi, F. (2017), "Relative Demand for Highly Skilled Workers and Use of Different ICT Technologies", *Applied Economics*, Vol. 49, No. 9: 903-914.

Güney, G.; Kılıçaslan, Y. (2018), "The Use of Information and Communication Technologies and Firm Performance", *Ekonomik Yaklaşım*, C. 29, S.106: 31-72.

Harrison, R.; Jaumandreu, J.; Mairesse, J.; Peters, B. (2014), "Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from Four European Countries", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 35: 29-43.

Hötte, K.; Somers, M.; Theodorakopoulos, A. (2022), "Technology and Jobs: A Systematic Literature Review", <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/Technology-and-jobs-A-Systematic-Lit-Review-WP-Upload.pdf>, (Erişim: 22.03.2023).

Hsiao, C. (2022), *Analysis of Panel Data*, 4th Ed., Cambridge: Cambridge University Press.

Kaiser, U. (2001), "The Impact of Foreign Competition and New Technologies on the Demand for Heterogeneous Labor", *Review of Industrial Organization*, Vol. 19: 109-120.

Kılıçaslan, Y.; Töngür, Ü. (2019), "ICT and Employment Generation: Evidence from Turkish Manufacturing", *Applied Economics Letters*, Vol. 26, No. 13: 1053-1057.

Lachenmaier, S.; Rottmann, H. (2011), "Effects of Innovation on Employment: A Dynamic Panel Analysis", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 29, No. 2: 210-220.

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

Mondolo, J. (2022), "The Composite Link Between Technological Change and Employment: A Survey of the Literature", *Journal of Economic Surveys*, Vol. 36, No. 4: 1027-1068.

Nickell, S. (1981), "Biases in Dynamic Models With Fixed Effects", *Econometrica: Journal of The Econometric Society*, Vol. 49: 1417-1426.

OECD (2016), "ICTs and Jobs: Complements or Substitutes?", <https://one.oecd.org/document/DSTI/ICCP/IIS%282016%291/FINAL/En/pdf>, (Erişim: 07.03.2023).

O'Mahony, M.; Robinson, C.; Vecchi, M. (2008), "The Impact of ICT on the Demand for Skilled Labour: A Cross-Country Comparison", *Labour Economics*, Vol. 15, No.6: 1435-1450.

Pantea, S.; Sabadash, A.; Biagi, F. (2017), "Are ICT Displacing Workers in the Short Run? Evidence from Seven European Countries", *Information Economics and Policy*, Vol. 39: 36-44.

Pérez, M. A. H.; López, J. R. (2016), "Labor Demand and ICT Adoption in Spain", *Telecommunications Policy*, Vol. 40, No. 5: 450-470.

Roodman, D. (2009), "How to Do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata", *The Stata Journal*, Vol. 9, No. 1: 86-136.

Sabadash, A. (2013), "ICT-Induced Technological Progress and Employment: A Happy Marriage or a Dangerous Liaison? A Literature Review", <https://core.ac.uk/download/pdf/38626646.pdf>, (Erişim: 13.03.2023).

Spiezia V.; Vivarelli, M. (2000), "The Analysis of Technological Change and Employment", *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, (Ed. M. Vivarelli; M. Pianta), Routledge: London and New York: 12-26.

TÜİK (2023a), Girişimlerde Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması Mikro Veri Seti, Türkiye İstatistik Kurumu, Zonguldak.

TÜİK (2023b), Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri Mikro Veri Seti. Türkiye İstatistik Kurumu, Zonguldak.

TÜİK (2023c), "Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi, 2003=100, CPA 2008 Kısım, Bölüm ve Gruplarına Göre Tarihsel Seri", <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yurt-Ici-Uretici-Fiyat-Endeksi-Mayis-2023-4939>, (Erişim: 24.03.2023).

Van Reenen, J. (1997), "Employment and Technological Innovation: Evidence from UK Manufacturing Firms", *Journal of Labor Economics*, Vol. 15, No. 2: 255-284.

Vivarelli, M. (2014), "Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of Economic Literature", *Journal of Economic Issues*, Vol. 48, No. 1: 123-154.

Vivarelli, M.; Evangelista, R.; Pianta, M. (1996), "Innovation and Employment: Evidence from Italian Manufacturing", *Research Policy*, Vol. 25: 1013-1026.

Vivarelli, M.; Pianta, M. (2000), *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, London and NewYork: Routledge.

Extended Summary

The Impact of Information Communication Technologies Usage on Labor Demand: Evidence from the Turkish Manufacturing Industry

Although technological development is indicated as one of the main basic sources of productivity and growth, there is no consensus on its impact on employment. The opinion on the substitution effect, arguing that technological developments would take the place of labor and the opinion on compensation mechanism, arguing that technological developments would not have a negative impact on the labor are the dominant opinions in the literature. Based on the differences of opinions regarding the impact of technological development on the labor demand, the Information Communication Technologies (ICT) usage on the labor demand in the Turkish manufacturing industry is analyzed in the study. The purpose of the study is to reveal the impact of the variables of the ICT usage on the labor demand separately for the Turkish manufacturing industry by using the dynamic analysis method.

In the studies made on the impact of the ICT on the labor market, there are findings that support both the substitution effect and the compensation mechanism. It was indicated that the impact of the ICT on net employment was not negative (Autor et al., 2015; Hötte et al., 2022). It is believed that the reason for the ICT to have not so salient impact on the labor market emerged from the differentiation of the scope of the empirical studies (macro - micro) and the used ICT variables (ICT investment – ICT usage). In the empirical studies made at the micro level, generally ICT investments or ICT capital are used as the ICT variable (See: O'Mahony et al., 2008; Pérez and López, 2016). The fact that the firms invest in ICT and have those items in their budgets does not necessarily mean that they have embraced and used the ICTs. Moreover, the ICT investments don't reflect the characteristics of the ICTs. For that reason, it would be more appropriate to use the variables regarding the ICT usage instead of the ICT investments in the studies. However, Pantea et al. (2017) and Biagi and Falk (2017) indicated that it was difficult to find quality data regarding the ICT usage. For this reason, the studies, investigating the ICT usage at the firm level on the labor market, are very rare.

This study utilizes data from the Annual Industry and Service Statistics Micro Data Set (TÜİK, 2023b) and the Survey on Information and Communication Technology (ICT) Usage in Enterprises Micro Data Set (TÜİK 2023a). The analyses were carried out with the data of 3,967 firms with 10 or more employees for the period between 2009 and 2021.

For investigating the impact of the ICT usage of the firms in the Turkish manufacturing industry on the labor demand, the labor demand equation derived from the production function with constant elasticity of substitution (CES) was used (Van Reenen, 1997; Conte and Vivarelli, 2011; Bogliacino et al., 2012; Meschi et al., 2016; Kılıçaslan and Töngür, 2019).

In order to take the labor arrangement costs into consideration due to the delays in cases where labor is employed or dismissed, the lagged value of labor was added to the equation and a dynamic model was defined (Van Reenen 1997; Conte and Vivarelli 2011; Lachenmaier and Rottman 2011; Bogliacino et al., 2012; Meschi et al., 2016; Kılıçaslan and Töngür, 2019). In order to reveal the impact of the ICT usage of the firms on the labor demand, System GMM estimator, which was one of the analysis methods of dynamic panel data was used.

Customer Relationship Management (CRM), Supply Chain Management (SCM), and Enterprise Resource Planning (ERP) usage have been used as the ICT usage variables, and analyses have been conducted on both the manufacturing industry and its sub-sectors categorized by the technology intensity.

In the analyses carried out for the general Turkish manufacturing industry, it was observed that the ICT usage had a positive impact on the labor demand. For this reason, it was concluded that in the Turkish manufacturing industry, the ICT usage had an impact on the increase of employment and thusly the compensation mechanism confirmed. It has been discovered that the use of ERP has a greater impact on the labor demand than other the ICT usage variables. The larger use of ERP compared to other the ICT usage variables during the time period under investigation could have an impact on this conclusion. SCM usage is close behind in the second position, followed by CRM usage. In the analyses made according to the technology intensity classification, it was concluded that the impact of the variables of the ICT usage in the firms with low, medium, and high levels of technology intensity on the labor demand was positive and the compensation mechanism was confirmed. The impact of ERP on the labor demand is stronger within firms with low and medium technological intensity than other ICT usage variables. Following that, SCM and CRM usage are examined in turn. Analyses of firms with a high level of technology intensity demonstrates that ERP and CRM usage has a favorable and significant effect on the labor demand. However, no significant association between SCM usage and the labor demand could be discovered.

Although the ICT usage had a positive impact on the labor demand, the unvertable development of the technology has been changing the business dynamics in terms of labor. The labor which is able to adopt to the technology and which carries out the necessities of technology is not affected from this change much. For this reason, it is necessary to create educational policies in terms of technology. While creating those policies, the educational system needs to be redesigned in terms of the development of the skills complementing technology to prevent substituting labor with technology. To educate the labor which is able to adapt to the new technologies in regard to the needs of the private sector, the skill standards need to be developed in regard to the new technologies. And to do that, it will be useful to determine the criteria regarding which skills are important in the labor market for routine and non-routine works and how those skills may be achieved.