

BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİNİN VERİMLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ¹

Duygu SERİN²

Erhan İŞCAN³

ÖZET

Yaklaşık 20 yıl önce dijitalleşme ile birlikte bilgi ve iletişim teknolojilerinin yoğun kullanımı ekonomik refahı ve uzun vadeli sürdürülebilir verimlilik artışını desteklemektedir. Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) sayesinde bilgi akışı ve piyasa sınırları genişlemekte, maliyetler azalmakta ve ekonomik büyüme sağlanmaktadır. Diğer bir söylemle, sınırlı bilgi ve iletişim teknolojileri altyapısına sahip olan ülkelerde maliyetler daha yüksek, bilgi akışı daha az, pazar fırsatları daha kısıtlı olmakta ve dolayısıyla daha düşük gelir elde edilmesi gibi çeşitli ekonomik sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Bu yüzden, son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojileri hem akademisyenler hem de politika uygulayıcıları tarafından dikkat çeken bir konu haline gelmektedir. Son on yılda, bilgisayar, e-mail, internet kullanımı gibi bilgi ve iletişim teknolojileri araçları, yeniliği, büyümeyi ve sosyal değişimi teşvik eden en önemli araçlardır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin verimlilik üzerine olan etkisinin Türkiye için ortaya konulmasıdır. Uygulama sonucunda, bilgi ve iletişim teknolojileri ile verimlilik arasında literatüre uyumlu olarak uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Verimlilik, ARDL.

¹ Bu makale, Duygu SERİN'in "Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Verimlilik Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği" başlıklı 2015 yılında savunmuş olduğu tezinden türetilmiştir.

² **Duygu SERİN**, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi. ORCID: 0000-0001-7912-4054

³ **Erhan İŞCAN**, Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü Öğretim Üyesi. ORCID: 0000-0001-6068-6698

* Makale Gönderim Tarihi: 13.03.2018 Kabul Tarihi: 01.06.2018

THE IMPACT OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES ON PRODUCTIVITY: CASE OF TURKEY

ABSTRACT

The emergence and intensive utilization of information and communication technologies (ICTs), which spawned the beginning of the digitization two decades ago, brought economic prosperity and sustained long-term productivity growth. The spread of ICT generates economic growth because it leads to reduction in interaction costs, expansion of information flows and market boundaries. In other words, countries with limited ICT infrastructure encounter several economic problems such as limited information flows, overpriced cost of interaction, reduced market opportunities and thus low incomes. Therefore, technological developments have generated considerable interest among academics and practitioners in recent years. In recent decades, information and communication technologies, as computers, e-mail, internet and their applications have become the major drivers of innovation, growth and social change. This study aims to provide a country study of Turkey with respect to the impact of ICT on the productivity. At the end of the study, long-term significant statistical relationship is found between information and communication technology and productivity in accordance with the literature.

Keywords: Information and Communication Technology, Productivity, ARDL.

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik değişimler akademisyenler ve politika uygulayıcıları tarafından oldukça dikkat çeken bir konu olmaktadır. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra, internet ile BİT'in daha fazla kullanım alanı bulması nedeniyle, sürdürülebilir bir ekonominin yenilikçilik, teknolojik değişim ve bilgiye dayalı olması gerektiği önem kazanmıştır. Hükümetler BİT kullanımının etkileri ile ilgilenirken, aynı zamanda projelerinde bu teknolojilerin kullanılmasına daha çok yer vermeye başlamıştır. Son on yılda, internet, bilgisayar ve bunlara bağlı uygulamalar olan BİT, sosyal değişime, büyümeye ve yeniliğe neden olan temel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Daha zengin olma ve ülkede yaşayan insanların yaşam standartlarında artış sağlamak hiç şüphesiz ki tüm ulusların başlıca hedefleri arasındadır. Verimlilik artışı ve sürdürülebilir ekonomik büyüme, ağırlıklı olarak ülke içinde yürütülen ekonomik faaliyetlerin kârlılık ve rekabet ortamında gerçekleştirilmesine bağlıdır. Bu nedenle, teknolojik gelişmeler hem verimlilik hem de ekonomik faaliyetlerde daha yüksek katma değer sağlanması ile ilişkilidir. Çünkü yeni teknolojilerin diğer sektörlerle yayılması, beşeri sermayenin ve bilginin daha etkili kullanılmasına olanak sağlayarak, verimlilik artışına neden olmaktadır. Diğer taraftan, yeni teknolojik ürün ve hizmetler genellikle yüksek katma değer oranlarına sahiptir.

Günümüzde BİT ile tanışmamış bir insan bulmak hemen hemen imkânsızdır. Bunun nedeni son yıllarda büyük gelişmeler yaşanmasına bağlı olarak, BİT'in, teknolojik ilerleme açısından en güçlü alanlardan biri olarak karşımıza çıkmasıdır. Yüksek Ar-Ge yatırımları, sektörün yenilik potansiyeli ve ürünlerine olan talebin çok fazla olması sonucunda, BİT sektörü modern ekonomilerin en büyük ve en hızlı büyüyen alanı olarak ifade edilmektedir. BİT'in yayılması ile yeni işler, meslekler ve yeni faaliyet alanları ortaya çıkmakta ve dolayısıyla eskileri yok olmakta, işlerin özellikleri ve işgücü piyasası değişime uğramaktadır. Dahası, kamu yönetimi ve bireylerin sosyal ve günlük yaşamları da değişmektedir. Bununla birlikte, BİT kullanan endüstrilerde verimliliği arttırmanın yanı sıra hızlı teknolojik ilerlemenin gerçekleştirilmesi için aynı zamanda BİT üreten sektörlerde de verimliliğin arttırılması gerekmektedir. Ancak bu şekilde ekonomi genelinde verimlilik artışı sağlanabilmektedir. Sonuç olarak endüstriyel ekonominin yapısal dönüşüm mekanizmalarını yeni BİT bazlı ekonomiye uyarlanması gerekmektedir. Çünkü dünya ekonomisinde söz sahibi olan ülkelerde BİT'in önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bilgi, yaşam kalitesini etkileyen bir faktördür ve son yıllarda teknolojik ilerleme kaydeden ülkeler bilgiye dayalı olan ekonomilerdir. Bilgiye dayalı ekonomiler aynı zamanda güçlü bir rekabet üstünlüğü de elde etmektedir.

Günümüzün rekabetçi piyasa koşullarında BİT kullanılması önem arz etmektedir. Şöyle ki bu teknolojileri yeterli düzeyde kullanamayan birimler uzun dönemde yok olmaya mahkûm olmaktadır. BİT; sadece ekonomik birimler ve bireyler için değil, aynı zamanda ulusal ekonomik, toplumsal kalkınma ve verimlilik artışı için de önemli bir araçtır.

Günümüz sosyal ve ekonomik yaşamında insanlar en az ile daha fazlasını elde etmek için çabalamaktadır. Firmalar kalitelerini arttırırken aynı zamanda fiyatları hangi yöntemlerle düşürebileceklerinin yollarını aramaktadır. Bu durum rekabet ortamına neden olmaktadır. Şöyle ki eğer bir firma müşterilerinin kabul edebileceği fiyat ve kaliteye ulaşamıyor ise, başka bir firma o piyasaya girip rekabet üstünlüğü elde etmeye çalışmaktadır. Bu nedenle firmalar rekabet edebilmeleri için daha verimli ve daha etkin üretim yapmak zorundadır. Daha verimli olabilmenin yolu, BİT'in etkin kullanımından geçmektedir. (Fox, 2006: 6). Verimlilik artışı yaşam standardımızı ve milli zenginliğimizi belirlemektedir. Çünkü bir ulusun tüketim olanakları, ulusun ne ürettiği ile yakından ilişkilidir. Aynı şekilde bir işletmenin başarısı da genellikle daha az emek, sermaye ve diğer girdileri kullanarak daha fazla reel değeri olan mal ve hizmetleri tüketicilere sunmasına bağlıdır (Brynjolfsson ve Hitt, 1998: 49).

Verimlilik, temel bir ekonomik ölçüm olarak kabul edilmekte ve ülkelerin zenginlik göstergesi olarak kullanılmaktadır. Birçok ekonomist verimliliği yaşam standardını belirleyen ölçüt olarak kabul etmektedir. Şu açıktır ki; milli geliri arttırmanın yolu, aynı ya da daha az girdi ile daha fazla çıktı üretmekten geçmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkeler daha fazla çalışarak değil, daha etkin bir üretim sistemi sayesinde büyümeye devam etmektedirler (Miribel, 2001: 12).

Çeşitli verimlilik ölçüm yöntemleri vardır. Verimlilik ölçme amacına göre bu yöntemler arasından seçim yapılmaktadır. Genel olarak, verimlilik ölçüm yöntemleri Kısmi Verimlilik Ölçümleri ve Toplam Faktör Verimlilik Ölçümleri olarak ikiye ayrılır. Belirli bir üretim faaliyetinin performansını ölçmekte kullanılabilen emek ve sermaye verimliliği, Kısmi Verimlilik Ölçütlerini oluşturmaktadır. Emek verimliliği, hesaplanmasının kolay ve açık olması nedeniyle en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Emek verimliliği, emek girdisinin ilgili çıktı ölçümüne uygun olarak katma değere ya da gayrisafi çıktıya bölümüdür (Cardona ve diğerleri, 2013: 112). Bu şekilde yapılan tanımlamalara göre, üretim faktörlerine göre emek, sermaye ve diğer girdilerin verimliliklerinden bahsetmek mümkündür.

Toplam Faktör Verimliliği, üretim faaliyetlerinde kullanılan girdilerin ya da tüm faktörlerin birimi başına çıktı miktarı olarak tanımlanır ve bu oran

ekonomide elde edilen verimlilik kazancını yansıtmaktadır. Çoğunlukla bu kazanç, teknoloji kullanımı ile girdilerin çıktıya dönüşümü sonucu ulaşılan verimlilik olarak ifade edilmektedir. (Steindel ve Stiroh, 2001: 16). Ancak BİT'e artan bu ilgiye rağmen, BİT ve verimlilik ilişkisini ele alan çalışmalar literatürde çok az yer almaktadır. Bu nedenle, amacımız BİT kapsamını ortaya koyarak, bu teknolojilerin verimlilik ile olan ilişkisini detaylı olarak incelemektir.

2. LİTERATÜR

Literatürde yer alan BİT'in verimlilik üzerine olan etkisini inceleyen ilk çalışmalar büyük ölçüde sonuçsuz kalmıştır. Bunun en iyi bilinen örneği Solow (2005) 'un 'bilgisayarları verimlilik istatistikleri hariç her yerde görmek mümkündür' biçiminde 1990'ların başında ifade ettiği verimlilik paradoksudur. BİT ile verimlilik arasında herhangi bir korelasyonun olmaması çoğunlukla bu teknolojilerin sermayesindeki kalitenin ve fiyatların doğru şekilde ölçülememesinden kaynaklanmaktadır.

BİT sermayesi ölçümünde önemli gelişmeler olması bu teknolojilerin verimlilik üzerine etkisinin analiz edilmesinde yeni bir akım başlatmıştır. OECD tarafından BİT fiyatlarının uluslararası uyumlaştırılması ile ülkelerarası metodoloji farklılıklarının kontrolü de sağlanmıştır (Wyckoff, 1995: 277; Colecchia ve Schreyer, 2002: 408).

Çoğu makroekonomik ve sektörel çalışma, üretimde her bir girdinin katkısının toplam girdi maliyetinde karşılık olan bir payla orantılı olduğunu ifade eden Büyüme Muhasebesi Yaklaşımına dayalıdır. Böylelikle girdilerde bir artış veya teknolojiye bir gelişme çıktığı artırır, büyüme sağlamaktadır. Diğer bir söylemle, büyüme muhasebesi büyüme üzerinde etkili olan emek ve sermaye faktörünün çıktıdaki değişmeye olan katkılarının belirlenmesi yaklaşımıdır. Jorgenson ve Griliches (1967: 249)'un Standart Büyüme Muhasebesi Yaklaşımı çerçevesinde emek verimliliğine artış sağlayan dört temel faktör vardır: Emek kalitesindeki değişmeler, BİT sermayesinde ve bu teknolojiler dışında yer alan sermaye artışları, emek ve sermayedeki değişikliklerin hesaplanması sonrası ortaya çıkan Solow Artığı (TFV)'dir. 1995 yılından sonra, Jorgenson ve Stiroh (2000: 261), Jorgenson'un üretim olanakları eğrisini (1967) ABD' de verimlilik artışlarını açıklamak için kullanmıştır. Çalışma sonucunda, bilgisayar donanımının ekonomik büyümenin kaynağı olarak giderek artan bir rol oynadığını vurgulamıştır. BİT fiyatlarındaki düşüşün doğrudan bir sonucu olan sermaye derinleşmesi ve Toplam Faktör Verimliliğindeki artış nedeniyle ortalama emek verimliliğinin 1995-1999 yıllarına göre daha hızlı artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Oliner ve Sichel (2000, 2002), Solow benzeri Büyüme Muhasebesi Modeline dayalı olarak benzer sonuçlar bulmuşlardır. BİT'in sermayeye olan katkısının 1974-1995 ve 1996-1999 arasında arttığını ve toplam faktör verimliliğindeki artışın ise 1996-1999 yıllarında % 40'a kadar ulaştığını ifade etmişlerdir (Oliner ve Sichel, 2000: 3; 2002: 15). Colecchia ve Schreyer (2002: 408) ise, yukarıda sözü edilen Jorgenson ve Stiroh (2000) ile Oliner ve Sichel (2000) tarafından yapılan çalışmaları genişleterek dokuz OECD ülkesini 2000 yılına kadar ele almıştır. Çalışma sonucunda, son yirmi yılda ele alınan ülkelere bağlı olarak BİT'in ekonomik büyümeye yıllık % 0,2 – 0,5 oranında katkı sağladığı tespit edilmiştir. 1990'lü yılların ikinci yarısından itibaren, bu katkı % 0,3- 0,9 oranına yükselmiştir. BİT yatırımlarının ekonomik büyümeye katkısı en fazla ABD'de gözlemlenmiştir. Bu sıralamayı Avustralya, Finlandiya ve Kanada izlemiştir. Çalışmada ele alınan dokuz ülke düşünüldüğünde BİT'in ekonomik büyümeye olan katkısı en az Almanya, İtalya, Fransa ve Japonya'dır.

Black ve Lynch (2001: 114), işyeri içerisinde BİT ve insan sermayesi yatırımlarının verimlilik üzerine etkisini incelemiştir. Analizde 1987- 1993 dönemi için Dinamik Panel Veri Analizi Tekniği olan GMM kullanılmıştır. Analiz sonucunda, üretimde çalışan işçilerin ortalama eğitim düzeylerinin yüksek olması ve bilgisayar kullanım oranlarının yüksek olmasının işyerinde verimlilik artışı yarattığı tespit edilmiştir.

Oulton (2002: 363), İngiltere için Büyüme Muhasebesi Yaklaşımını kullanmıştır. BİT yatırımlarının işgücü verimliliğini 1979-1989 yıllarında % 13,5, 1989-1998 yıllarında % 20,7, 1994-1998 yıllarında ise % 45 arttırdığını hesaplamıştır.

Van Ark ve diğerleri (2003), 16 OECD ülkesinin 1990-2000 yılları arasında katma değerli istihdam ile işgücü verimliliği arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Çalışmanın temel amacı, Avrupa ülkeleri ile ABD'deki verimlilik artışı arasındaki farkları incelemektir. Çalışmanın sonucunda ABD'nin Avrupa ülkelerinden çok daha yüksek oranda verimlilik artışına sahip olduğu ve bunun temelinde BİT üretimi ile hizmet endüstrilerinde BİT'in yoğun kullanımından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gust ve Marquez (2004: 33) ülkeler arası büyüme farklılıklarını açıklamak için BİT, istihdam ve nüfus oranı gibi girdileri içeren bir fonksiyon olan emek verimliliğindeki artışı modellemiştir. 1993-2000 dönemi 13 OECD ülkesi için Büyüme Muhasebesi Tekniği kullanılmıştır. Analiz sonucunda, BİT üretimi ve bu teknolojilere yapılan harcamaların yüksek verimlilik artışı ile sonuçlandığı ortaya konulmuştur.

Timmer ve Van Ark (2005: 693), 1995 yılı sonrasında Avrupa ülkeleri ile ABD

arasında BİT sermaye derinliği ve BİT malları üretimindeki Toplam Faktör Verimliliği artışının büyüme oranlarına katkısı arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmiştir. Ortaya konulan sonuçlar 2003 yılında Van Ark ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma ile uyumludur. Analiz sonucunda, Avrupa'nın ABD'ye kıyasla daha düşük verimlilik oranına sahip olduğu ve bunun nedeni olarak Avrupa'da bilgi ekonomisinin daha yavaş gelişme sağlaması gösterilmiştir.

Inklaar ve diğerleri (2008: 141), EU KLEMS veri tabanından yararlanarak hizmet sektörü için emek verimliliği kaynaklarını detaylı olarak ele almıştır. Bu şekilde sektörün ayrıntılı olarak incelenmesi BİT'in ABD ekonomisi için önemli bir büyüme kaynağı olarak görülmesi ve nitelikli emek ile yeni teknolojilerin en yoğun olarak hizmet sektöründe kullanılmasıdır. Ülkeler arası toplam büyüme farklılıklarının aynı zamanda hizmet sektöründeki piyasa farklılıklarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu şekilde büyümenin büyük bir kısmı beşeri sermayeden ve BİT'e yapılan yatırımlardan kaynaklanmaktadır.

Jona-Lasinio (2010: 1) BİT'in verimlilik üzerine etkisini incelemek için firma ve ülke düzeyinde çalışmalar yapmıştır. Çalışmasının arkasındaki hipotez, bilgi teknolojilerinin firmaları ana faaliyetlerine odaklanmasını kolaylaştırdığı ve daha fazla yeniliğe imkân verdiği ve bunun sonucu olarak performanslarını ve verimliliklerini arttırdığıdır. Çalışmanın sonucunda, bu hipotezle uyumlu olarak bilgi teknolojilerini yoğun kullanan sektörlerin işgücü verimliliği sayesinde ekonomik büyüme gösterdiği ortaya koyulmuştur.

Spiezia (2011: 1), BİT yatırımlarını bilgisayar, yazılım ve iletişim olarak sınıflandırarak iş sektöründe yaratılan katma değer arasındaki ilişkiyi iki aşamalı GMM Tahmin Yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada 1996-2007 dönemi için 18 OECD ülkesi ele alınmıştır. Çalışma sonucunda BİT'in sektörlere katkısı % 0,3 oranında Japonya ile % 1,1 oranında Avustralya arasında değişmektedir. Bilgisayar ekipmanları yatırımları neredeyse bütün ülkelerde en yüksek katkıyı sağlamaktadır. BİT'in Toplam Faktör Verimliliğine olan katkısı ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Almanya ve İngiltere'de bu oran Toplam Faktör Verimliliğinin 2/3'ü iken, ABD'de % 60'ın üzerinde ve Fransa ile Hollanda'da % 50'nin altındadır. Toplam Faktör Verimliliğinde ortaya çıkan bu farklılıklar işgücü, Ar-Ge ve kurumsal çevre gibi diğer girdiler ile ilgilidir.

Samimi ve Arab (2011), BİT'in Toplam Faktör Verimliliği üzerine etkisini Panel Veri Analiz Tekniğini kullanarak incelemiştir. 2003- 2008 dönemi için seçilmiş gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ele alınmıştır. Çalışmada, BİT ve beşeri sermaye yatırımlarının Toplam Faktör Verimlilik üzerine etkisi tüm

lkeler için pozitif ve anlamlıdır. Bu yüzden, yapılan her yatırımın verimlilik artışı sağlayacağı için yatırımların teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

3. MODEL VE VERİ SETİ

Bu alışmada Türkiye için imalat sanayi verimlilik endeksi ile BİT arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı Eşbütünleşme Analizi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Analizde Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilmiş olan ARDL Sınır Testi Yaklaşımı 2009Q1-2015Q2 dönemi üç aylık verileri kullanılmıştır. Türkiye’de BİT’in verimlilik üzerine olan etkisi ekonometrik olarak test edileceği için veri seti, zaman serilerinden oluşmaktadır. Uygulamada kullanılan değişkenlere ait zaman serileri TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS) ve Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü (SVGM) tarafından hazırlanan üçer aylık verimlilik istatistiklerinden derlenmiştir.

Modelde kullanılan değişkenler ve tanımları aşağıdaki gibidir. Değişkenlerin isimlerinin önünde yer alan “L” ise değişkenlerin logaritmik dönüşümlerinin yapılmış olduğunu ifade etmektedir.

LBİ : Bilgi ve İletişim Teknolojileri Göstergesi

LSBİ: İmalat Sanayide alışılan Saat Başına retim Endeksi (2010 Ort=100)

Çalışmada ele alınan değişkenlere ilişkin veri setlerinin logaritmik dönüşümleri yapılmış ve reelleştirilmiştir. İlk olarak seriler mevsimsel etkilerden arındırılmış daha sonra bireysel olarak durağanlıkları incelenmiştir. Bunun için kullanılan yöntem ADF Birim Kök Testidir. Daha sonra BİT ile verimlilik arasında uzun dönem ilişkinin varlığının tespit edilebilmesi için ARDL Yöntemi kullanılmıştır. ARDL Sınır Testi Yöntemi ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin ortaya konulmasında güçlü sonuçlar vermekte ve uzun dönemli ilişkinin yanı sıra kısa dönemli ilişkinin de incelenmesine imkan vermektedir. Modele uygulanan tüm testler Eviews 9 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Çizelge 1’de çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlık ve bütünleşme derecelerinin tespitine yönelik ADF Birim Kök Testi Sonuçları yer almaktadır. Sıfır hipotez serinin stokastik trend taşıdığını yani birim kök içerdiğini, alternatif hipotez ise serinin deterministik trend taşıdığı aynı zamanda birim kök içermediği şeklinde kurulmaktadır. ADF test sonuçlarına göre; LSBİ değişkeni birinci farkında durağan olmasına karşın, LBİ değişkeni düzeyde durağandır. Bu sonuçlar Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilmiş olan ARDL Sınır Testi Yaklaşımının uygulanmasına imkan vermektedir.

Çizelge 1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Düzy Test İstatistiği	Mac Kinnon Kritik Değer (% 5) (Düzy)	1. Farklar Test İstatistiği	Mac Kinnon Kritik Değer (% 5) (1. Fark)	Sonuç
LSBİ	-0,607326 (4)	-3,012363*	-3,300506(3)	-3,012363*	I(1)
LBI	-4,348830(0)	-2,986225*			I(0)

Not: *, Regresyon sabit terim ve trend içermiyor. Parantez içerisindeki rakamlar uygun gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Yapılan ADF Birim Kök Testinin ardından ikinci adım olarak BİT'in verimlilik üzerine olan etkisinin uzun dönemli bir denge ilişkisinin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Ele alınan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin analiz edilmesinde kullanılan Engle ve Granger (1987) ile Johansen Eşbütünleşme Yaklaşımının kullanılması uygun değildir. Çünkü bu yöntemler kullanılan tüm serilerin düzeyde durağan olmamasını ve aynı derecede farkı alındığında durağan olmasını gerektirmektedir. Ancak yapılan Birim Kök Testi sonucuna göre, ele alınan değişkenlerin birinin I(0), diğerinin I(1) olduğu tespit edildiğinden bu eşbütünleşme yöntemlerinin kullanılmasına izin vermemektedir. Bu yüzden bütünleşme dereceleri farklı olan değişkenlerin kullanılmasına imkân veren Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen Sınır Testi bu sorunu çözmektedir. Sınır Testi Yaklaşımının bir diğer üstünlüğü de küçük gözlemlerde etkin ve güvenilir sonuçlar ortaya koymasıdır.

Sınır Testine göre, eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test etmek için ilk olarak uygun gecikme uzunluğu belirlenmesi ile eşbütünleşme ilişkisinin sınanması amacıyla F istatistiği hesaplanmıştır. Çalışmada ARDL Sınır Testi, değişkenlerin optimal gecikme uzunluğu kriteri minimum AIC değeri dikkate alınarak 4 olarak tespit edilmiştir ve eşbütünleşme ilişkisinin sınanması için F istatistiği hesaplanmıştır. Çizelge 2'de ele alınan değişkenler arasında eşbütünleşme olmadığını ifade eden sıfır hipotezini sınamak için hesaplanan F istatistiği değeri ve Pesaran, Shin ve Smith (2001)'den alınan kritik değerler yer almaktadır. % 5 anlamlılık seviyesinde hesaplanan F istatistiği değeri (4,7554) üst kritik sınır (4,11) değerinden büyüktür. Bu durum BİT ile verimlilik arasında uzun dönem ilişkisinin varlığına işaret etmektedir.

Çizelge 2. Sınır Testi Sonuçları

k	F-ist	Kritik Değerler (% 5)	
		Alt Sınır	Üst Sınır
1	4,7554	3,15	4,11

Not: k, denklemdeki bağımsız değişken sayısıdır. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC kullanılmıştır. Kritik değer sınırları Pesaran vd. (2001: 300) Tablo C1 (iii)'ten alınmıştır.

Modelde LSBİ ile LBİ arasında uzun dönemli bir ilişki saptandıktan sonra, uygun ARDL modelleri ile uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli tahminine dayanan Sınır Testi, BİT'in verimlilik üzerine uzun dönemli etkisinin araştırıldığı ARDL Modeli aşağıdaki gibi kurulmuştur (Denklem 1).

$$LSBİ_t = \sum_{i=1}^k \beta_1 LSBİ_{t-1} + \sum_{i=0}^l LBİ_{t-i} + u_t \quad (1)$$

BİT'in verimlilik üzerine uzun dönemli denge ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonra bu uzun dönem ilişkisini yansıtan parametrelerin tahminine geçilmiştir. Uzun dönem ilişkisinin araştırılacağı model ARDL (4, 4) Modelidir. Çizelge 3'de ARDL (4, 4) Modeline ait tahmin sonuçları ve bu sonuçlara göre hesaplanan uzun dönem katsayıları verilmiştir.

Çizelge 3. ARDL (4, 4) Modeli İçin Hesaplanan Uzun Dönem Katsayıları

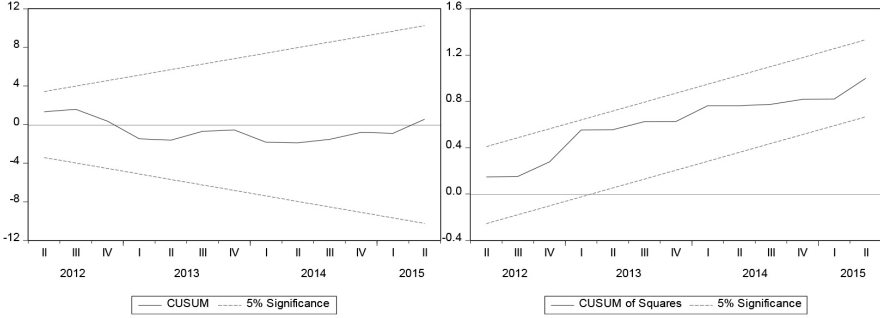
Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği
LBİ	1,3193	0,00555	237,526647 (0,000)

Çizelge 3'de görüleceği gibi BİT ile verimlilik arasında pozitif bir ilişki vardır. BİT katsayısı 1,3193 olarak bulunmuştur. Uzun dönem katsayısı, istatistiki olarak anlamlı ve işaret literatüre uygun olarak pozitifdir. Bu sonuçlar, ele alınan zaman aralığında BİT'in verimliliği arttırdığını kanıtlamaktadır. Buna göre, BİT'in % 1 oranında artırılması, imalat sanayinde çalışılan saat başına verimlilikte yaklaşık 1,31 oranında artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. ARDL Sınır Testine Ait Tanısal Test Sonuçları

Tanısal Test Sonuçları	
	0,825
Düzeltilmiş-	0,718
Breusch-Godfrey LM	0,5857 (0,5731)
ARCH LM	0,7341 (0,4022)
Jarque-Bera Normallik Testi	0,6440 (0,7246)
Breusch-Pagan Değişen Varyans Testi	0,9267 (0,5354)
Ramsey Reset	2,0755 (0,0601)

BİT ile verimlilik arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra Tanısal Testlere yer verilmiştir. Yukarıda Çizelge 4 Tanısal Test Sonuçlarını vermektedir. Test sonuçlarına göre, modelde otokorelasyon (Breusch-Godfrey LM Testi), değişen varyans (ARCH LM) sorununun olmadığı aynı zamanda hata teriminin normal dağılım (Jarque-Bera Normallik Testi) sergilediği ve model kurma hatasının (Ramsey Reset Testi) olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 1. CUSUM ve Grafikleri

Ele alınan ARDL Modelinin istikrarlılığını incelemek diğer bir söylemle değişkenlere ilişkin yapısal kırılmanın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla, geri dönüşümlü hata terimlerinin karelerini kullanan ve bu yöntemle değişkenlere yönelik yapısal kırılmayı inceleyen CUSUM ve grafikleri araştırılmıştır (Brown ve diğerleri, 1975: 149-154). Şekil 1’de grafikler yer almaktadır. CUSUM ve istatistikleri % 5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde yani iki çizgi arasında kalıyorsa, ARDL Modelindeki katsayıların kararlı olduğunu ifade eden sıfır hipotezi kabul edilecektir. Ancak CUSUM istatistikleri sınırların dışında kalıyorsa, katsayıların durağanlığını savunan sıfır hipotezi reddedilmektedir (Akel ve Gazel, 2014: 36).

Şekil 1 incelendiğinde, kullanılan değişkenlere yönelik istatistiklerin taşma göstermediği ve herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığı görülmektedir. ARDL Modelinde uzun dönem katsayılarının istikrarlı olduğu ve herhangi bir yapay değişken kullanılmadan modelin hesaplanabileceği tespit edilmiştir.

BİT ve verimlilik arasında kısa dönem ilişkisi ise, ARDL Yaklaşımına dayalı Hata Düzeltme Modeli ile incelenmiştir. Hata Düzeltme Modeli aşağıdaki gibi oluşturulmuştur (Denklem 2):

$$\Delta LSB\hat{I}_t = \beta_0 EC_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta_1 \Delta LSB\hat{I}_{t-1} + \sum_{i=0}^l \Delta LB\hat{I}_{t-i} + u_t \quad (2)$$

Burada, Δ , değişkenlerin birinci farklarını ifade etmektedir. EC_{t-1} terimi, Hata Düzeltme Katsayısıdır ve bu katsayı kısa dönemde oluşabilecek sapmaların uzun dönemde ne kadarının düzeltilebileceğini ifade etmektedir. Hata Terimi Katsayısının negatif ve istatistiki açıdan anlamlı olması gerekmektedir. Çizelge 5, ARDL (4, 4) Yaklaşımına dayalı Hata Düzeltme Sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 5. ARDL (4, 4) Hata Düzeltme Modelinin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği
LSBİ(-1)	-0,611623	0,194480	-3,144923 (0,007)*
LSBİ(-2)	-0,163669	0,184385	-0,887645 (0,390)
LSBİ(-3)	-0,339869	0,136822	-2,484023 (0,027)*
LBİ	-0,312956	0,214473	-1,459186 (0,168)
LBİ(-1)	-0,570740	0,257656	-2,215124 (0,045)*
LBİ(-2)	-0,533759	0,224380	-2,378820 (0,034)*
LBİ(-3)	-0,376706	0,194442	-1,937369 (0,074)**
	-0,372842	0,116498	-3,200405 (0,007)*

Not: Bağımlı değişken $\Delta LSBİ$ 'dir. Parantez içerisindeki değerler, istatistiklere ilişkin olasılık değerlerini göstermektedir. *, % 5 anlamlılık düzeyinde; **, % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir.

Çizelge 5'de gecikme uzunlukları AIC kriterine göre belirlenmiştir. Hata Düzeltme Katsayısı, beklenildiği gibi negatif işaretli ve istatistiki açıdan anlamlıdır. Bu nedenle, BİT ile verimlilik arasında uzun dönemli ilişki olduğu bir kez daha kanıtlanmaktadır. Bu katsayının tahmin değeri (-0,3728) kısa dönem şokların ardından uzun dönem dengesinden ortaya çıkabilecek sapmaların bir dönem sonra yaklaşık % 37'sinin giderilebileceğini ortaya koymaktadır. Katsayı ne kadar büyük olursa, uzun dönemde ortaya çıkabilecek dengesizliklerde o kadar hızlı ortadan kalkabilecektir. Kısa dönem dinamiklerine bakıldığında ise, BİT değişkeninin uzun dönem katsayıları ile kıyaslandığında verimliliği kısa dönemde çok fazla etkilemediği ve anlamlı etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

BİT'in verimlilik üzerine olan pozitif ve anlamlı etkisi ekonomi literatürü açısından genel kabul görmüş bir olgudur. Bu çalışmada BİT'in verimlilik üzerine etkisi incelenmiştir. Modelde, Türkiye'de BİT ve verimlilik arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılması için 2009Q1-2015Q2 dönemi içerisinde üçer aylık veriler kullanılarak Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilmiş ARDL Sınır Testi Yaklaşımı kullanılmıştır. Modelde imalat sanayinde çalışılan saat başına üretim endeksi ile bilgi teknolojilerini gösteren değişkenler kullanılmıştır. Hem Uzun Dönem Analizinden hem de Hata Düzeltme Modelinden çıkarılan sonuçlara göre, Türkiye'de BİT ile verimlilik arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, BİT değişkenine ait uzun dönem katsayısı beklenildiği gibi pozitif bulunmuş ve istatistiksel açıdan anlamlı bir sonuç ortaya konmuştur. Bu nedenle modelde yer alan BİT değişkeninin verimlilik üzerinde etkili olduğu kanıtlanmıştır.

BİT'in kullanımının artması imalat sanayinde verimliliğin artırılmasına olumlu bir etki yapacaktır. Bu nedenle hükümetlerin ve politika uygulayıcıların teknolojik altyapı ve işgücüne yönelik yapılan yatırımlara ağırlık vermesi gerekmektedir. Çünkü bu yönde yapılan yatırımlar diğer alanlarda pozitif dışsallıklar yaratarak sürdürülebilir ve uzun vadeli büyüme ve verimliliğin artırılmasına fayda sağlar. Şöyle ki, BİT kullanımının artması sonucu işgücü verimliliğinin artması ekonomik büyümenin en temel anahtarı pozisyonundadır. Bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması sayesinde imalat sanayinde üretim kapasitesi artacak ve dolayısıyla yenilik, endüstriler arası etkileşim, dış pazar çeşitliliği ile firma kapasitesinin artırılması da ortaya çıkacaktır. Şöyle ki, uzun vadeli verimlilik artışı sağlanması açısından hem Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler hem de gelişmiş ülkeler için imalat sanayinde BİT kullanımına ağırlık verilmesinin, ekonomi açısından motor görevi gören en temel itici güç olduğu ifade edilebilir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, BİT kullanımının ülkelerin verimlilik artışı ve ekonomik büyüme sağlamaları açısından anahtar role sahip olduğunu söylemek mümkündür. Benzer şekilde BİT ürünleri, hükümetler tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları ve BİT ithalatının, emek verimliliği üzerinde artış sağlayıcı gücü olduğu kanıtlanmıştır. Basit bir çıkarım olarak bu sonuçlar doğrultusunda firmaların ve ülkelerin BİT yatırımlarına ağırlık vermesi gerektiği ifade edilebilir. Gerçekten de BİT'in üretim faktörü olarak kullanılması teknolojik ilerleme kanalıyla emek verimliliğini arttırmaktadır. Şöyle ki, ülkelerin üretim için BİT kapsamında makine alımları ve birimler arasında daha güvenli iletişim sağlanması için yüksek ve hızlı internet aboneliği satın almaları gibi politikalar benimsemeleri daha verimli iş akışı sağlayarak, ekonomik yapıyı yeniden şekillendirmekte ve verimlilik artışı sağlamaktadır. Diğer bir önemli bulgu ise, insanların daha fazla bilgi ve iletişim teknoloji ürün ve hizmetlerini tüketmesi gerektiğidir. Küreselleşen dünyada BİT, yaşamımızın bir parçası olduğundan dolayı süreklilik sağlanması amacıyla bu teknolojilerden en iyi yarar nasıl sağlanabileceğinin detaylı bir şekilde ortaya konulması önem arz etmektedir. Sonunda zincirleme etki ile işgücü verimliliğinde artış ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmalara paralel olarak farklı zaman aralığı, ülke grubu ya da farklı değişkenler kullanılarak benzer çalışmalar ortaya konulabilmektedir. Çünkü ülkelerin BİT kullanarak verimliliklerini arttırıcı yönde politikalar benimsemeleri önem arz etmektedir. Bununla birlikte, BİT kullanımından kaynaklanan verimlilik arttırıcı genel politikalar ortaya konulması için farklı modeller yardımı ile daha kapsamlı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- BLACK, S. E. ve LYNCH, L. M., (2001), **How to Compete: The Impact of Workplace Practices and Information Technology on Productivity**, Review of Economics and Statistics, 83 (3), 434-445.
- BROWN, R. L., DURBIN, J. ve EVANS, J. M., (1975), **Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships Over Time**, Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), 149-192.
- BRYJOLFSSON, E. ve HITT, L., (1998), **Beyond the Productivity Paradox: Computers are the Catalyst for Bigger Changes**, Communication of the Acm, Vol. 41, No. 8, Pp. 49-55.
- CARDONA, M., KRETSCHMER, T. ve STROBEL, T., (2013), **ICT and Productivity: Conclusions From the Empirical Literature**, Information Economics and Policy, 25 (3), 109- 125.
- COLECCHIA, A. ve SCHREYER, P., (2002), **ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries**, Review Of Economic Dynamics, Vol. 5, No. 2, Pp. 408-442.
- ENGLE, R. F. ve GRANGER, C. W., (1987), **Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing**, *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- FOX, S., (2006), **"IT Stats, IT Salaries"**, Infoworld 28 (24), 6.
- GUST, C. ve MARQUEZ, J., (2004), **International Comparisons of Productivity Growth: The Role of Information Technology and Regulatory Practices**, Labour Economics, 11 (1), 33-58.
- INKLAAR, R., TIMMER, M. P. ve VAN ARK, B., (2008), **Market Services Productivity Across Europe and the US**, Economic Policy, 23 (53), 140-194.
- JONA LASINIO, C., IOMMI, M. ve MANZOCCHI, S., (2010), **Intangible capital and productivity growth in European Countries**, Available at SSRN 169198.
- JORGENSON, D. ve STIROH, K., (2000), **Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age**, Brookings Papers on Economic Activity N 1. Washington, DC: Brookings Institution.
- JORGENSON, D. W. ve GRILICHES Z., (1967), **The Explanation of Productivity Change**, The Review of Economic Studies, 249-283.
- JORGENSON, D. W., (1966), **The Embodiment Hypothesis**, The Journal of Political Economy, 1-17.
- MIRIBEL, F. G., (2001), **Impacts of Information Technology on Labor Productivity: A Regional Panel Analysis of the United States, 1977-1997** (Doctoral Dissertation, Lyon 2).
- OECD, (2001), **Measuring Productivity: Measurement of Aggregate and Industry- Level Productivity Growth: OECD Manual**, Organisation for Economic Co- Operation and Development.
- OLINER, S. D. ve SICHEL, D. E., (2000), **The Resurgence of Growth in the**

- Late 1990s: Is Information Technology the Story?**, Journal of Economic Perspectives, 14 (4), 3- 22.
- OULTON, N., (2001), **ICT and Productivity Growth in the United Kingdom**, Senior Economist, Structural Economic Analysis Division, Bank of England, London, 2001, S.7
 - PESARAN, M. H., SHIN Y. ve SMITH, R. J., (2001), **Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships**, Journal of Applied Econometrics, 16 (3), 289- 326.
 - SAMIMI, A. J. ve ARAB M., (2011), **Information and Communication Technology (ICT) & Total Factor Productivity (TFP): Evidence from Selected Countries of the World**. Middle-East Journal of Scientific Research, 10 (6), 768-776.
 - SPIEZIA, V., (2011), **Are ICT Users More Innovative?**, OECD Journal: Economic Studies, 2011 (1), 1-21.
 - STEINDEL, C. ve STIROH, K. J., (2001), **Productivity Growth: What is it and Why do We Care About it?**, Business Economics, 36 (4), 13-31.
 - TIMMER, M. P. ve VAN ARK, B., (2005), **Does Information and Communication Technology Drive EU-US Productivity Growth Differentials?**, Oxford Economic Papers, 57 (4), 693-716.
 - VAN ARK, B., MELKA, J., MULDER, N., TIMMER M. ve YPMA, G., (2002), **“ICT Investment and Growth Accounts for the European Union, 1980-2000”**, Paper Prepared for DG ECFIN, European Commission, Brussels, September.
 - VELİ, A. K. E. L. ve GAZEL, S., (2014), **Döviz Kurları İle BIST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı**, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (44), 23-41.
 - WYCKOFF, A. W., (1995), **The Impact of Computer Prices on International Comparison of Productivity, Economics of Innovation and New Technology**, Vol. 3, Nos 3-4, Pp. 277-293.