

Bilgi İletişim Teknolojileri ve Ekonomik Büyüme: Beşli Kırılgan Ekonomiler Üzerine Bir Uygulama

Berat HARMAN*
Zehra ABDİOĞLU**

Öz

Bu çalışmada Beşli Kırılgan Ekonomiler olarak adlandırılan Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye için ekonomik büyüme ile bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Bu amaçla her bir ülkeye ait GSYİH büyüme oranı ile cep telefonu abone sayısı arasındaki nedensellik ilişkisi Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik analizi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada 1990-2020 dönemine ilişkin yıllık veri seti kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre Brezilya ve Güney Afrika için ekonomik büyümeden bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur. Endonezya ve Türkiye için seriler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Ampirik bulgular Hindistan için ekonomik büyüme ve bilgi ve iletişim teknolojileri arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını göstermektedir. Bu çalışma genel olarak Beşli Kırılgan Ekonomiler için bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik büyümeye ivme kazandırdığını ve aynı zamanda ekonomik büyümenin teknolojik gelişmeye yön verdiğini kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi ve İletişim Teknolojileri, Ekonomik Büyüme, Toda ve Yamamoto Nedensellik Testi

Information Communication Technologies and Economic Growth: An Application on Five Fragile Economies

Abstract

In this study, the relationships between economic growth and the use of information and communication technologies are investigated for Brazil, Indonesia, South Africa, India and Turkey, which are called as Five Fragile Economies. For this purpose, the causality relationship between the GDP growth rate and the number of mobile phone subscribers of each country is examined using the causality analysis of Toda and Yamamoto (1995). The annual data set for the period from 1990 to 2020 is used in this study. According to the findings of the study, there is a unidirectional causality relationship from economic growth to the use of information and communication technologies for Brazil and South Africa. There is a bidirectional causality relationship between the series for Indonesia and Turkey. The empirical results indicate that no causality between economic growth and information and communication technologies for India. This study generally proves that information and communication technologies accelerate economic growth and at the same time, economic growth directs technological development for Five Fragile Economies.

Keywords: Information and Communication Technologies, Economic Growth, Toda and Yamamoto Causality Test

Geliş/Received: 25.01.2023

Kabul/Accepted: 23.05.2023

• **Etik Kurul Beyanı:** Bu çalışma, insanlardan veri ve örnek toplamayı gerektiren, anket, inceleme, alan çalışması ve deney içeren araştırmalar kapsamına girmediğinden etik kurul onay belgesi gerektirmemektedir.

* Arş. Gör., Giresun Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü,, berat.harman@giresun.edu.tr, Orcid: 0000-0002-0780-6854.

** Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, maras@ktu.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1653-2840.

(Makale Türü: Araştırma makalesi)

Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT), bilgilerin (ses, veri, metin, görüntüler) toplanması, depolanması, işlenmesi, iletilmesi ve sunulması için donanım, yazılım, ağlar ve ortamlardan oluşur. Bilgi altyapısı bilginin iletildiği, saklandığı ve dağıtıldığı telekomünikasyon ve bilgi ağlarının yanı sıra gömülü teknolojiler ve teknik bilgiyi ifade eder. Sabit hatlı telefonlar, cep telefonları, internet ve geniş bant gibi ICT altyapısındaki gelişimler sayesinde bireyler, firmalar ve hükümetler bilgiye ölçek, kapsam ve hız açısından çok daha iyi erişebilmektedir. ICT yayılımı, kaynak dağılımının verimliliğini önemli ölçüde iyileştirmekte, üretim maliyetlerini büyük ölçüde azaltmakta ve talep ve yatırımı teşvik etmektedir (Jorgenson ve Stiroh, 1999; Lee, Levendis ve Gutierrez, 2012; Bahrini ve Quaffas, 2019).

Bilgi daima ekonomik gelişmenin merkezinde yer almıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilgi ve ekonomik büyüme arasındaki bağı güçlendirmiştir (World Bank, 2002: 3). ICT'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi üç başlık altında ifade edilebilir. İlki bir sermaye malı olarak ICT yatırımları genel sermaye derinleşmesine katkıda bulunarak emek verimliliğinin artmasına yardımcı olur. İkincisi, ICT mal ve hizmetlerinin üretimindeki hızlı teknolojik ilerlemeler ICT üreten sektörlerde daha hızlı çoklu faktör verimlilik artışına katkıda bulunur. Üçüncüsü ise ICT kullanımındaki artış firmaların genel etkinliklerini artırmaya yardımcı olur. Üstelik daha fazla ICT kullanımı daha düşük işlem maliyetleri ve daha hızlı inovasyona olanak tanıyarak ekonominin tümü için etkinlik sağlar (OECD, 2003: 36).

ICT'nin ekonomik etkisi farklı bilişim teknolojilerinin ekonomiler arasında ne ölçüde yayıldığıyla yakından bağlantılıdır. ICT bir iletişim ağı teknolojisidir ve ne kadar çok birey ve firma tarafından kullanırsa o kadar fazla fayda üretir. ICT kullanımının temel ekonomik göstergesi yatırımlar içinde ICT'nin payıdır. ICT yatırımları, ICT kullanımı için altyapı imkânı sunarak işletmelere verimli donanım ve yazılım olanağı sağlar. ICT kullanımının ekonomik etkilerinin ikinci göstergesi ICT mal ve hizmetlerini üreten sektörün büyüklüğüdür. ICT üretimi hızlı teknolojik ilerleme ile karakterize edildikçe ve çok güçlü taleple karşı karşıya kaldıkça ekonomik büyümeye, istihdama ve ihracata büyük katkılar sağlar. Ayrıca güçlü bir ICT sektörüne sahip olmak firmaları ICT kullanmaya sevk edebilir ve ICT kullanımından yararlanmak için gerekli olan beceri ve yeterlilikleri üretmeye yardımcı olur. Böylece güçlü bir ICT sektörü ekonomik büyümeyi destekleyebilir. Üçüncü gösterge ise ICT'nin ekonomik dağılımıdır. Eğitim, finansal hizmetler, sağlık, perakende ticaret ve bir dizi imalat sanayi sektörleri nispi olarak bilgi teknolojileri sermayesinin kendi toplam donanım ve yazılım stokları içinde daha büyük bir payına sahiptir. Tarım, madencilik, imalat ve inşaat gibi mal üreten sektörler daha az bilgi teknoloji yoğun sektörlerdir. ICT'nin dağılımı firma büyüklüklerine göre farklılık arz eder. Daha küçük firmalar büyük firmalara göre daha az ICT yoğun çalışmaktadır. Dolayısıyla ICT kullanımının etkisi büyük firmalar için daha fazladır. (OECD, 2003:19-24).

1990'lı yıllardan itibaren çok sayıda araştırmacı bilgi teknolojilerindeki gelişim ile ekonomik büyüme arasındaki teorik ve ampirik ilişkiyi araştırmıştır (Kim, 2007). Bazı çalışmalar daha yüksek verimlilik dolayısıyla ICT gelişiminin ekonomik büyümeye önemli katkıda bulunduğu yönünde bulgular sunarken bazı çalışmalar ICT'deki gelişimin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olmadığı yönünde bulgular elde etmiştir. Literatürde ICT ve ekonomik büyüme arasındaki tek yönlü ilişkinin yanı sıra iki yönlü ilişkinin de araştırıldığı gözlenmiştir.

Norton (1992) (Meksika ve Kanada), Wang (1999) (Tayvan) ve Nadiri ve Nandi (2003) (ABD_38 sektör) telekomünikasyon yatırımlarının işlem maliyetlerini azaltarak ekonomik büyümeye ciddi bir katkı sağladığını ortaya koymuştur. Colecchia ve Schreyer (2002), ABD için ICT yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkisinin Finlandiya, Avustralya ve Kanada'dan fazla; Fransa ve Japonya ile benzer ve Birleşik Krallık, İtalya ve Almanya'dan ise daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. MENA ülkeleri için ICT kullanımının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını tespit eden Hassan (2003), ICT'nin doğrudan yabancı yatırımlar üzerindeki pozitif etkisine dayanarak ICT'nin ekonomik büyümeyi dolaylı olarak etkilediğini belirtmiştir. Driouchi, Azelmad ve Anders (2006), Becchetti ve DiGiacomo (2007) ve Nasab ve Aghaei (2009), farklı ülke grupları üzerine yürüttükleri ampirik çalışmalarında bilginin ekonomik performans üzerinde pozitif etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yamak ve Bozkurt (2003), 47 ülkeye ait 1996-2000 dönemine ilişkin panel veri analizi sonucunda G7 ülkelerinde ICT'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu belirlemişlerdir. Benzer biçimde Yamak ve Koçak (2007), 50 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin 1993-2005 dönemine ilişkin panel verileriyle ICT yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Regresyon analizleri ICT yatırım harcamalarının büyüme üzerinde ileri derecede sanayileşmiş ülkelerde pozitif ve kuvvetli bir etkiye sahip olduğunu, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ise negatif etki yarattığını ya da hiçbir etkiye sahip olmadığını kanıtlamıştır.

Wu (2010), Ar-Ge faaliyetlerinin inovasyona ve bu yolla da Çin'deki ekonomik büyümeye olan katkısını analiz ettiği çalışmada Ar-Ge yoğunluğunun bölgesel inovasyona, bölgesel inovasyonun ise ekonomik büyümeye katkı yaptığını kanıtlamıştır. Andrianaivo ve Kpodar (2011), Afrika ülkeleri için çok sayıda ICT göstergesi (cep telefonu kullanımı, sabit telefon aboneliği vb.) kapsamında ICT'nin ekonomik büyümeye ivme kazandırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Güloğlu ve Tekin (2012), yüksek gelirli OECD ülkeleri için Ar-Ge harcamaları, inovasyon ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi araştırarak Ar-Ge yatırımlarından teknolojik ilerlemeye, teknolojik ilerlemeden de iktisadi büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğu yönünde bulgular elde etmişlerdir. Benzer şekilde 19 OECD ülkesi için Kaynak ve Arslan (2012), bilgi ekonomisi ile ekonominin kurumsal rejimi, eğitim ve inovasyon arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yine OECD ülkeleri için Işık ve Kılınç (2013), ekonomik büyüme ile bilgi ekonomisi arasında pozitif ilişki tespit etmişlerdir. Lee, Nam, Lee ve Son (2016), 40 ülke için inovasyonlar ve ekonomik büyüme arasında doğru yönlü korelasyon bulgusuna ulaşmışlardır. Artan, Hayaloğlu ve Baltacı (2014), 17 geçiş ekonomisi için telefon ve internet

kullanımının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu saptamışlardır. Benzer biçimde ASEAN ülkeleri için Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kapsamında Irawan (2014) ICT'nin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. G7 ve G20 ülkeleri itibarıyla ICT'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştıran Jorgenson ve Vu (2016), ICT'nin içselleştirilmesi ile ekonomik büyümeye katkı sağladığını vurgulamışlardır. Algan, Özmen ve Karlılar (2017), G20 ülkeleri itibarıyla ampirik analizler neticesinde 7 gelişmiş ülke için ICT'nin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstererek gelişmekte olan 13 ülkede bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik büyümeyi ters yönlü etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Kurniawati (2020), yüksek ve orta gelirli Asya ülkeleri için ICT (cep telefonu, sabit telefon ve internet kullanımı) ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırarak yüksek gelirli Asya ülkeleri için internet kullanımının, orta gelirli Asya ülkeleri için cep telefonu ve sabit telefon kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin daha anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Fernandez-Portillo, Almodovar-Gonzalez ve Hernandez-Mogollon (2020), OECD üyesi olan Avrupa Birliği ülkelerinde ICT'nin ekonomik büyümeyi yönlendirdiğini tespit etmişlerdir.

Kumar, Stauvermann ve Samitas (2016), Çin için ekonomik büyüme ile ICT (cep telefonu abone sayısı, internet abone sayısı, telefon ihracatı ve telekomünikasyon abone sayısı) arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptamışlardır. Türkiye için ICT (sabit telefon, cep telefonu ve internet kullanımı) ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye odaklanan Özkan ve Çelik (2018), internet ve sabit telefon kullanımı ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Yine Türkiye ekonomisi için Bozkurt (2015), ICT ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem denge ilişkisinin söz konusu olduğunu kanıtlamıştır. Ek olarak Sağlam ve Kaya (2020), Türkiye için ICT'nin işsizlik oranı üzerindeki kısa ve uzun dönem etkilerini 2005:01–2019:04 dönemi için araştırarak uzun dönemde ICT'deki %1'lik artışın işsizlik oranını %0.35 arttıracaklarını, kısa dönemde ise ICT'den işsizlik oranına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ekonomik büyüme ve ICT arasındaki ilişkiye çeşitli ICT göstergeleri kapsamında odaklanan literatür mercek altına alındığında özellikle ülke grupları itibarıyla araştırmaların yapıldığı dikkatleri çekmektedir. OECD, G7, G20, MENA, Avrupa Birliği vb. ülke grupları için makro düzeyde ICT'nin çeşitli ekonomik değişkenler üzerindeki etkisinin yoğun bir biçimde incelendiği gözlenmektedir. Bu çalışma ekonomik büyüme ve ICT arasındaki ilişkiyi yüksek cari açık, yüksek enflasyon ve yüksek dış borç oranları ile ön plana çıkan ve ABD doları karşısında para birimleri yüksek hassasiyet gösteren Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye için araştırmaktadır. 2013 yılında Morgan Stanley tarafından yapılan adlandırmayla “Beşli Kırılgan Ekonomiler” olarak anılan bu beş ülkeye ilişkin GSYİH büyüme oranları ile ICT (cep telefonu abone sayısı) arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto nedensellik yaklaşımı kullanılarak 1990-2020 dönemi için incelenmiştir. Çalışmada bir taraftan ICT kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılırken diğer taraftan ekonomik büyümenin ICT'ye etkisi mercek altına alınmıştır. Bu kapsamda çalışmada bundan sonraki bölümlerde

öncelikle kullanılan veri seti ve ekonometrik yaklaşım tanıtılacaktır. Daha sonra ekonomik büyüme ve ICT arasındaki nedensellik ilişkisine yönelik bulgulara ve genel değerlendirmelere yer verilecektir.

Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Çalışmada Beşli Kırılğan Ekonomiler için ekonomik büyüme ve ICT arasındaki ilişkiyi analiz etmek üzere ekonomik büyüme (Büyüme) serisini temsil etmek için sabit fiyatlarla GSYİH (2010=100) serisinin logaritmik farkı kullanılmıştır. ICT'yi temsil etmesi için tüm ülkeler itibariyle 1990-2020¹ döneminde kesintisiz veri setine ulaşma imkânı tanıyan ve literatürde çok sayıda çalışmada kullanılan (Hardy, 1980; Andrianaivo ve Kpodar, 2011; Artan, Hayaloğlu ve Baltacı, 2014; Kumar, Stauvermann ve Samitas, 2016; Özkan ve Çelik, 2018 vb.) cep telefonu abone sayısı (CTAS) ele alınmıştır. İlgili veri seti Dünya Bankası veri tabanından indirilmiştir.

Tablo 1'de Brezilya, Endonezya, Hindistan, Güney Afrika ve Türkiye için 1990-2020 dönemine ait yıllık GSYİH büyüme serileri ile cep telefonu abone sayısına dair ortalama, standart sapma, eğiklik ve basıklık katsayıları gibi tanıtıcı istatistikler sunulmuştur. Tablodan gözleneceği üzere ortalama büyüme oranı en fazla olan ülke %5.6 ile Hindistan iken 1990-2020 dönemi boyunca en yüksek yıllık büyüme oranı %10.06 ile Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir. İlgili dönem aralığında bütün ülkelerin negatif büyüme yaşadıkları görülmektedir. Ekonomik büyüme serileri arasında en yüksek standart sapmaya sahip olan ülke %4.4 ile Türkiye iken en düşük standart sapma Güney Afrika'ya aittir. Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan için ekonomik büyüme serileri normal dağılıma sahip değildir. Cep telefonu abone sayısı istatistikleri sahip olduğu nüfusun etkisiyle ortalama olarak en yüksek abonelik sayısının Hindistan'a ait olduğunu göstermektedir. Cep telefonu aboneliğinde en fazla değişkenlik sergileyen ülke Endonezya iken en az değişkenlik gösteren ülke Türkiye olmuştur. Brezilya, Güney Afrika ve Türkiye için cep telefonu abonelik sayısı normal dağılıma uymamaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Seriler	Ortalama	S. Sapma	Max.	Min.	Eğiklik	Basıklık	Jarque-Bera
Büyüme _{Brezilya}	0.022	0.028	0.072	-0.041	-0.502	2.945	1.265
LCTAS _{Brezilya}	16.762	3.400	19.453	6.503	-1.559	4.622	15.962***
Büyüme _{Endonezya}	0.045	0.039	0.079	-0.141	-3.699	17.238	320.735***
LCTAS _{Endonezya}	16.397	3.430	19.891	9.803	-0.663	2.001	3.565
Büyüme _{GAfrika}	0.019	0.025	0.054	-0.066	-1.433	5.930	20.999***
LCTAS _{GAfrika}	15.868	3.001	18.390	8.645	-1.293	3.463	8.918**
Büyüme _{Hindistan}	0.056	0.030	0.085	-0.075	-2.762	12.288	145.971***
LCTAS _{Hindistan}	18.176	3.023	20.885	11.247	-0.837	2.359	3.483
Büyüme _{Türkiye}	0.042	0.044	0.106	-0.059	-0.939	3.008	4.406
LCTAS _{Türkiye}	16.152	2.646	18.224	10.367	-1.112	2.688	6.515**

*** ve **, sırasıyla ilgili istatistiğin %1 ve %5 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

¹ Hindistan için cep telefonu abone sayısı serisi 1995 yılından başlamaktadır.

Zaman serilerinin kullanıldığı bu çalışmada öncelikle serilerin durağanlık analizleri yapılmıştır. Durağanlık analizlerinde ilk olarak Dickey ve Fuller (1979) tarafından önerilen Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) yaklaşımı kullanılmıştır. Ele alınan örnek dönemi içinde gerçekleşen yapısal değişimlerin varlığı ADF gibi standart birim kök testlerinde test sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Perron (1989, 1990) ve Zivot ve Andrews (1992) zaman serilerinde yapısal kırılmanın varlığı durumunda geleneksel birim kök testlerinin serinin birim kök taşıdığını ifade eden sıfır hipotezini kabul etme eğiliminde olduğunu savunmuşlardır. Bu nedenle çalışmada ele alınan serilerin bütünleşme derecelerinin doğru belirlenmesi amacıyla ADF yaklaşımının yanı sıra olası yapısal kırılmaları dikkate alan Zivot ve Andrews (ZA) yapısal kırılmalı birim kök testi de uygulanmıştır. Zivot ve Andrews (1992), yapısal kırılmanın içsel olarak belirlendiği bir birim kök testi geliştirmişlerdir. ZA testinde sıfır hipotezi serilerin sabit ve/veya trendde yapısal kırılma ile birim köke sahip olduğunu ifade etmektedir. ZA birim kök testinde, (1) numaralı denklem sabitteki, (2) numaralı denklem ise hem sabit hem de trenddeki kırılmayı incelemektedir.

$$Y_t = \hat{\mu}^A + \hat{\theta}^A DU_t(\hat{\theta}) + \hat{\beta}^A t + \hat{\alpha}^A Y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{C}_j^A \Delta Y_{t-j} + \hat{\varepsilon}_t \quad (1)$$

$$Y_t = \hat{\mu}^C + \hat{\theta}^C DU_t(\hat{\theta}) + \hat{\beta}^C t + \hat{\gamma}^C DT_t^*(\hat{\theta}) + \hat{\alpha}^C Y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{C}_j^C \Delta Y_{t-j} + \hat{\varepsilon}_t \quad (2)$$

$DU(\hat{\theta})$, eğer $t > T_B$ ise 1, değilse 0; $DT^*(\hat{\theta})$, eğer $t > T_B$ ise $t - T_B$, değilse 0 değerini alan kukla değişkenlerdir. T_B , kırılma zamanını, $\hat{\theta} = T_B/T$ kırılma noktasını göstermektedir. Yapısal kırılma analizinde seriler $j = 2/T$ 'den ve $j = (T-1)/T$ 'ye kadar EKK yöntemi ile tahmin edilmektedir. $\alpha^i = 1$ 'i test etmek için hesaplanan t istatistiğinin en küçük olduğu dönem modeldeki kırılma noktası olarak ele alınmaktadır (Zivot ve Andrews, 1992: 254-255).

Çalışmada ekonomik büyüme ve ICT serileri arasındaki dinamik ilişkiyi analiz etmek üzere nedensellik analizine başvurulmuştur. Toda ve Yamamoto (1995)'nin önerdiği nedensellik yaklaşımı, birim kökler ve eş bütünleşme dereceleri için kullanılan potansiyel eğilimli ön testlere gereksinim duymamaktadır. Toda-Yamamoto nedensellik yaklaşımı zaman serilerinin bütünleşme derecelerinin yanlış tanımlanması ve değişkenler arasındaki eş-bütünleşme ile ilgili riskleri en aza indiren bir yöntemdir. Bu nedenle değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen nedensellik yaklaşımından yararlanılmıştır. Toda ve Yamamoto (1995), gerçek gecikme uzunluğu k 'ya eşit olduğunda ve bütünleşme derecesi 0 veya 1 olduğunda $(k+1)$. dereceden bir VAR modelini tahmin etmeyi önererek Wald istatistiğinin hipotezi test etmek için asimptotik Ki-Kare dağılımına sahip olduğunu göstermişlerdir. Bu gecikmesi artırılmış VAR yaklaşımı, entegrasyon derecesine karar vermemizi gerektirmediği için faydalıdır ancak yapay olarak artırılmış gecikme nedeniyle etkin değildir (Kurozumi ve Yamamoto, 2000: 208).

Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen yaklaşım, VAR (k) parametreleri üzerindeki kısıtları test etmek için bir modifiye Wald (MWALD) testi kullanmaktadır. k, sistemin gecikme uzunluğudur. Toda-Yamamoto yaklaşımının temel fikri, doğru gecikme uzunluğu k'yi, maksimum entegrasyon derecesi (dmax) kadar yapay olarak arttırmaktır (Wolde-Rufael, 2004: 71). VAR sistemi (k+dmax) derecesi için tahmin edilir. Son dmax gecikmeli vektörlerin katsayı matrisleri göz ardı edilir ve ilk k katsayı matrislerinin üzerindeki kısıtlar standart asimptotik teori kullanılarak test edilebilir. Bu nedenle, Toda-Yamamoto yaklaşımını uygulamak için, söz konusu serinin gerçek gecikme uzunluğu (k) ve maksimum bütünleşme derecesini (dmax) bilmemiz gerekir. VAR(k+dmax) tahmin edildiğinde test Ki-Kare asimptotik dağılımına sahiptir. Sürecin entegrasyon derecesi, modelin gerçek gecikme uzunluğunu aşmadığı sürece, değişkenlerin entegrasyon derecelerine veya eş bütünleşik olup olmamalarına bağlı olmaksızın MWALD istatistiği geçerlidir (Toda ve Yamamoto, 1995: 245).

Toda ve Yamamoto (1995), birim kökler ve eş bütünleşme dereceleri için ön testler olmaksızın VAR modellerinin parametreleri üzerindeki kısıtlamaları temsil eden ekonomik hipotezleri test etmek için basit bir yol önermişlerdir. VAR modelinin gecikme uzunluğu (k) ve sistemdeki serilerin maksimum bütünleşme derecesi (dmax) belirlenerek k+dmax gecikme uzunluğu için VAR sistemi tahmin edilmektedir. Tahmin edilen modelde parametre kısıtları test edilerek nedensellik ilişkisi araştırılır. (3) ve (4) numaralı denklemlerde ω , ψ , α ve β değişken katsayılarını; ϑ sabiti; Z_{1t} (3) numaralı denklemin, Z_{2t} ise (4) numaralı denklemin hata terimini göstermektedir.

$$LCTAS_t = \vartheta + \sum_{i=1}^k \omega_i LCTAS_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \omega_j LCTAS_{t-j} + \sum_{i=1}^k \psi_i Büyüme_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \psi_j Büyüme_{t-j} + Z_{1t} \quad (3)$$

$$Büyüme_t = \vartheta + \sum_{i=1}^k \alpha_i Büyüme_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \alpha_j Büyüme_{t-j} + \sum_{i=1}^k \beta_i LTCAS_{t-i} + \sum_{j=k+1}^{k+d_{max}} \beta_j LTCAS_{t-j} + Z_{2t} \quad (4)$$

Ekonomik büyümeden cep telefonu abonelik sayısına doğru nedensellik olmadığını ileri süren sıfır hipotezi ($H_0: \psi_i = 0$) alternatif hipoteze karşı test edilirken, cep telefonu abonelik sayısından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olmadığını ifade eden sıfır hipotezi ($H_0: \beta_i = 0$) alternatifine karşı test edilmektedir. Rambaldi ve Doran (1996), VAR sisteminin tahmininde Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) yaklaşımının kullanımını önermişlerdir. Bu çalışmada VAR sistemi SUR yaklaşımı ile tahmin edilmiştir.

Analiz Bulguları

Tablo 2'de serilere ilişkin ADF birim kök bulguları verilmiştir. Brezilya, Endonezya ve Türkiye için ekonomik büyüme serisi seviyesinde durağan bulunurken, Güney Afrika ve Hindistan için ekonomik büyüme serileri birinci devresel farklarında durağan bulunmuştur. Cep telefonu abone sayısının ise Türkiye hariç tüm ülkeler için birinci devresel farkında durağan olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. ADF Birim Kök Analizi Bulguları

Seriler	Sabitli [t-istatistiği]	Sabitli+Trendli [t-istatistiği]
Büyüme _{Brezilya}	-3.2332** (0)	-3.6987** (0)
LCTAS _{Brezilya}	-2.5896 (2)	-2.4744 (2)
Δ LCTAS _{Brezilya}	-5.8026*** (2)	-6.3822*** (2)
Büyüme _{Endonezya}	-3.7895*** (0)	-3.7049** (0)
LCTAS _{Endonezya}	-4.4553*** (0)	0.6257 (2)
Δ LCTAS _{Endonezya}	-0.7617 (0)	-4.3674*** (0)
Büyüme _{GAfrika}	-1.5090 (0)	-1.6226 (0)
Δ Büyüme _{GAfrika}	-4.3239*** (0)	-4.9491*** (0)
LCTAS _{GAfrika}	-2.9204* (6)	-1.7493 (0)
Δ LCTAS _{GAfrika}	-2.6710* (0)	-4.5022*** (0)
Büyüme _{Hindistan}	-1.9788 (0)	-1.5300 (0)
Δ Büyüme _{Hindistan}	-4.1702*** (0)	-4.5550*** (0)
LCTAS _{Hindistan}	-2.4422 (3)	-1.4611 (0)
Δ LCTAS _{Hindistan}	-3.2714** (0)	-4.5129*** (0)
Büyüme _{Türkiye}	-5.4307*** (0)	-5.3192*** (0)
LCTAS _{Türkiye}	-5.1676*** (7)	-5.1211*** (7)

Parantez içinde Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş optimal gecikme uzunlukları sunulmuştur. L, serinin logaritmasının alındığını ifade etmektedir. ***, ** ve * sırasıyla ilgili istatistiğin %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3'te sunulan ZA yapısal kırılmalı birim kök analizine göre Büyüme serisi Brezilya ve Endonezya için seviyesinde birim kök içermemektedir. Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye için ekonomik büyüme serisi seviyesinde sabit ve/veya trendde kırılma ile birim kök içermektedir. LCTAS serisinin ise Türkiye hariç tüm ülkelerde sabit ve/veya trendde kırılma ile seviyesinde birim kök içerdiği tespit edilmiştir.

Tablo 3. ZA Birim Kök Analizi Bulguları

Seriler	Model A		Model C	
	t istatistiği	TB	t istatistiği	TB
Büyüme _{Brezilya}	-5.0435** (0)	2014	-4.9407* (0)	2014
LCTAS _{Brezilya}	-2.0444 (7)	2004	-3.8097 (7)	2013
Δ LCTAS _{Brezilya}	-6.1717*** (5)	2000	-5.7514*** (5)	2015
Büyüme _{Endonezya}	-8.2964*** (0)	1998	-10.3974*** (0)	1998
LCTAS _{Endonezya}	-0.7893 (2)	1999	-1.8213 (2)	2007
Δ LCTAS _{Endonezya}	-4.2607 (0)	1997	-5.1191** (0)	2000
Büyüme _{GAfrika}	-2.2794 (0)	2000	-3.1278 (0)	2008
Δ Büyüme _{GAfrika}	-5.9550*** (0)	2009	-6.2538*** (0)	2009
LCTAS _{GAfrika}	-1.8414 (0)	2007	-3.1318 (0)	1997
Δ LCTAS _{GAfrika}	-5.5059*** (0)	1996	-5.2474** (0)	2005
Büyüme _{Hindistan}	-1.9028 (0)	2004	-2.8075 (0)	2014
Δ Büyüme _{Hindistan}	-5.4825*** (1)	2019	-5.3673** (1)	2018
LCTAS _{Hindistan}	-4.3281 (0)	2002	-5.0252* (5)	2009
Δ LCTAS _{Hindistan}	-5.1730** (0)	2003	-8.1840*** (4)	2011
Büyüme _{Türkiye}	-4.3723 (5)	2005	-4.1713 (5)	2015
Δ Büyüme _{Türkiye}	-9.2207*** (0)	2009	-8.9579*** (0)	1999
LCTAS _{Türkiye}	-6.5754*** (7)	2006	-4.4182 (7)	2016

Kritik değerler Zivot ve Andrews (1992)'e aittir. TB kırılma zamanını gösterir. Parantez içinde Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş optimal gecikme uzunlukları sunulmuştur. L, serinin logaritmasının alındığını ifade etmektedir. ***, ** ve * sırasıyla ilgili istatistiğin %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Birim kök analizinin sonuçları Toda–Yamamoto nedensellik testinde d_{max} derecesinin belirlenmesinde önem arz etmektedir. Bu kapsamda ADF ve ZA birim kök testi bulgularına göre VAR sistemindeki Büyüme ve LCAS serilerinin maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) 1 olarak belirlenmiştir. VAR sisteminin gecikme uzunluğu (k) belirlenirken Granger nedenselliğin gecikme uzunluğuna olan duyarlılığı göz önüne alınarak sadece optimal gecikmeye dair bulgular değil aynı zamanda k gecikmesi için 1’den 4’e kadar olan tüm gecikmeler için bulgular sunulmuştur². Bu sayede bulguların sağlamlığının (robustness) kontrol edilmesi mümkün olacaktır.

Toda-Yamamoto nedensellik testinin ilk aşamasında 1’den 4’e kadar gecikme ile tahmin edilen VAR sistemlerine ilişkin diagnostik kontroller gerçekleştirilerek ilgili bulgular Tablo 4’te verilmiştir. Özellikle $k=1$ için birinci dereceden otokorelasyon ve değişen varyans bulgusuna ulaşıldığı gözlenmektedir.

Tablo 4. Toda- Yamamoto Nedensellik Testi için Diagnostik Kontrol

	k	d_{max}	LM(1)	White
Büyüme _{Brezilya} -LCTAS _{Brezilya}	1	1	16.8921 (0.0020)	56.5874 (0.0657)
Büyüme _{Brezilya} -LCTAS _{Brezilya}	2	1	2.0084 (0.7344)	80.9477 (0.2989)
Büyüme _{Brezilya} -LCTAS _{Brezilya}	3*	1	5.5659 (0.2345)	45.9694 (0.5564)
Büyüme _{Brezilya} -LCTAS _{Brezilya}	4	1	8.3298 (0.0808)	68.9989 (0.1994)
Büyüme _{Endonezya} -LCTAS _{Endonezya}	1	1	3.4660 (0.4833)	32.5166 (0.1147)
Büyüme _{Endonezya} -LCTAS _{Endonezya}	2	1	25.5144 (0.0000)	46.9305 (0.1050)
Büyüme _{Endonezya} -LCTAS _{Endonezya}	3	1	8.0911 (0.0887)	63.3296 (0.0681)
Büyüme _{Endonezya} -LCTAS _{Endonezya}	4*	1	4.1942 (0.3812)	67.2602 (0.2426)
Büyüme _{GAfrika} -LCTAS _{GAfrika}	1	1	14.1151 (0.0070)	42.8957 (0.0102)
Büyüme _{GAfrika} -LCTAS _{GAfrika}	2	1	8.3025 (0.0814)	46.6383 (0.1103)
Büyüme _{GAfrika} -LCTAS _{GAfrika}	3	1	3.2092 (0.5239)	47.4427 (0.4956)
Büyüme _{GAfrika} -LCTAS _{GAfrika}	4*	1	1.6731 (0.7960)	53.7301 (0.7027)
Büyüme _{Hindistan} -LCTAS _{Hindistan}	1*	1	0.9810 (0.9127)	28.6564 (0.2333)
Büyüme _{Hindistan} -LCTAS _{Hindistan}	2	1	8.4987 (0.0754)	38.6534 (0.3507)
Büyüme _{Hindistan} -LCTAS _{Hindistan}	3	1	3.2822	48.3584

² Hindistan için cep telefonu abone sayısı serisi 1995 yılından başladığı için k en çok 3 alınmıştır.

			(0.5127)	(0.4584)
Büyüme _{Türkiye} -LCTAS _{Türkiye}	1	1	11.8239 (0.0188)	36.6882 (0.0470)
Büyüme _{Türkiye} -LCTAS _{Türkiye}	2	1	12.8040 (0.0124)	48.9528 (0.0734)
Büyüme _{Türkiye} -LCTAS _{Türkiye}	3*	1	3.7559 (0.4406)	47.6672 (0.4864)
Büyüme _{Türkiye} -LCTAS _{Türkiye}	4	1	11.5493 (0.0213)	52.7383 (0.7357)

* , Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş optimal gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Parantez içinde olasılıklar gösterilmiştir.

Tablo 5'te 5 ülke için 1990-2020 dönemi kapsamında ekonomik büyüme ve bilgi iletişim teknolojilerini temsil etmek üzere ele alınan cep telefonu abone sayısı arasındaki Toda-Yamamoto nedensellik analizine dair test istatistiklerine yer verilmiştir. Brezilya için en az %5 anlamlılık düzeyinde büyümeden cep telefonu abone sayısına doğru nedensellik saptanırken cep telefonu abone sayısından ekonomik büyümeye doğru herhangi bir nedensellik bulgusuna ulaşılamamıştır. Bu durum ele alınan dönem itibariyle ekonomik büyümenin gecikmeli değerlerinin cep telefonu abone sayısını açıklayabildiğini buna karşın cep telefonu abone sayısının gecikmeleri tarafından açıklanamadığını ortaya koymaktadır. Endonezya için bakıldığında, hem ekonomik büyümeden cep telefonu abone sayısına, hem de cep telefonu abone sayısından ekonomik büyümeye doğru %1 anlamlılık düzeyinde güçlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile Endonezya için ele alınan dönem itibariyle karşılıklı geri besleme ilişkisi ortaya çıkmıştır. Güney Afrika için ekonomik büyümeden cep telefonu abone sayısına doğru %5 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi tespit edilirken, cep telefonu abone sayısından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi saptanmamıştır. Diğer bir ifadeyle Güney Afrika için cep telefonu abone sayısı ekonomik büyümenin gecikmeleri tarafından açıklanmakta iken ekonomik büyümeyi açıklayamamaktadır.

Hindistan için test istatistiklerine bakıldığında seriler arasında geri besleme ilişkisinin mevcut olmadığı gözlenmektedir. Son olarak Türkiye için ekonomik büyümeden cep telefonu abone sayısına doğru %1 anlamlılık düzeyinde çok güçlü nedensellik ilişkisi tespit edilirken, cep telefonu abone sayısından ekonomik büyümeye doğru en az %10 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle Türkiye için bilgi iletişim teknolojileri ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı geri besleme ilişkisi mevcuttur.

Tablo 5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

	(k+dmax)	Wald İst. (χ^2)	Olasılık	Karar
Büyüme _{Brezilya} →LCTAS _{Brezilya}	2	0.6290	0.4277	Nedensellik yok
LCTAS _{Brezilya} →Büyüme _{Brezilya}	2	1.5017	0.2204	Nedensellik yok
Büyüme _{Brezilya} →LCTAS _{Brezilya}	3	2.2877	0.3186	Nedensellik yok
LCTAS _{Brezilya} →Büyüme _{Brezilya}	3	1.4914	0.4744	Nedensellik yok
Büyüme _{Brezilya} →LCTAS _{Brezilya}	4	10.9208**	0.0122	Nedensellik var
LCTAS _{Brezilya} →Büyüme _{Brezilya}	4	1.0099	0.7988	Nedensellik yok

Büyüme _{Brezilya} → LCTAS _{Brezilya}	5	27.9427***	0.0000	Nedensellik var
LCTAS _{Brezilya} → Büyüme _{Brezilya}	5	3.2973	0.5094	Nedensellik yok
Büyüme _{Endonezya} → LCTAS _{Endonezya}	2	2.6999	0.1004	Nedensellik yok
LCTAS _{Endonezya} → Büyüme _{Endonezya}	2	0.0487	0.8252	Nedensellik yok
Büyüme _{Endonezya} → LCTAS _{Endonezya}	3	3.7026	0.1570	Nedensellik yok
LCTAS _{Endonezya} → Büyüme _{Endonezya}	3	1.0282	0.5980	Nedensellik yok
Büyüme _{Endonezya} → LCTAS _{Endonezya}	4	4.0446	0.2567	Nedensellik yok
LCTAS _{Endonezya} → Büyüme _{Endonezya}	4	9.0197**	0.0290	Nedensellik var
Büyüme _{Endonezya} → LCTAS _{Endonezya}	5	22.3105***	0.0002	Nedensellik var
LCTAS _{Endonezya} → Büyüme _{Endonezya}	5	29.2314***	0.0000	Nedensellik var
Büyüme _{GAfrika} → LCTAS _{GAfrika}	2	2.2722	0.1317	Nedensellik yok
LCTAS _{GAfrika} → Büyüme _{GAfrika}	2	0.4430	0.5056	Nedensellik yok
Büyüme _{GAfrika} → LCTAS _{GAfrika}	3	4.3329	0.1146	Nedensellik yok
LCTAS _{GAfrika} → Büyüme _{GAfrika}	3	0.5570	0.7569	Nedensellik yok
Büyüme _{GAfrika} → LCTAS _{GAfrika}	4	9.0357**	0.0288	Nedensellik var
LCTAS _{GAfrika} → Büyüme _{GAfrika}	4	2.6234	0.4534	Nedensellik yok
Büyüme _{GAfrika} → LCTAS _{GAfrika}	5	9.8442**	0.0431	Nedensellik var
LCTAS _{GAfrika} → Büyüme _{GAfrika}	5	5.7390	0.2195	Nedensellik yok
Büyüme _{Hindistan} → LCTAS _{Hindistan}	2	0.0236	0.8777	Nedensellik yok
LCTAS _{Hindistan} → Büyüme _{Hindistan}	2	0.2972	0.5856	Nedensellik yok
Büyüme _{Hindistan} → LCTAS _{Hindistan}	3	0.5782	0.7489	Nedensellik yok
LCTAS _{Hindistan} → Büyüme _{Hindistan}	3	1.5597	0.4585	Nedensellik yok
Büyüme _{Hindistan} → LCTAS _{Hindistan}	4	1.8471	0.6047	Nedensellik yok
LCTAS _{Hindistan} → Büyüme _{Hindistan}	4	1.8620	0.6015	Nedensellik yok
Büyüme _{Türkiye} → LCTAS _{Türkiye}	2	0.2004	0.6543	Nedensellik yok
LCTAS _{Türkiye} → Büyüme _{Türkiye}	2	0.6585	0.4171	Nedensellik yok
Büyüme _{Türkiye} → LCTAS _{Türkiye}	3	9.5698***	0.0084	Nedensellik var
LCTAS _{Türkiye} → Büyüme _{Türkiye}	3	1.6940	0.4287	Nedensellik yok
Büyüme _{Türkiye} → LCTAS _{Türkiye}	4	18.1465***	0.0004	Nedensellik var
LCTAS _{Türkiye} → Büyüme _{Türkiye}	4	6.8680*	0.0762	Nedensellik var
Büyüme _{Türkiye} → LCTAS _{Türkiye}	5	23.1513***	0.0001	Nedensellik var
LCTAS _{Türkiye} → Büyüme _{Türkiye}	5	9.2860*	0.0543	Nedensellik var

***, ** ve * sırasıyla ilgili istatistiğin %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

ICT yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini gerek gelişmiş ve gerekse de gelişmekte olan ekonomiler özelinde inceleyen çok sayıda çalışma olmasına karşın benzer makroekonomik kırılma sergileyen Beşli Kırılma Ekonomiler kapsamında ekonomik büyüme ve ICT arasındaki ilişki araştırılmamıştır. ICT'nin ekonomik büyüme üzerinde ya da ekonomik büyümenin ICT üzerinde etkili olup olmadığını araştırmak bir taraftan sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak için ICT yatırımlarına kaynak ayırmanın gerekliliğini ön plana çıkaracak diğer taraftan ise ICT yatırımlarına kaynak tesis etmek için ülkelerin ekonomik büyüme performanslarının önemini ortaya koyacaktır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan ve Türkiye için ekonomik büyüme ve ICT yatırımları arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. 1990-2020 dönemine ilişkin yıllık veri seti kullanılarak Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen

nedensellik testi ile ekonomik büyüme ve ICT arasındaki nedenselliğin yönü belirlenmiştir. ICT kullanımını temsil etmek üzere cep telefonu abone sayısı kullanılmıştır.

Toda –Yamamoto nedensellik testi bulguları ekonomik büyüme ve ICT arasındaki ilişkinin analize dâhil edilen ülkeler itibariyle farklılık arz ettiğini göstermiştir. Brezilya ve Güney Afrika için ekonomik büyümeden ICT kullanımına doğru nedensellik saptanırken Endonezya ve Türkiye için hem ekonomik büyümeden ICT kullanımına, hem de ICT kullanımından ekonomik büyümeye doğru güçlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile Endonezya ve Türkiye için ele alınan dönem itibariyle karşılıklı geri besleme ilişkisi ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte Hindistan için seriler arasında herhangi bir geri besleme ilişkisinin mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmadan edinilen bulgular Beşli Kırılgan Ekonomiler için özellikle ekonomik büyümeden ICT'ye doğru nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. İlgili bulgu Beşli Kırılgan Ekonomiler için ekonomik büyüme performansının ICT kullanımını cesaretlendirdiği şeklinde yorumlanabilir. Aynı zamanda ICT kullanımının ekonomik büyümeye neden olduğu yönündeki bulgular ICT'nin ekonomik büyüme sürecine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Çalışmada edinilen bulgular bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin ekonomik büyümeye yön verdiğini ortaya koyan Colecchia ve Schreyer (2002), Yamak ve Bozkurt (2003), Driouchi, Azelmad ve Anders (2006), Becchetti ve DiGiacomo (2007), Nasab ve Aghaei (2009), Andrianaivo ve Kpodar (2011), Artan, Hayaloğlu ve Baltacı (2014) vb. pek çok çalışma bulgusuyla örtüşmektedir. Diğer taraftan ekonomik büyüme ve ICT yatırımları arasında çift yönlü nedensellik bulgusu sunan Güloğlu ve Tekin (2012), Kumar, Stauvermann ve Samitas (2016) vb. çalışmalarla da paralellik göstermektedir.

Ekonomik büyümenin bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımını teşvik ettiği yönündeki bulgular ülkelerin ekonomik büyüme performanslarının o ülkede bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanım yaygınlığı üzerinde ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik büyümeyi yönlendirdiğine dair bulgular da ekonomik büyümenin teknolojik gelişmelerden bağımsız olmadığını göstermektedir. Bu çerçevede bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımını açısından ülkelerin bir takım teşvik politikalarını etkin bir biçimde uygulaması önem arz etmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik alt yapı yatırımlarının artırılması ve bilgi ve iletişim teknolojilerini üreten sektörlerin çeşitli kredi ve teşvik uygulamaları ile desteklenmesi gerekmektedir.

Çalışmada ICT'yi temsil etmek üzere veri kısıtlılığı dolayısıyla cep telefonu abone sayısı kullanılmıştır. Diğer bir ifadeyle çalışmada kullanılan ICT tanımı veri kısıdına tabidir. ICT yüksek düzeyde yaygınlığı olan genel amaçlı bir teknolojidir. Dolayısıyla cep telefonu abone sayısının yanı sıra internet kullanımı, bilgisayar sahipliği vb. temsilci değişkenler kullanılarak ICT ve ekonomik büyüme ilişkisinin analiz edilmesi kuşkusuz daha güçlü bulgular sunacaktır.

Yazar Katkıları: Bu çalışmanın bütün bölümlerinde yazarlar eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Beyanı: Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Algan, N., Özmen, M. ve Karlılar, S. (2017). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik büyüme üzerine etkisi: G-20 ülkeleri için bir analiz. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 1-24.
- Andrianaivo, M. ve Kpodar, K. (2011). ICT, financial inclusion, and growth: Evidence from African countries. *e ISBN: 9781455227068*.
- Artan, S., Hayaloğlu, P. ve Baltacı, N. (2014). Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi: Geçiş ekonomileri örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(1), 199-214.
- Bahrini, R. ve Qaffas, A.A.(2019). Impact of information and communication technology on economic growth: Evidence from developing countries. *Economies*, 7(21), 1-13.
- Becchetti, L., ve Giacomo, S. D. (2007). The unequalizing effects of ICT on economic growth. *Metroeconomica*, 58(1),155-94.
<https://doi.org/10.1111/j.1467999X.2007.00264.x>.
- Bozkurt, C. (2015). Türkiye’de bilgi-iletişim, eğitim, sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisi: Ampirik bir yaklaşım. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 45-56.
- 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 Economics Dynamics*, 5(2), 408-442.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431.
- Driouchi, A.,Azelmad, E. M., ve Anders, G. C. (2006). An econometric analysis of the role of knowledge in economic performance. *The Journal of Technology Transfer*, 31(2), 241-255.
- Fernandez-Portillo, A., Almodovar-Gonzalez, M. ve Hernandez-Mogollon, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD European union countries. *Technology in Society*, 63, 1-9,
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101420> .
- Hardy, Andrew (1980). The role of the telephone in economic development. *Telecommunication Policy*, 4(4), 278-286.
- Hassan, M. K. (2003). FDI, information technology and economic growth in the MENA region. In *10th Economic Research Forum Conference*, December, Morocco.
- Güloğlu, B. ve Tekin, R. B. (2012). A panel causality analysis of the relationship among research and development, innovation, and economic growth in high-income OECD countries. *Eurasian Economic Review*, 2(1), 32-47.

- Irawan, T. (2014). ICT and economic development: Comparing ASEAN member states. *International Economics and Economic Policy*, 11(1), 97-114.
- Işık, N. ve Kılınc, E. C. (2013). Bilgi ekonomisi ve iktisadi büyüme: OECD ülkeleri üzerine bir uygulama. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(26), 21-54.
- Jorgenson, D. W. ve Stiroh, K. J. (1999). Information technology and growth. *American Economic Review*, 89, 109–115.
- Jorgenson, D. W. ve Vu, K. M. (2016). The ICT revolution, world economic growth, and policy issues. *Telecommunications Policy*, 40(5): 383-397.
- Kaynak, S. ve Arslan, İ. (2012). In the context of the knowledge economy of parameters: Econometrics analysis of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Economies. *African Journal of Business Management*, 6(12), 4454-4461.
- Kim, Doh-Khul (2007). Information technology, economic growth and employment: Evidence from time-series analysis. *Journal of Applied Business Research*, 23(1), 71-78.
- Kumar, R. R., Stauvermann, P. J. ve Samitas, A. (2016). The effects of ICT on output per worker: A study of the Chinese economy. *Telecommunications Policy*, 40(2-3), 102-115.
- Kurniawati, M. A. (2020). Analysis of the impact of information communication technology on economic growth: Empirical evidence from Asian countries. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 29(1), 2-18. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2019-0065>.
- Kurozumi, E. ve Yamamoto, Y. (2000). Modified lag augmented vector autoregressions. *Econometric Reviews*, 19(2), 207-231. <https://doi.org/10.1080/07474930008800468>.
- Lee, S.H., Levendis, J. ve Gutierrez, L.H. (2012). Telecommunications and economic growth: An empirical analysis of Sub-Saharan Africa, *Applied Economics*, 44, 461–69. <https://doi.org/10.1080/00036846.2010.508730>.
- Lee, S., Nam, Y., Lee, S. ve Son, H. (2016). Determinants of ICT innovations: A cross-country empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.010>.
- Nadiri, M. I. ve Nandi, B. (2003). Telecommunications infrastructure and economic development. In *Traditional Telecommunications Networks*, 1, 293-314. *Edward Elgar Publishing*. <https://doi.org/10.4337/9781781950630.00019>
- Nasab, E. H. ve Aghaei, M. (2009), The effect of ICT on economic growth: Further evidence, *International Bulletin of Business Administration*, 5(2), 46-56.
- Norton, S. W. (1992). Transaction costs, telecommunications, and the microeconomics of macroeconomic growth. *Economic Development and Cultural Change*, 41(1), 175-196.
- OECD (2003). ICT and economic growth: Evidence from OECD countries, industries and firms. Erişim adresi: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/ict-and-economic-growth_9789264101296.

- Özkan, G. S. ve Çelik, H. (2018). Bilgi iletişim teknolojileri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye için bir uygulama. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.30711/utead.405474>.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57, 1361-1401.
- Perron, P. (1990). Testing for a unit root in a time series with a changing mean. *Journal of Business and Economic Statistics*, 8, 153-162.
- Rambaldi, A. ve Doran, H. (1996). Testing for Granger non-causality in cointegrated systems made easy. Working Papers in Econometrics and Applied Statistics, *University of New England*, No:88, 1-23, Erişim adresi: <https://www.aliciarambaldi.net/doc/wp88.pdf>.
- Sağlam, C. ve Kaya, H. F. (2020). Bilgi ve iletişim iktisadi faaliyetinin işsizlik oranı üzerindeki kısa ve uzun dönem etkileri. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(2), 261-275.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated process. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Wang, E.H. (1999). ICT and economic development in Taiwan: Analysis of the evidence. *Telecommunications Policy*, 23(3-4), 235-243.
- Word Bank Group (2002). Information and communication technologies: A World Bank group strategy. Erişim adresi: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15243/multi0page.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Wolde-Rufael, Y. (2004). Disaggregated industrial energy consumption and GDP: The case of Shanghai, 1952–1999. *Energy Economics*, 26, 69–75.
- Wu, J. (2010). Urban sustainability: An inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology*, 25(1), 1-4.
- Yamak, R. ve Bozkurt, H. (2003). Bilgi teknolojisi ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi. II. *Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.
- Yamak, R. ve Koçak, N. A. (2007). Bilgi teknolojisi harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkileri: 1993-2005. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 2(1), 1-10.
- Zivot, E. ve Andrews D.W.K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business and Economics Statistics*, 10(3), 251-270.