Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi
Third Sector Social Economic Review
56(2) 2021, 1231-1244
doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.21.06.1599

Araştırma Makalesi

Bilişim Teknolojileri ve Ekonomik Büyüme

Information Technologies and Economic Growth

Ümit KOÇ
Dr., Uzman, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
umit.koc@tcmb.gov.tr
https://orcid.org/0000-0002-1853-5156

Makale Gönderme Tarihi	Revizyon Tarihi	Kabul Tarihi
03.05.2021	18.05.2021	13.06.2021

Öz

Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren bilgi ve iletişim alanında çok büyük teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Bu dönemde bilgi de emek ve sermaye gibi ciddi bir üretim faktörü haline gelmiştir. Zamanında ve doğru bilgiye erişimin son derece önem kazanması, bunu sağlayacak bilişim teknolojileri altyapılarının da gelişmesine neden olmaktadır. Bilişimin yaşamın her alanına girmesi ciddi verimlilik artışlarına yol açmakta, verimlilikte yaşanan artışlar da ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Bu çalışmada 2001 ve 2018 yılları arasında Türkiye'de bilişim teknolojilerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmektedir. Analize internet ve cep telefonu abonelikleri ile bilişim teknolojileri dış ticaret haddi dahil edilmiştir. Kullanılan modelde Kalman Filtresi kullanılarak, parametrelerin zaman içinde izlediği patika da gözlemlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Ekonomik Büyüme, Bilişim Teknolojileri, Kalman Filtresi*

Abstract:

Especially since the 1990s, there have been huge technological developments in information and communication areas. In this period, knowledge has become a serious production factor just like labor and capital. The importance of accessing the appropriate information in a timely manner causes the development and improvement of information technologies infrastructures. Being in every field of daily life, information and communication technologies lead to serious increases in productivity and consequently, these productivity increases positively affect economic growth. In this study, we examine the effects of information and communication technologies on economic growth for Turkey between 2001 and 2018. We use internet and mobile phone subscriptions and the volume of information technologies trade in the analysis. Applying Kalman Filter in our model, we obtain the time varying coefficients for the variables.

Key Words: *Economic Growth, Information Technologies, Kalman Filter*

1. Giriş

Dünyamız özellikle son 30 yıl içinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin öncülüğünde büyük bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu dönüşüm üretim süreçlerinden, tüketim alışkanlıklarına, ürün tedarik

Önerilen Atıf /Suggested Citation
Koç, Ü. 2021. Bilişim Teknolojileri ve Ekonomik Büyüme, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi,* 56(2), 1231-1244

zincirlerinden, reklam ve tanıtım yöntemlerine kadar pek çok yaşamsal alanı kapsamaktadır. İlk örneği 1945 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Savunma Bakanlığı bünyesinde kullanılmak üzere üretilen bilgisayarlar, artık yaşamımızın neredeyse ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. 1970'li yılların başında yine ABD'de savunma sanayinde kullanılmak üzere tasarlanan ve bugün kullandığımız INTERNET'in atası kabul edilen ARPANET ağı ile birlikte bilgisayarlar tek başına değil, birbirleri ile haberleşerek çalışmaya başlamışlardır. 1990 yılından itibaren de internetin yaygınlaşması ile birlikte bilgi çağı, bilgi ekonomisi gibi kavramlar ülkelerin ve politika yapıcıların çok sık kullandığı kavramlar haline gelmiştir.

Teknolojik gelişim ve bu gelişimin ekonomiye etkileri pek çok iktisatçının anlamaya ve açıklamaya çalıştığı alanlardır. Örneğin Joseph Schumpeter, yeniliğin sürdürülebilir ekonomik büyüme için kritik olduğunu ve "yaratıcı yıkım" olarak tanımlanan bir kavramsallaştırma ile yenilikçi ürünlerin eskilerinin yerini alacağını ifade etmektedir (Schumpeter, 1934). Bu çerçeveden değerlendirildiğinde, yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren başlayan yaratıcı yıkımın, ya da daha güncel bir söylemle inovasyonun adı "bilişim" ve onun etrafında şekillenen teknolojidir.

Bilişim teknolojileri sürekli olarak inovasyon potansiyelini içinde barındırmakta ve yeniden daha büyük dalgalar halinde yaratıcı yıkıma yol açan gelişmeleri insanlığın önüne sermektedir. Bu kadar kapsamlı bir değişimin ekonomik alanda da ciddi yansımaları olması kaçınılmazdır.

Neoklasik büyüme teorisine göre, büyümenin itici gücü dışsal teknolojik değişimdir. İçsel büyüme teorisi ise, büyümenin insan sermayesine ve teknoloji geliştirmeye yapılan yatırımlardan nasıl filizlendiğini modellemektedir. İçsel büyüme teorisi, bilişim teknolojilerinin yeni ürünler, süreçler ve iş modelleri geliştirerek ekonomik büyümeye katkıda bulunduğunu ifade etmektedir (Czernich ve diğ., 2011; Stanley, Doucouliagos ve Steel, 2018). İçsel büyüme modellerini (Örneğin Romer (1990) ve Stokey (1995) çalışmaları) takiben inovasyonun, ekonomide daha üretken ve etkin kaynak tahsisine yol açtığı ve bu çerçevede ekonomik büyümenin önemli bir itici gücü olduğu çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır (Hudson ve Minea, 2013; Pradhan ve diğ., 2020).

Bilişim teknolojilerinin yaygınlaşması tüm sektörler bazında kaynakların daha etkin kullanılmasına, üretim maliyetlerinin çok ciddi biçimde düşmesine, daha çok talebe ve daha çok yatırım yapılmasına yol açmaktadır (Bahrini ve Qaffas, 2019; Grimes, Ren ve Stevens, 2012; Jorgenson ve Stiroh, 1999; Lee, Levendis ve Gutierrez, 2012; Vu, 2011). Bu durum; yarattığı etki nedeniyle, potansiyel olarak ekonomik büyüme olgusunu da içermektedir. Bilişim teknolojileri üretim süreçleri yanında tüketim tercihlerini de ciddi biçimde dönüştürerek uzun dönemli ekonomik büyüme oranları üzerinde önemli bir etki yaratma potansiyeline sahiptir. Bu çerçevede yapılan çalışmalarda gelişmiş ülkelerde hızla artan bilgisayar yatırımının, özellikle 1990'ların sonlarında ekonomik büyümeye önemli ölçüde katkıda bulunduğuna dair sonuçlara ulaşılmıştır (Jorgenson ve Stiroh, 2000; Oliner ve Sichel, 2000; Roller ve Waverman, 2001; Koutroumpis, 2009; Inklaar, O'Mahony ve Timmer, 2005; Stanley, Doucouliagos ve Steel, 2018).

Bilişim sistemlerinin kullanımı ile birlikte, iş süreçlerindeki değişiklikler, organizasyon yapısı ve müşteri ve tedarikçi ilişkilerindeki yenilikler dahil olmak üzere büyük ve küçük pek çok tamamlayıcı değişikliğin hayata geçtiği görülmektedir. Bu değişiklikler, kurumsal sermayeye yapılan tamamlayıcı yatırımlar olarak düşünülebilir ve bunların etkisi bilgisayarlara yapılan doğrudan yatırımlardan çok daha fazladır. Bu tamamlayıcı yatırımlar zaman aldığından, bilgisayarlaşmanın ek faydaları, firmalar işletmenin geri kalanında tamamlayıcı değişiklikleri uyguladıkça ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bilgisayarlaşmanın çıktı üzerindeki etkisi, bilgisayar sermayesinin faktör payından daha büyük olabilmektedir (Brynjolfsson ve Yang, 1999; Brynjolfsson, Hitt ve Yang, 2002; Brynjolfsson ve Hitt, 2003).

Bilişim teknolojilerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi genellikle sermaye ve emek katkısı dışındaki artışı ifade eden toplam faktör verimliliği başlığı altında incelenir. Bu etki; bilginin daha verimli yayılması, düşük işlem maliyetleri ve daha verimli piyasa işlemi ve teknoloji merkezli organizasyonel yenilenme ile artan verimlilik şeklinde ifade edilebilir (Biagi, 2013; Stanley,

Doucouliagos ve Steel, 2018). Gelişmiş ekonomilerde, verimlilik artışı hem teknolojik yeniliğe hem de teknolojik yeniliğin sağladığı organizasyonel değişikliklere bağlıdır. Pek çok işletmede bilgisayarlaşmanın artması da bu durumun fiili bir sonucudur (Brynjolfsson ve Hitt, 2003).

Bilişim teknolojileri, e-ticaret ve e-bankacılık aracılığı ile ekonomideki diğer sektörlere de katkıda bulunur. Örneğin, bilişim, e-ticarette iletişim maliyetlerini düşürür ve özellikle dış ticaret alanında yüksek olan piyasaya giriş maliyetlerini düşürerek, küçük firmaların da pazara dahil olmalarının önünü açar ve bilgiye erişimi en üst düzeye çıkararak ihracatçıların/ithalatçıların birçok sınırlamasını ortadan kaldırır (Khan ve Majeed, 2019; Xing, 2018).

Bu çalışmada bilişim teknolojileri ile büyüme arasındaki ilişki Türkiye örneği için araştırılmaktadır. Çalışmada Türkiye'de bilişim teknolojileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Kalman Filtresi kullanılarak analiz edilmekte ve değişkenlere ait katsayıların zaman içinde değişimleri incelenmektedir. Konuya ilişkin olarak Türkiye için çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte, kullanılan yöntem ve değişkenler ile kapsanan zaman aralığı bağlamında bu çalışmanın deneysel literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Zira model, tüm değişkenler için her dönem farklı bir katsayının hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde bilişim teknolojileri ve büyüme ilişkisine yönelik teorik kurgu üzerinde durulacak, üçüncü bölümde ise Türkiye verileri ile yapılan deneysel çalışma ve tahmin sonuçları irdelenecektir. Çalışmamız sonuç kısmı ile sonlanacaktır.

2. Teorik Çerçeve

Solow (1957), Griliches (1988) ve Brynjolfsson ve Hitt (1994) çalışmalarında da ifade edildiği üzere, uzun dönemde ekonomik büyümenin en önemli belirleyicilerinden birisi teknolojik gelişimdir. Bilim yoluyla elde edilen bilginin pratik amaçlar için uygulanması olarak tanımlanan teknoloji, üretkenliği ve büyümeyi geliştirmeyi destekler, tedarik zinciri süreçlerini düzene sokarak ve karar verme ve yaratmada bilgiye erişim sağlayarak üretim maliyetini düşürür, rekabetçi fiyatlarla kaliteli ürünlerin üretilmesini sağlar (Solow, 1957; Romer, 1990). Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki son derece önemli gelişme ve atılımlar, geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğine damgasını vurmuş ve yaşamın her alanında hem bireysel hem de toplumsal bazda ciddi değişikliklere yol açmıştır. Bu değişiklikler doğal olarak hem mikro hem de makro seviyede ekonomiyi etkilemektedir.

Bilişim teknolojileri genel amaçlı bir teknolojidir. Genel amaçlı teknolojiler pek çok sektörü etkileyerek geniş çapta kullanılır hale gelirler. Bu teknolojiler zaman içinde kullanıcı tarafındaki maliyetlerde azalmaya yol açan yenilikçi tamamlayıcılıklara sahiptir. Bu tamamlayıcılık tek başına maliyetlerle sınırlı değildir. Aynı zamanda ürün ve süreçlerin yeni tasarımlarına veya yeniden tasarımlarına da imkan verirler. Hemen hemen tüm firmalar az ya da çok bir tür bilişim teknolojisini kullanmaktadır. Bilişim teknolojileri iletişim maliyetlerini önemli ölçüde düşürmekte ve firma ölçeğinde iş yapmayı ve tanınırlığı artırmaktadır. Ayrıca son dönem teknolojileri olarak nesnelerin interneti veya yapay zeka bağlamında yeniliklerin ortaya çıkması da yine bilişim teknolojilerinden kaynaklanmaktadır. Genel amaçlı bir teknoloji olarak bilişim zaman içinde eşit olmayan bir şekilde dağılmış olsa da, ortaya çıkan olumlu etkiden az ya da çok pek çok kesimin faydalandığı gözlemlenmektedir (Bresnahan ve Trajtenberg, 1995; Kumar ve diğ., 2019).

Bilgisayarları, zaman içinde firma düzeyinde üretkenliği artıran büyük bir teknolojik ve organizasyonel değişim sisteminin parçası olarak değerlendirmek mümkündür. Bu, bilgisayarların genel amaçlı bir teknoloji olarak algılanmasıyla tutarlıdır. Bilgisayarlaştırma sadece satın almak değildir; fiziki bir sermaye stoğu olarak bilgisayar ve kullanılan yazılımlar, bazılarının uygulanması yıllar alan, tamamlayıcı yatırımların ve yeniliklerin kapsandığı daha geniş bir perspektifi içerir (Brynjolfsson ve Hitt, 2003). İşte bu perspektifi kapsayan bilişim odaklı yaklaşım toplam faktör verimliliği artışına katkıda bulunmaktadır. Toplam faktör verimliliği artışı ise iktisadi büyümenin en önemli belirleyicilerinden birisidir. Bilişim sistemleri yeni çalışma sistemleri, organizasyonel iyileştirme ve iş sürecinin yeniden yapılandırılması gibi alanlara

yapılacak yatırımlarla birleştirildiğinde yeni üretim yöntemlerini mümkün kılacak bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel, uzun süreler boyunca ekonomide önemli verimlilik iyileştirmeleri ve hatta belki de yapısal değişiklikleri sağlayabilecektir (Bresnahan ve Trajtenberg, 1995; Milgrom ve Roberts, 1990; Brynjolfsson ve Hitt, 2003).

Bilişim teknolojilerinin iktisadi bağlamdaki etkisinin tam zamanlamasını, yapısını ve gücünü tahmin etmek kolay olmamakla beraber, genel olarak bilişimin ekonomide büyümeyi artırma potansiyeline sahip olduğu konusunda bir mutabakat vardır. Bilişime bağlı olarak üretim potansiyelinde yaşanacak artış, sadece bilişim ile ilgili endüstrilerle sınırlı olmayacak, genel ekonomiye yayılacaktır. Her şeyden önce, fiziki olarak bilişim teknolojileri ile ilgili yatırımı teşvik ederek sermaye stokunun büyüme oranını artırabilir. Bu tür bir yatırım, sermayeye giderek daha karmaşık bir bilişim teknolojisinin yerleştirilmesine yol açar ve buna bağlı olarak sermayenin kalitesini de yükseltir. Daha da önemlisi, bilginin kurum içinde ve dışında yayılma ve paylaşılma hızını artırarak, sermaye ve emek kombinasyonunu büyük ölçüde değiştirebilir, iş yapmada daha fazla verimlilik sağlayabilir, kurumsal yeniden yapılanmayı kolaylaştırabilir, sinerjik bir etki yaratabilir ve dolayısıyla sermaye ve emeğe atfedilemeyen verimlilik artışlarına (toplam faktör verimliliği) yol açar. Örneğin, aracılık hizmetlerine yönelik iş ihtiyacını azaltabilir, envanter yönetimini daha verimli hale getirebilir ve işletmelerin küresel olarak ağa bağlı işletmelerden girdi satın almasını veya dış kaynak kullanımı gerçekleştirmesini sağlayabilir (Report from G7 Finance Ministers, 2000).

Bilgisayarlar, üretim sürecinin kendisini değiştirerek ve firmalar içinde ve arasında tamamlayıcı yenilikler yaratarak onları kullanan firmaların verimliliğini etkileyebilir. Şirketler, sabit bir üretim süreci bağlamında daha ucuz bir girdiyi (örneğin bilgisayarları) başka bir girdiyle (örneğin işgücüyle) ikame etmek yerine, üretim süreçlerini temelden değiştirecek yenilikler için bilgisayarları diğer girdilerle birleştirebilir. Bu, bilgisayarların girdi payından ve sermaye stoğu içindeki payı ve getiri oranından daha büyük bir çıktı büyümesine yol açabilir. Başka bir açıdan bakıldığında, tamamlayıcı yeniliklerin kendileri bir tür girdi veya örgütsel sermaye olarak düşünülebilir (Brynjolfsson, Hitt ve Yang, 2002; Brynjolfsson ve Hitt, 2003).

Bilişim teknolojileri ile ilgili yatırımın artması, bilişim ile ilgili hizmetlere yönelik talebin genişlemesi ve işletmeden tüketiciye olmak üzere elektronik ticaret ve elektronik finansal işlemleri de içeren yeni tüketici odaklı hizmetlerin geliştirilmesi yoluyla talep tarafında da etkilere sahip olacaktır. İnternet aracılığıyla işletmeler ve tüketiciler arasındaki iki yönlü bilgi akışı, yeni talep türleri ve yeni iş fırsatları yaratabilir. Bilişim teknolojileri ile ilgili yatırım ve hizmetler, kullanıcı sayısı arttıkça faydaların önemli ölçüde arttığı ve pazarın boyutu büyüdükçe maliyetlerin azaldığı ve kârların arttığı bir durumu içerecektir. Bu durum ölçeğe göre artan getiriye işaret etmektedir (Report from G7 Finance Ministers, 2000).

Elektronik finansal işlemlerin ekonomiler içindeki payı arttıkça, bilişim sistemleri, parasal büyüklükler ve bunların para politikasının yürütülmesindeki rolleri yanında finansal istikrar için önemli hale gelmiştir. Bu yanı ile de dolaylı olarak potansiyel büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu söylenebilir. Elektronik finansal işlemlerde, hızlı, düşük maliyetli ve geniş iletişim özelliklerine sahip İnternet kullanımı, işlem maliyetlerinde ciddi bir düşüşe ve müşteri rahatlığında iyileştirmelere izin verebilir. Elektronik finansal işlemler, zaman ve mesafe sınırlamalarını ortadan kaldırarak sınır ötesi işlemleri kolaylaştırabilir ve böylece müşterilere küresel ölçekte hizmet vermeyi mümkün kılabilir (Report from G7 Finance Ministers, 2000).

Bilişim teknolojilerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini doğrudan ve dolaylı olarak sınıflandırmak mümkündür. Bilişim teknolojilerinin doğrudan etkileri, yazılım ve donanım üretiminde farklılaştırılabilen ürünlerin üretimi ile ilgilidir. Bilişim alanında farklı bir mal ya da aramal bu kapsamda değerlendirilir. Dolaylı etkiler ise bilişim teknolojileri çerçevesindeki ürünlerin kullanımının neden olduğu büyüme etkileriyle ilgilidir. Bilişim teknolojileri, iletişim maliyetlerini doğrudan düşürür ve üretim süreçlerini iyileştirmek için yeni fırsatların geliştirilmesi yoluyla üretim maliyetlerini azaltabilir. Ek olarak, tüketici davranışının değişmesine

ve yeni büyüme fırsatlarına yol açabilir. Ayrıca, bilişim teknolojileri, veri oluşturarak, depolayarak ve ileterek, bilgi asimetrilerinin neden olduğu piyasa aksaklıklarını azaltır ve bu durumdan hem tüketiciler ve firmalar faydalanır (Kumar ve diğ., 2019).

Pradhan ve diğ. (2020) çalışmasına göre bilişim teknolojileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki dört farklı şekilde ele alınabilir. Bunlardan ilki, bilişim teknolojileri yayılımının ekonomik büyümeye neden olduğunu öne süren arz yönlülük hipotezidir. Burada artan bilişim teknolojileri yatırımları ile istihdam yaratan yeni sektörlerin ortaya çıkması yanında bilişim teknolojilerinin firma düzeyinde üretkenliği artırdığı vurgulanmaktadır. Öte yandan küçük ölçekli bilişim yatırımları ile küçük mikro işletmeler pazar erişimlerini ve satış kanallarını artırma olanaklarına kavuşmakta ve bu durum da ekonomik büyüme üzerinde pozitif yönlü bir etki yaratmaktadır (Chen, Niebel ve Saam, 2016; Brynjolfsson ve Hitt, 2003). İkinci yaklaşım, ekonomik büyümenin bilişim teknolojileri yayılımına neden olduğunu varsayan talep yönlülük hipotezidir. Yüksek ekonomik büyümeye sahip ülkeler, küresel rekabet güçlerini artırmak için ülke genelinde bilişim yayılımını artırmaya dönük olarak ciddi bir kaynak tahsisatı yapmaktadırlar. Buna ilişkin bulgular OECD (2003), Shiu ve Lam (2008) ve Hong (2017) çalışmalarında yer almaktadır. Üçüncü yaklaşım, bilişim teknolojileri yayılımı ile ekonomik büyümenin birbirlerini eşanlı olarak etkilediklerini savunan geri besleme hipotezidir. Dördüncü ve son yaklaşım ise, bilişim teknolojileri ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki olmadığını savunan tarafsızlık hipotezidir.

3. Deneysel Çalışma

Bilişim ve büyüme arasındaki ilişkiyi Türkiye için araştırmak amacıyla Bailliu, Lafrance ve Perrault (2003) çalışması takip edilerek aşağıdaki indirgenmiş form denklemi oluşturulmuştur:

$$Buyume_t = \beta_{i,t} * X_{i,t} \qquad i = 1,2,,,9 \qquad \textbf{(1)}$$

Büyümeyi açıklamak için 3 tanesi bilişim teknolojilerini, 6 tanesi büyümenin diğer belirleyicilerini kapsayan (ve kontrol amacıyla kullanılan) toplam 9 adet bağımsız değişken (Tablo-1'de açıklamaları ve veri kaynağı verilen) kullanılmaktadır. (1) numaralı denklemi 9 değişken ile birlikte aşağıdaki gibi ifade edebiliriz:

$$Buyume_t = \beta_{1,t} * I_t + \beta_{2,t} * G_t + \beta_{3,t} * DT_t + \beta_{4,t} * OK_t + \beta_{5,t} * N_t + \beta_{6,t} * NDV_t + \beta_{7,t} * IB_t + \beta_{8,t} * CT_t + \beta_{9,t} * BTDT_t \qquad \textbf{(2)}$$

(2) numaralı denklemde $\beta_{i,t}$ katsayıları ifade ederken, *I, G, DT, OK* ve *NDV* değişkenleri de sırasıyla yatırımlar, kamu harcamaları, toplam dış ticaret haddi, özel sektöre bankalar tarafından verilen krediler ve net dış varlıklar değişkenleridir. Bu değişkenlerin gayrı safi yurt içi hasılaya oranları kullanılmaktadır. Çalışabilir nüfusun (15-64 yaş arası nüfusu gösterir) toplam nüfusun içindeki oranı da *L* ile gösterilmektedir. *IB* ve *CT* değişkenleri sırasıyla kişi başına düşen internet ve cep telefonu aboneliklerini ifade ederken, *BTDT* değişkeni bilişim teknolojilerinin toplam ihracat ve ithalatını göstermektedir. *BTDT* verisi bilişim teknolojileri dış ticaret haddinin toplam dış ticaret haddine oranı olarak modele dahil edilmektedir. Buyume verisi olarak da yıllık gayrı safi yurt içi hasıladaki değişim oranı kullanılmaktadır. Modelde deneysel çalışma 2001-2018 yıllarını kapsayan yıllık verilerle yapılmaktadır. Bu zaman aralığının seçilmesinin en temel nedeni, ilgili dönemde, özellikle internetin her alana yayılmasıyla birlikte bilişim teknolojilerinin iktisadi süreçleri de etkilemeye başlamış olmasıdır.

Deneysel analizde katsayıların zaman içinde değiştiği varsayılmakta ve lineer kesikli-zaman stokastik durum-uzay modelleri kullanılmaktadır. Durum uzay modeli için Öztürk ve Özbek (2015) ve Özbek (2016) baz alınmakta olup model (3) ve (4) numaralı denklemlerle ifade edilmektedir:

$$x_{k+1} = \Phi_k * x_k + G_k * w_k \qquad \textbf{(3)}$$

$$y_k = H_k * x_k + v_k \qquad \textbf{(4)}$$

(3) ve (4) numaralı denklemlerde $x_k \in \mathbb{R}^n$ gözlenemeyen sistem durum vektörünü, $y_k \in \mathbb{R}^m$ sistem gözlem (ölçüm) vektörünü göstermektedir. Φ_k, $n*n$ boyutlu sistem geçiş matrisini, H_k, $m*n$ boyutlu gözlem matrisini göstermektedir. $w_k \in \mathbb{R}^n$ ve $v_k \in \mathbb{R}^m$ sıfır ortalamalı beyaz gürültü süreçlerini (hata terimi) göstermektedir.

Tablo-1: Modelde kullanılan değişkenlerin tanımları ve veri kaynakları

Değişken	Tanım	Veri Kaynağı
I	Yatırımların gayrı safi yurt içi hasılaya oranı	**PENN Dünya Tablosu**
G	Kamu harcamalarının gayrı safi yurt içi hasılaya oranı	**PENN Dünya Tablosu**
DT	Dış ticaret haddinin gayri safi yurt içi hasılaya oranı	**PENN Dünya Tablosu**
OK	Özel sektöre bankalar tarafından verilen kredilerin gayri safi yurt içi hasılaya oranı	**Dünya Bankası**
N	Çalışabilir nüfusun (15-64 yaş arası nüfusu gösterir) toplam nüfusun içindeki oranı	**Dünya Bankası**
NDV	Net dış varlıkların gayri safi yurt içi hasılaya oranı	**Dünya Bankası**
IB	Kişi başına düşen internet abonelikleri	**Dünya Bankası**
CT	Kişi başına düşen cep telefonu abonelikleri	**Dünya Bankası**
BTDT	Bilişim teknolojileri dış ticaret haddinin toplam dış ticaret haddine oranı	**Dünya Bankası**
Büyüme	Yıllık büyüme oranı	**Dünya Bankası**

(2), (3) ve (4) numaralı denklemler kullanılarak;

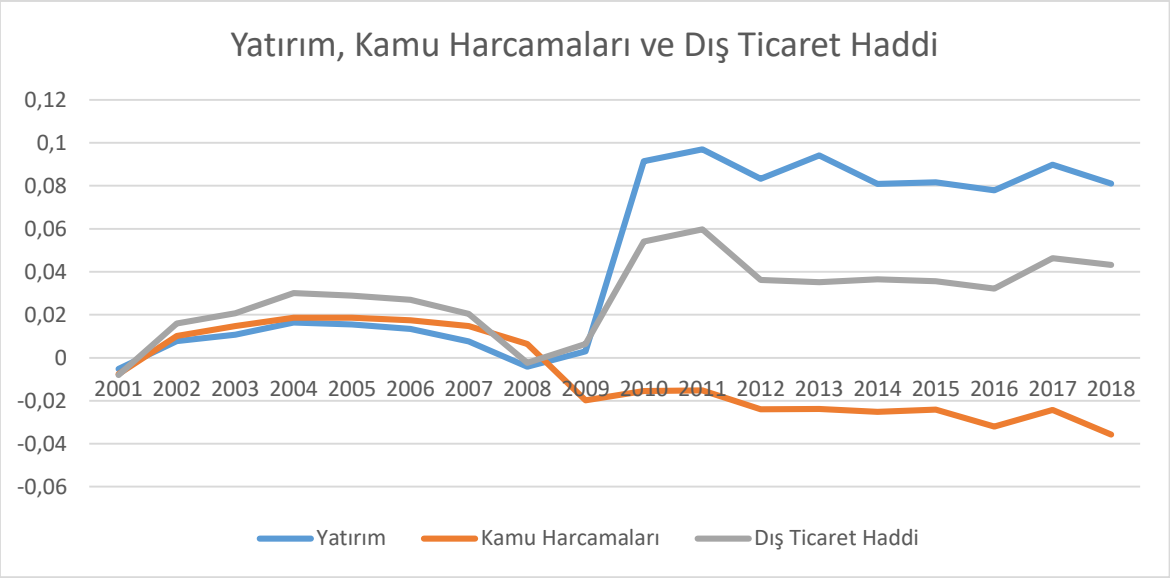
$$Buyume_t = \beta_{1,t} * I_t + \beta_{2,t} * G_t + \beta_{3,t} * DT_t + \beta_{4,t} * OK_t + \beta_{5,t} * N_t + \beta_{6,t} * NDV_t + \beta_{7,t} * IB_t + \beta_{8,t} * CT_t + \beta_{9,t} * BTDT_t + w_t \quad \textbf{(5)}$$

Ve her $\beta_{i,t}$ için;

$$\beta_{i,t} = \beta_{i,t-1} + v_{i,t} \quad \textbf{(6)}$$

oluşturulmaktadır. (5) ve (6) numaralı denklemlerdeki hata terimleri *w* ve *v* birbirinden bağımsızdır. (5) numaralı denklem gözlem değerini, (6) numaralı denklem ise durum vektörünü göstermekte olup bu şekilde Kalman Filtresi kullanılarak, parametrelerin zamana bağlı olarak tahmini yapılabilmektedir.

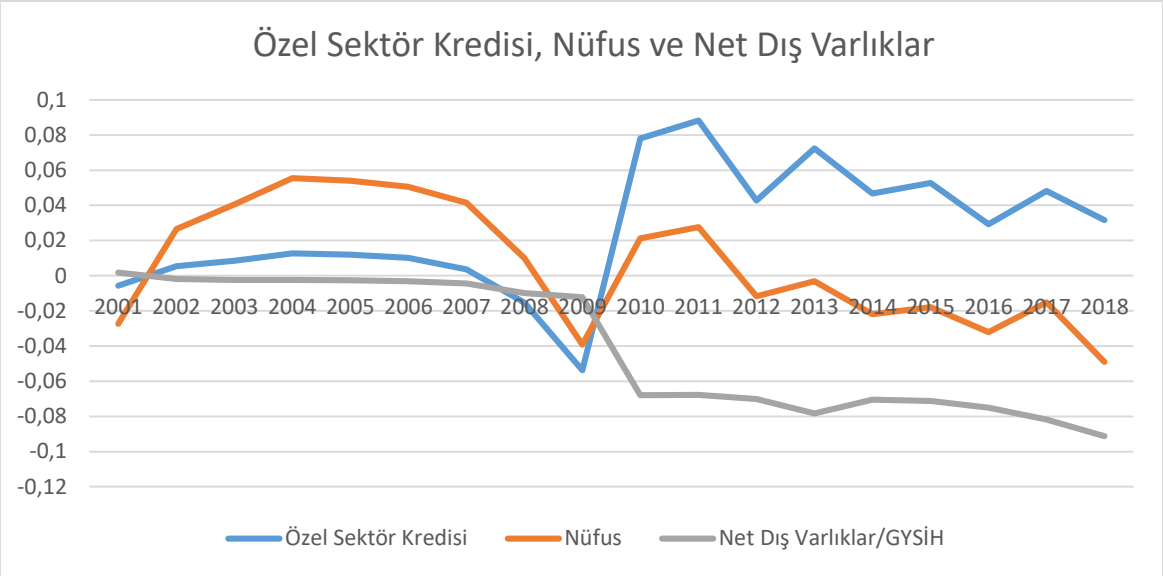
Modelde elde edilen katsayıların zamana göre değişen değerleri sırasıyla Grafik-1, Grafik-2 ve Grafik-3'te verilmektedir. Grafik-1'den anlaşılacağı üzere yatırım harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi tüm zamanlarda pozitiftir. Kamu harcamalarının etkisinin ise 2008 yılına kadar son



Grafik-1: Yatırım, Kamu Harcamaları ve Dış Ticaret Haddinin Büyüme üzerindeki etkisi

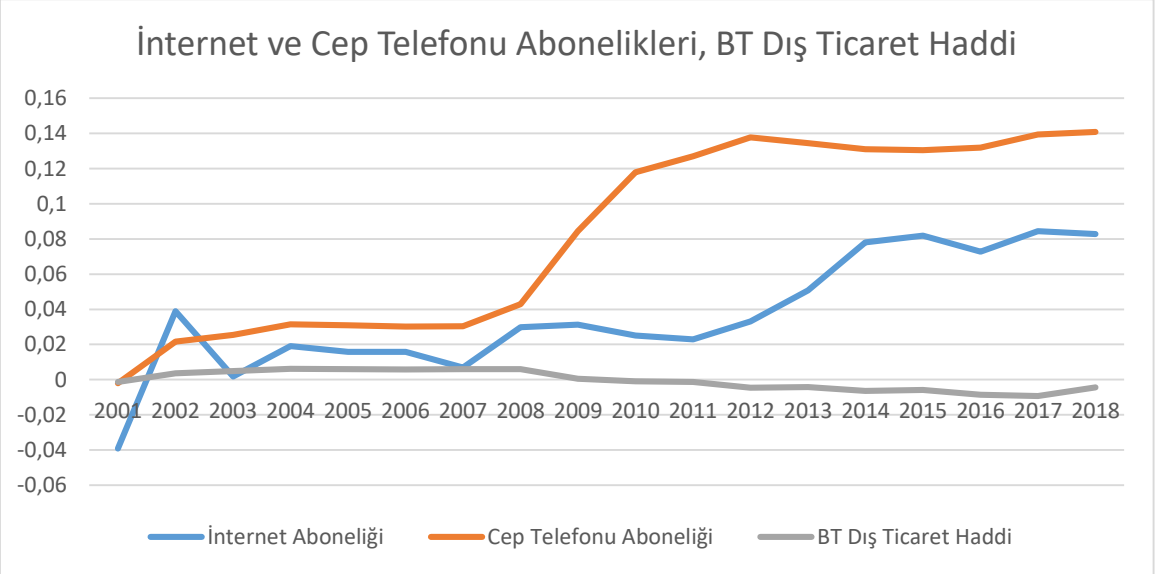
derece küçük ama pozitif olduğu, 2008 yılından sonra ise yine küçük ama negatif olduğu görülmektedir. Esnek kur rejiminde kamunun harcamalarını artırması nominal kur üzerinde bir baskı yaratmakta ve artışa yol açmaktadır. Kurdaki değişim net ihracat üzerinden büyümeyi etkilemektedir. Ekonomide açıklığın bir göstergesi olarak kabul edilen dış ticaret haddinin de ekonomik büyümeyi tüm dönemler boyunca pozitif etkilediği görülmektedir.

Grafik-2'de bankalar tarafından özel sektöre verilen kredilerin (GYSİH'e oranı) , nüfusun (toplam nüfusa oranı) ve net dış varlıkların (GYSİH'e oranı) ekonomik büyüme üzerindeki etkileri yer almaktadır. Özel sektöre verilen krediler yatırımları artırmakta ve bu çerçevede ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır. Türkiye için 2002 ve 2008 yılları arasında net dış varlıklar GYSİH'e göre oransal olarak artmış ve Türk Lirası da değerlenmiştir. Bu durumun iki etkisi vardır. İlk etkisi, döviz kurunun ekonomi üzerinde yaratacağı kırılganlığı azaltarak ekonomik büyümeyi artırmasıdır. İkinci etki ise, değerlenen Türk Lirasının ihracat üzerindeki negatif etkisi nedeniyle ekonomik büyümenin düşmesidir. 2002-2008 yılları arasında bu etkinin hemen hemen hiç olmadığı görülmektedir. 2010 yılı sonrasında ise negatif net dış varlık pozisyonu neticesinde, ekonomik büyümenin de negatif etkilendiği görülmektedir. 15-64 yaş arası nüfus oranının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi genelde pozitif seyretmekle birlikte, bu etkinin okullaşma oranı ve emeğin verimliliğinin artış oranları ile birlikte değerlendirilmesinin daha uygun olacağı değerlendirilmektedir (Saygılı & Cihan, 2008).



Grafik-2: Özel Sektöre Verilen Krediler, Nüfusun ve Net Dış Varlıklar/GYSİH değişkenlerinin ekonomik büyümeye etkisi

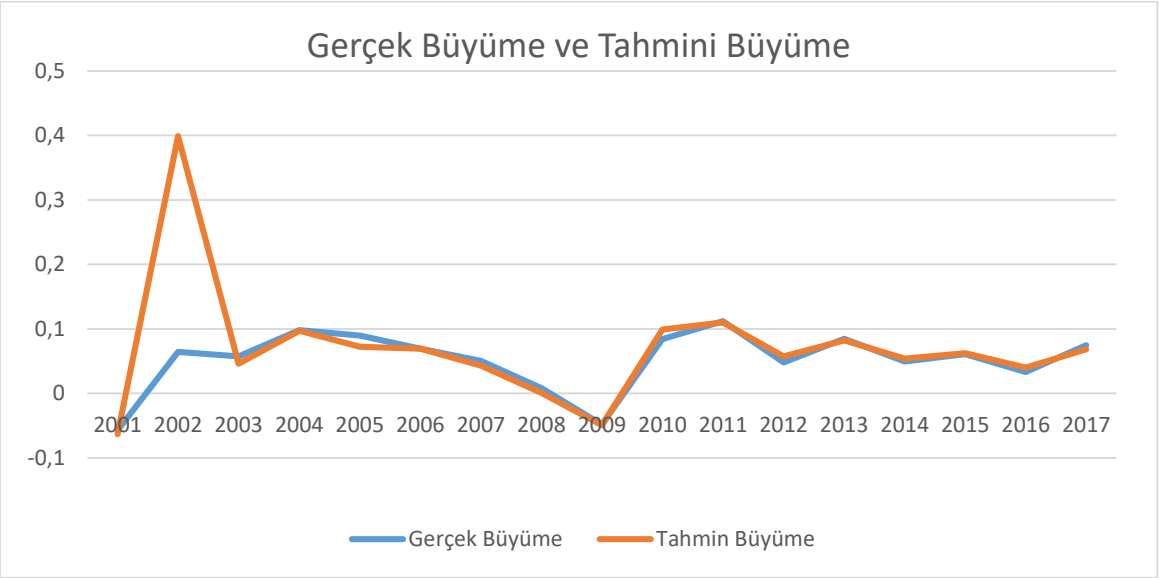
Grafik-3'te internet ve cep telefonu abonelikleri ile bilişim teknolojileri dış ticaret haddinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri verilmektedir. Bilişim teknolojileri dış ticaret haddinin toplam dış ticaret haddine oranının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin çok sınırlı olduğu görülmektedir. Öte yandan kişi başına düşen internet ve cep telefonu aboneliklerinin yıllık değişim oranlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri daha belirgindir. Her ikisinin de ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 2007 yılından itibaren çok daha belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu iki değişken özelinde arz yönlülük hipotezinin geçerli olduğu ve bilişim teknolojilerinin büyümeyi artırıcı etkisinin olduğu değerlendirilmektedir.



Grafik-3: Internet ve Cep Telefonu Abonelikleri, Bilişim Teknolojileri Dış Ticaret Haddi'nin ekonomik büyümeye etkisi

Grafik-4'te gerçek büyüme verileri ile model ile tahmin edilen büyüme rakamları verilmektedir. Modelin 2003 yılından sonra bir bütün olarak ürettiği sonuçlar gerçek veriye son derece yakındır.

Bu da modelin tüm açıklayıcı değişkenleri ile birlikte ortaya çıkardığı büyüme tahmininin güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.



Grafik-4: Gerçek Büyüme ve Tahmin Edilen Büyüme

Ekonomik büyüme analizlerinin çoğunda, bilişim teknolojilerinin verimlilik ve büyüme üzerindeki üç etkisi üzerinde durulur. İlk olarak, bir sermaye malı olarak bilişime yapılan yatırım, genel olarak işgücü verimliliğinin artmasına yardımcı olur. İkinci olarak, bilişim mal ve hizmetlerinin üretimindeki hızlı teknolojik ilerleme, bilişim teknolojileri üreten sektörde daha hızlı toplam faktör verimliliği büyümesine katkıda bulunabilir. Üçüncü olarak, bilişim teknolojilerinin daha fazla kullanılması, firmaların genel verimliliklerini artırmalarına ve dolayısıyla toplam faktör verimliliğini yükseltmelerine yardımcı olabilir. Bilişim teknolojilerinin daha fazla kullanılmasının daha düşük işlem maliyetleri ve daha hızlı inovasyon gibi etkileri de olabilir, bu da ekonominin genel verimliliğini, yani toplam faktör verimliliğini artıracaktır. Bu etkiler, farklı toplulaştırma seviyelerinde, yani makro-ekonomik, sektörel veya endüstri ve firma seviyesinde farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir (OECD, 2004).

Yukarıda ifade edilenler çerçevesinde, modelde kullanılan üç farklı değişkenin sermaye malı olarak büyümeye sağladığı katkıdan ziyade, verimlilik üzerinden dolaylı olarak ekonomik büyümeyi etkiledikleri değerlendirilmektedir. Bilişim teknolojileri üretim zincirlerinde teknolojik ilerleme, yenilikçi üretim yöntemleri ve diğer değer artırıcı özelliklerin kombinasyonu olarak toplam faktör verimliliği artışı ile ekonomik büyümeye katkı sağlayabilmektedir. Bilişim teknolojilerinin doğrudan bir çıktı etkisi vardır. Becchetti ve Adriani (2005) çalışmasında belirtildiği üzere üretkenlik artışının sağlanması aslında gelecekteki inovasyonun öncüsü olarak dışsallık yaratabilir ve bilginin yayılmasını içerebilir. Öte yandan bilişim teknolojilerindeki gelişmeler iletişim ve üretim maliyetlerini düşürmeye yardımcı olur, gelişmiş üretim yöntemlerinin yolunu açar.

Teknoloji ekonomik gelişimi etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Bir teknoloji bileşeni olarak bilişim varlıkları da tüm dünyada ekonomiyi ciddi biçimde etkilemektedir. Bilgisayar işlemci maliyetlerindeki düşüş ve bilgiyi işleme maliyetinin ciddi biçimde azalması bu dönemde bilişim teknolojilerinin her alanda kullanımının önünü açmıştır. Bilişim teknolojileri vasıtasıyla ortaya konan yeni yöntemler, üretimi yeni bir şekle sokmaktadır. Bilişim teknolojileri karlı yeni girişimler, yeni işler, yeni beceriler, yenilikçi yönetişim modelleri yaratan bir altyapının oluşmasına yol açmakta, finans, aracılık, ulaşım, lojistik ve bilişim destekli eğitim gibi alanlarda daha fazla ekonomik faaliyeti teşvik etmektedir. Bilişimin sağladığı olanaklarla finansal sistemde

çok sayıda yenilik yaratılmakta ve bunların bir süre sonra kamusal hale gelmeleri ile birlikte ortaya bir yayılım etkisi çıkmaktadır. Bu durum hem orta hem de uzun dönemli büyüme oranları üzerinde pozitif bir etki yaratma potansiyeline sahiptir.

Bilişim teknolojilerinin, geçmişte önemli genel amaçlı teknolojilerde olduğu gibi, zamanla ekonomiler üzerinde geniş kapsamlı ve derinlemesine etkileri olabilecektir. Bazı ülkelerde potansiyel büyüme üzerinde önemli etkiler görülmektedir ancak ülkelerin bilişim teknolojilerinden yararlanma hızlarında eşitsizlikler olduğu da çok açıktır. Bilişim teknolojilerinin faydalarını elde etmek için sağlam politikalar yanında sağlam, esnek ve açık bir ekonomi olması gerekmektedir (Report from G7 Finance Ministers, 2000). Bu da aslında hem ticari hem de bilimsel çerçevede dünya ile entegrasyonu sağlamak anlamını taşımaktadır.

4. Sonuç

Yöntem olarak zaman serilerinin kullanıldığı deneysel çalışmalarda, değişkenlerin katsayılarının tüm dönemler boyunca sabit olduğu varsayılmaktadır. Ancak bu durum gerçek verilerle çok örtüşmemektedir. Bu çerçevede çalışmamızda Kalman Filtresi uygulanarak değişkenlere ait katsayıların zaman içindeki değişimleri bilişim teknolojileri ekonomik büyüme ilişkisi bağlamında incelenmektedir.

Bilişim teknolojileri ve ekonomik büyüme ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmada, 2001-2018 yılları arasındaki Türkiye verileri kullanılmaktadır. Yapılan analiz çerçevesinde bilişim teknolojileri için 3 farklı vekil değişken kullanılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre; internet ve cep telefonu aboneliklerindeki yıllık değişimler ekonomik büyümeyi aynı yönlü etkilemektedir. Bilişim teknolojileri dış ticaret haddinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ise belirgin değildir. Ayrıca deneysel çalışmada kullanılan Kalman Filtresi yöntemi ile tahmin edilen büyüme ve gerçekleşen büyüme rakamları birbirine oldukça yakındır.

Yaşadığımız dönem bilgi çağı olarak adlandırılmaktadır. Bu çağın en belirleyici unsurlarından bir tanesi üstel olarak artan teknoloji ve bilgiye erişim araçlarındaki hızlı gelişimdir. Ülkeler geleceğe dair politikalar üretirken teknolojiyi kullanan formdan çıkıp teknolojiyi üreten forma geçerek topyekün bir kalkınma hamlesini planlamaya çalışmaktadır. Türkiye için de benzer bir durum geçerlidir.

Bu çerçeveden bakıldığında kamunun özel sektörü ve üniversiteleri desteklemek yanında bir aktör olarak teknoloji geliştirme süreçlerinde bulunması ve bu alanı dizayn etmesi kaçınılmaz olarak karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan bilişim teknolojileri tek başına yeterli değildir, onu tamamlayıcı nitelikte insan kaynağına ve örgütsel değişime de ihtiyaç vardır. Ayrıca üretken ve nitelikli beşeri sermayeyi ülke içinde tutmak oldukça önemli hale gelmiştir. Son dönemde yaşanan ülkenin nitelikli iş gücünün yurtdışına çıkması olgusu, hem iktisadi ve sosyal bir sorun olarak ele alınmalıdır. Çünkü bu durum sadece bugünü değil, önümüzdeki yüzyılın tamamını ilgilendirmektedir. Bilişim teknolojilerinin iktisadi süreçlere yansıması ile ortaya çıkan doğrudan ve dolaylı etkiler iktisadi büyüme üzerinde ciddi bir belirleyicilik etkisine yol açmaktadır. Öte yandan parametrelerin zaman içinde değişimlerinin analizi ve katsayılardaki değişime yol açan nedenler araştırmacıların üzerinde ciddi biçimde durması ve derinlemesine irdelemesi gereken alanlardır.

Kaynakça

Bahrini, R., & Qaffas, A. A. (2019). Impact of Information and Communication Technology on Economic Growth: Evidence from Developing Countries. Economies, 7(1), 21.

Bailliu, J., Lafrance, R., & Perrault, J.-F. (2003). Does Exchange Rate Policy Matter for Growth? International Finance, 6(3), 381–414.

Becchetti, L., & Adriani, F. (2005). Does the digital divide matter? The role of information and communication technology in cross-country level and growth estimates. Economics of Innovation and New Technology, 14(6), 435-453.

Biagi, F. (2013). ICT and productivity: A review of the literature. Institute for Prospective Technological Studies, Digital Economy Working Paper 2013/09.

Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General Purpose Technologies: Engines of Growth'? Journal of Econometrics, 65(1), 83–108.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1994). Computers and economic growth : firm-level evidence. Massachusetts Institute of Technology, Industrial Performance Center, Working paper, No: 27.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2003). Computing Productivity: Firm-Level Evidence. The Review of Economics and Statistics, 85(4), 793–808.

Brynjolfsson, E., & Yang, S. (1999). The Intangible Benefits and Costs of Computer Investments: Evidence from Financial Markets. MIT Sloan School of Management Workin Paper.

Brynjolfsson, E., Hitt, L., & Yang, S. (2002). Intangible Assets: How the Interaction of Computers and Organizational Structure Affects Stock Market Valuations. Brookings Papers on Economic Activity: Macroeconomics !, 137–199.

Chen, W., Niebel, T., & Saam, M. (2016). Are intangibles more productive in ICT-intensive industries? Evidence from EU countries. Telecommunication Policy, 40(5), 471–484.

Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband Infrastructure and Economic Growth. The Economic Journal, 121(552), 505-532.

Griliches, Z. (1988). Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation. Journal of Economic Perspectives, 2(4), 141-154.

Grimes, A., Ren, C., & Stevens, P. (2012). The need for speed: impacts of internet connectivity on firm productivity. Journal of Productivity Analysis, 37, 187–201.

Hong, J. (2017). Causal relationship between ICT R&D investment and economic growth in Korea. Technological Forecasting and Economic Change, 116.

Hudson, J., & Minea, A. (2013). Innovation, Intellectual Property Rights, and Economic Development: A Unified Empirical Investigation. World Development, 46(3), 66–78.

Inklaar, R., O'Mahony, M., & Timmer, M. (2005). ICT and Europe's productivity performance: Industry-level growth account comparisons with the United States. Review of Income and Wealth, 51(4), 505–536.

Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (1999). Information Technology and Growth. The American Economic Review, 89(2), 109-115.

Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (2000). Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age. Brookings Papers on Economic Activity, 125-211.

Khan, F. N., & Majeed, M. T. (2019). ICT and E-government as the Sources of Economic Growth in Information Age: Empirical Evidence from South Asian Economies. A Research Journal of South Asian Studies, 34(1), 227–249.

Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. Telecommunications Policy, 33(9), 471-485.

Kumar, R. R., Stauvermann, P. J., Kumar, N., & Shahzad, S. H. (2019). Exploring the effect of ICT and tourism on economic growth: a study of Israel. Economic Change and Restructuring, 52, 221–254.

Lee, S. H., Levendis, J., & Gutierrez, L. (2012). Telecommunications and economic growth: An empirical analysis of sub-saharan Africa. Applied Economics, 44(4), 461–469.

Milgrom, P., & Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. American Economic Review, 80(3), 511–528.

OECD. (2003). ICT and economic growth: Evidence from OECD countries, industries and firms. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2004). The Economic Impact of ICT: Measurement, Evidence and Implications. Paris: OECD Publications Service.

Oliner, S. D., & 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.

Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., & Bennett, S. E. (2020). Sustainable economic growth in the European Union: The role of ICT, venture capital, and innovation. Review of Financial Economics, 38(1), 34-62.

Report from G7 Finance Ministers, t. (2000). Impact of the IT Revolution on the Economy and Finance. Tokyo.

Roller, L. H., & Waverman, L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development, a simultaneous equations approach. American Economic Review, 91(4), 909-923.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. Journal of Political Economy, 98(5), S71–S102.

Saygılı, Ş., & Cihan, C. (2008). Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamikleri / 1987- 2007 Döneminde Büyümenin Kaynakları, Temel Sorunlar ve Potansiyel Büyüme Oranı. TÜSĐAD Araştırma Raporları Serisi, TÜSĐAD-T/2008-06/462. İstanbul: TUSİAD.

Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. Cambridge: Harvard University Press.

Shiu, A., & Lam, P. L. (2008). Causal Relationship between Telecommunications and Economic Growth in China and its Regions. Regional Studies, 42(5), 705–718.

Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics, 39, 312-320.

Stanley, T. D., Doucouliagos, H., & Steel, P. (2018). Does ICT Generate Economic Growth? A Meta-Regression Analysis. Journal of Economic Surveys, 32(3), 705–726.

Stokey, N. L. (1995). R&D and economic growth. Review of Economic Studies, 62(3), 469–489.

Vu, K. M. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996–2005 period. Telecommunications Policy, 35(4), 357–372.

Xing, Z. (2018). The impacts of information and communications technology (ICT) and E-commerce on bilateral trade flows. International Economics and Economic Policy, 15(3), 565-586.

Research Article

Bilişim Teknolojileri ve Ekonomik Büyüme

Information Technologies and Economic Growth

Ümit KOÇ

Dr., Uzman, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

umit.koc@tcmb.gov.tr

https://orcid.org/0000-0002-1853-5156

Extensive Summary

Especially in the last 30 years, the world has been in a huge transformation process with the developments in information and communication technologies. This transformation covers many vital areas such as production processes, consumption habits, product supply chains, various marketing methods.

The widespread use of information technologies leads to more efficient use of resources, to a serious decrease in production costs, and to more demand and more investment (Bahrini and Qaffas, 2019; Grimes, Ren and Stevens, 2012; Jorgenson and Stiroh, 1999; Lee, Levendis and Gutierrez, 2012; Vu, 2011). Information technologies have the potential to affect the long-term economic growth rates by transforming consumption preferences as well as production processes. In the studies covering the information technology framework, it has been concluded that the rapidly increasing computer investment in developed countries contributed significantly to economic growth especially in the late 1990s (Jorgenson and Stiroh, 2000; Oliner and Sichel, 2000; Roller and Waverman, 2001; Koutroumpis, 2009; Inklaar, O'Mahony & Timmer, 2005; Stanley, Doucouliagos, & Steel, 2018).

Information technologies can be referred as a general purpose technology. Information technologies significantly reduce communication costs and increase firm-scale “doing business” and “recognition”. In addition, the emergence of innovations in the context of "internet of things" or artificial intelligence as recent technologies is also stemmed from information technologies. Although information and communication technologies are unevenly distributed over time, it is observed that more or less many countries, organizations, firms and people, benefit from the final resulting positive effect (Bresnahan & Trajtenberg, 1995; Kumar et al., 2019).

The effects of information technologies on economic growth can be classified as direct and indirect. The direct effects of information technologies are related to the production of software and hardware. Indirect effects are related to the growth effects caused by the use of information technology products (hardware and software). Information technologies can reduce communication costs and production costs by developing new opportunities to improve production processes.

According to Pradhan et al. (2020), the relationship between information technologies and economic growth can be addressed in four different ways. The first of these is the supply-oriented hypothesis that suggests that the diffusion of information technologies causes economic growth. Here, it is emphasized that information technologies increase productivity at the firm level. On

the other hand, with small-scale IT investments, small micro enterprises have the opportunity to increase their market access and sales channels, which has a positive effect on economic growth (Chen, Niebel, & Saam, 2016; Brynjolfsson & Hitt, 2003). The second approach is the demand-oriented hypothesis that assumes that economic growth leads to the diffusion of information technologies. Countries with high economic growth make a serious resource allocation to increase the spread of informatics throughout the country in order to increase their global competitiveness. The third approach is the feedback hypothesis, in which information technology diffusion and economic growth affect each other simultaneously. The fourth and final approach is the neutrality hypothesis, suggesting that there is no relationship between information technologies and economic growth.

This study aims to explore the relationship between information technologies and economic growth for Turkey between 2001-2018. In the model, three proxy variables (the annual change internet and mobile phone subscriptions, the ratio of information technologies terms of trade to total terms of trade) are used for information technologies. According to the findings, annual changes in internet and mobile phone subscriptions affect economic growth in the same direction which suggests that the supply-oriented hypothesis is valid for these two variables and that information technologies have an increasing effect on growth. The effect of the information technology terms of trade on economic growth is not clear. In addition, the estimated growth rate via Kalman Filter is very close to the actual growth rate.