



THE RELATIONSHIP BETWEEN DIGITALISATION AND ECONOMIC GROWTH: A CASE OF BRICS-T COUNTRIES

Rabia ÇİMEN*

Seçkin SUNAL**

*Yüksek Lisans Öğrencisi, YTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, cimen7102@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9835-0954

**Doç Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, sesunal@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0244-4911

Received Date: 12.03.2024 Revised Date: 15.04.2024 Accepted Date: 03.05.2024

Copyright © 2024 Rabia ÇİMEN, Seçkin SUNAL. This is an open access article distributed under the Eurasian Academy of Sciences License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

Digitalisation enables productivity gains and accessibility as one of the key drivers of economic growth. In addition, digitalisation supports innovation and sectoral development, as well as the transformation in education and learning methods, helping to develop skills in line with the needs of the labour market and thus creating a workforce that supports economic growth. The aim of this study is to investigate the impact of digitalisation on growth in BRICS-T countries from the developing country group by using annual data for the period 2010-2022 with the help of panel cointegration analysis. As a result of the LM bootstrap panel cointegration test developed by Westerlund and Edgerton (2007), a long-run relationship was determined. Throughout the panel, exports of information and communication technology products, the number of individuals using the Internet and the number of mobile phone subscribers were found to be positively and significantly related to growth. The most influential variable on growth is determined as exports of information and communication technology products. In the model, the coefficient of the error correction term is negative and statistically significant. In other words, the error correction mechanism of the model is working and a short-term relationship is determined. The coefficients are lower in the short run. Independent variables are less effective on growth in the short run than in the long run.

Keywords: digitalisation, growth, panel data analysis, BRICS-T countries

DİJİTALLEŞME VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ BRICS-T ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

ÖZET

Dijitalleşme, ekonomik büyümeyi artırmanın temel nedenlerinden biri olarak verimlilik artışı ve erişilebilirliği sağlar. Ayrıca, dijitalleşme yenilikçilik ve sektörel gelişmenin sağlanmasının yanı sıra eğitim ve öğrenme yöntemlerindeki dönüşümü destekleyerek, işgücü piyasasının ihtiyaçlarına uygun yeteneklerin geliştirilmesine yardımcı olur ve böylece ekonomik büyümeyi destekleyen bir iş gücü yaratır. Bu çalışmanın amacı, gelişmekte olan ülke grubundan BRICS-T ülkelerinde 2010-2022 dönemi yıllık verilerini kullanarak dijitalleşmenin büyüme üzerine etkisini panel eşbütünleşme analizi yardımıyla araştırmaktır. Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM bootstrap panel eşbütünleşme testi sonucunda uzun dönemli ilişki belirlenmiştir. Panel genelinde bilgi ve iletişim teknolojisi ürünleri ihracatı, internet kullanan birey sayısı ve cep telefonu abone sayısı değişkenleri büyüme üzerinde pozitif yönde anlamlı ilişkili çıkmıştır. Büyüme üzerinde en etkili değişken bilgi ve iletişim teknolojisi ürünleri ihracatı olarak belirlenmiştir. Modelde, hata düzeltme teriminin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani; modelin hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır, kısa dönemli ilişki belirlenmiştir. Kısa dönemde katsayılar daha düşük çıkmıştır. Bağımsız değişkenler, kısa dönemde uzun döneme göre büyüme üzerinde daha az etkili olmaktadır.

Anahtar kelimeler: dijitalleşme, büyüme, panel veri analizi, BRICS-T ülkeleri



1.GİRİŞ

Ekonomik büyüme, her ülke ekonomisinin temel hedefidir. Sürdürülebilir ekonomik büyüme, üretimin artışı, istihdamın genişlemesi ve halkın refah seviyesinin yükselmesini sağlama noktasında kritik bir rol oynar. Dünya, sanayi devrimine kadar uzanan bir tarihte, genellikle tarım odaklı bir üretim sürecini deneyimlemiştir. Ancak, sanayi devrimiyle birlikte makinelerin ve kitlesel üretimin devreye girmesi, sanayiye geçebilen ülkeler için önemli bir ekonomik büyüme fırsatı yaratmıştır. Sanayi devrimine uyum sağlayamayan veya bu dönüşümü geciktiren ülkeler ise ekonomik olarak geride kalmışlardır.

Günümüzde, ekonomiler artık sanayi devriminin gerisinde kalmış ve daha çok bilgi ve teknoloji odaklı bir döneme geçmiştir. Yalnızca makinelerle seri üretim yapmak artık yeterli değildir; üretilen ürünlerin teknolojik içeriği ve üretim sürecinde bilim ve teknolojiye dayalı yenilikler büyük önem taşımaktadır. "Bilgi ekonomisi" olarak adlandırdığımız bu dönem, sanayi devriminin zirveye ulaştığı ülkelerde daha belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Günümüzde bilgi iletimi hızlı ve güvenli bir şekilde sağlanabildiği için, teknolojik ve üretim yöntemlerindeki değişim ve gelişmeler daha kolay bir şekilde aktarılabilmektedir; bu durum bilgi ekonomisinin bir sonucudur. Bu değişimlere ve dönüşümlere uyum sağlamak, ülke ekonomilerinin büyümesi açısından kritiktir. Bu bağlamda, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) aktif bir şekilde kullanılması ekonomik açıdan büyük bir öneme sahiptir çünkü bilgi işleme, iletim, depolama ve verimliliği artırma konularında kilit bir rol oynamaktadır.

Bu araştırmanın temel hedefi, bilgi ve iletişim teknolojisinin (BİT) ekonomik büyüme üzerindeki etkisine odaklanmak ve bu etkileşimi BRICS-T ülkeleri üzerinden analiz ederek nedensellik yönlendirmelerine ışık tutmaktır. Giriş kısmının ardından, ikinci bölümde genel bir kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Üçüncü bölümde, konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Dördüncü bölümde, ekonometrik uygulama yapılarak elde edilen sonuçlar analiz edilmiş ve nihayetinde sonuç bölümünde genel değerlendirmeler sunulmuştur.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ekonomik Büyüme

Yirmi birinci yüzyıla doğru gelindiğinde, dünyadaki göçmen nüfusunun büyüklüğünde önemli bir artışın ortaya çıktığı görülmektedir. 2000 yılında 173 milyon kişi doğduğu ülkede yaşamaz iken, bu sayı 2019 yılında yaklaşık 273 milyona ulaşmıştır (Mermit, 2023). Tıpkı ekonomik, siyasi ve dini faktörler gibi, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler de insanların göç hareketliliğinde itici bir güç olabilmektedir. Böylece modern iletişimin gelişmesi, teknolojiler, bilginin kullanılabilirliğini kolaylaştırarak hızlı bir şekilde büyümesini sağlamaktadır (Kotyrlo, 2019).

Teknolojinin göç üzerindeki yadsınamaz etkisi Arap Devrimi gibi genel siyasi ve toplumsal gelişmelere de etki etmektedir. Sadece dünyadaki bireylerin hareketliliğini değil, aynı zamanda aile bağlarının ve diaspora topluluklarının oluşumunu, büyümesini ve sürdürülmesini de kolaylaştırmaktadır. Çünkü göçmenler göç ettikleri bölgelere kişisel bilgisayarlarını, cep telefonlarını ve artık sıradan araç haline gelen internet erişimini de götürmektedirler. Bu teknolojik gelişmeler aynı zamanda göçmenlerin bireysel ve kolektif kimlik duygusunu da doğurmaktadır (Oiarzabal ve Reips, 2012). Göçmenlerin



entegrasyon sürecine katkısı da yadsınamaz bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, ampirik çalışmalar, düşük vasıflı ve zoraki göçmenlerin, yani mültecilerin, BİT'in stratejik kullanımı yoluyla güçlendiğini ileri sürmektedir (Nedelcu ve Soysüren, 2020).

Günümüzün dijital dünyasında, BİT aynı zamanda ekonomik büyümeyi teşvik etmede çok önemli bir işlev görmektedir. BİT'in büyümeye katkısı üç kanaldan sağlanmaktadır:

i) Bilgi İletişim Teknolojileri hem artan kullanımı hem de performanstaki sürekli ilerlemeleri desteklemektedir, bu nedenle BİT üretim faktörü olarak kullanılabilir;

ii) BİT üretimi çok yüksek ilerlemeler ile üretkenliğe katkıda bulunmakta ve önemi son birkaç on yılda artmaktadır;

iii) Dışsallıklar (Banque de France, 2016) olarak ele alınmaktadır.

Genel olarak, bilgi teknolojisi geliştirmekte olan ülkelerde büyümeye etkisi ile gelişmiş ülkelerde farklılık göstermektedir. Bunun nedeni çeşitli faktörler olabilir. Örneğin, geliştirmekte olan ülkeler yeterli insan kaynağı veya Ar-Ge giderleri gibi diğer tamamlayıcı faktörler gibi çekimsiz kapasitelerden yoksun olabilmektedirler. BİT yatırımlarından gelişmiş ülkelere göre daha az yararlanmalarının nedenlerinden biri de bu olmaktadır. Diğer bir neden ise BİT'in geliştirmekte olan ülkelere küçük ve artımlı yenilikler ve verimliliği artırma yöntemleri sunabilmektedir (Niebel, 2018).

Tüm bu özellikler, bilgi teknolojilerinin bir tür geliştirme tekniği olan "sıçrama"yı teşvik etme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Sanayileşmiş ülkelerin teknolojik ve kurumsal altyapıları daha önce geliştirildiği için daha üst düzey teknolojilere kilitlenmektedir. Ancak geliştirmekte olan ülkeler temel teknoloji altyapılarını tamamlamadığı için, bu geç kalma durumu teorik olarak bu ülkelere doğrudan üstün teknolojilere sıçramaktadır.

Sanayileşme sürecini henüz tamamlamamış olan bu ülkeler, gelecekteki yatırımlarını ve en son teknolojilerden yararlanarak bu geri kalmışlığı avantaja dönüştürebilmektedirler. Buna "sıçrama hipotezi" denilmektedir (Steinmueller, 2001).

Daha önce (Yapraklı ve Sağlam, 2010; Algan vd., 2017, Özkan ve Çelik, 2018) BİT'in büyümeye etkisi ve Türkiye'de uluslararası göç-ekonomik büyüme bağ hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Meçik ve Koyuncu, 2020).

Ekonomik büyümenin faktörlerini belirlemek için geliştirilen birçok ekonomik büyüme teorisi ortaya çıkmaktadır. Klasik ve neoklasik teoriler eski ekonomik büyüme teorileridir ve toprak, emek ve fiziksel sermayeyi ekonomik büyümenin ana faktörleri olarak kabul etmektedir. Romer (1986) ve Lucas (1990) da büyüme modellerine beşerî sermaye faktörünü eklemişler ve büyüme teorilerinde öncü olmuşlardır. Endogenous büyüme teorileri olarak adlandırılan bu teorilere göre, beşerî sermaye, yenilik ve bilgi ana endojen olgular olup ekonomik büyümeye birincil katkıda bulunmaktadır. Bu modern teoriler, bilgi teknolojilerine yapılan yatırımların büyüme için çok önemli olduğunu da iddia etmektedir (Majeed ve Ayub, 2018).

2.2. Bilgi Teknolojisi ve Dijitalleşme

Castells (2004), "bilgi toplumu" kavramını ortaya alan sosyal lider teorisyenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonomik ağ teorisi, bilimsel modelleri ekonomik analize uygulayan geliştirmekte olan bir akademik alan olarak ortaya



çıkılmaktadır. “Bilişim toplumu” kavramı, dünyanın kendini Sanayi Çağı'ndan, fikir ve bilginin paylaşıldıklarında gücün ve sürdürülebilir kalkınmanın yeni güçlendiricisi olmaktadır (İkbal vd., 2020). Bu noktada yeni BİT teknolojilerinin yaygınlaşmasının göç faaliyetleri ile kolaylaşacağı ve göçmenlerin kalıcı olarak yerleşmesi girişimcilik ve fiziksel sermayeye katkıda bulunarak ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir (Miracle ve Berry, 1970).

Teknoloji, göç teorilerini 1990'lı yıllardan itibaren etkilemektedir. Teknoloji göçmen hareketlerinin belirsizliğini ortadan kaldırmanın bir aracı olarak kabul edilmeden önce, Harris-Todaro Modeli (1970) yılında “belirsizliği” açıklayan ilk teori olmuştur. Daha sonraki aşamalarda, uluslararası göçmenlerin gittiği ülkeler hakkında bilgi edinmeleri için yeni modeller geliştirilmiştir (Maier, 1985). Bu noktada, Zelinsky'nin Hareketlilik Geçiş Teorisi, göçün büyümenin erken aşamalarında artmış olma eğiliminde olduğunu ileri sürmektedir. Teknoloji ve iletişimdeki gelişmeler, bilgi akışları, algılanan yerel ekonomik fırsat eksikliği ve artan refah seviyesi insanların göç etmesine sebep olmaktadır.

Faist (2000) göçün meso seviyesinin altını çizerek Ağ Teorisi'ne katkıda bulunmuştur. Faist'e göre, ailelerde, mahallelerde ve daha yapılandırılmış kuruluşlardaki sosyal bağlantılar ve sosyal kaynaklar göç kararında göçmenlere yardımcı olmaktadır ve adaptasyon süreci de, bir platform ve entegrasyon mekanizması olarak hizmet vermektedir.

Bu bağlamda, İnternet, mobil cihazlar, uydu TV gibi modern iletişim teknolojileri, uluslararası göçmenler ve ülke arasındaki ağı güçlendirmektedir. Menşei ve azaltılmış belirsizliktir (Dağdelen, 2002). Bu nedenle, Ağ Göç Teorisi 2000'lerden beri önem kazanmaktadır ve geçici ve döngüsel göç gibi yeni göç türlerine öncülük etmekte ve göçmenlerin anavatanlarıyla güçlü bir şekilde bağlantısına dayanmaktadır (Yamak ve Bozkurt, 2003).

İnternet, tüm dünyada yüz binlerce bilgisayardan oluşan ve diğer bilgisayarların kendilerindeki bilgilere erişmesine izin verecek şekilde bağlanan bir ağ olmaktadır. Dolayısıyla, bir bilgisayar İnternet'e bağlıysa, prensip olarak, ağdaki herhangi bir bilgisayara bağlanabilmektedir. Bugün İnternet, 200'den fazla ülkede 30 milyondan fazla insanı birbirine bağlayan 45000'den fazla bölgesel, ulusal ve uluslararası ağdan oluşmaktadır. Buna örgütler, okullar, üniversiteler, şirketler, hükümet üyeleri, gruplar ve bireyler de dahil olmaktadır (Mermit, 2023).

İnternet, geleneksel öğretim yöntemlerine ek olarak kullanılabilir. Bir dersi tamamlamak için, enstitüler öğrencilerden belirli bir konu hakkında daha derinlemesine bilgi edinmek için belirtilen Web sitelerini bulmalarını isteyebilmektedirler. Bir eğitmen ayrıca öğrencilerden belirli bir konuda sunulan hizmetler hakkında bilgi edinmek için de İnternet'te arama yapmalarını isteyebilmektedir (Dura ve Hayriye, 2002). Çeşitlilik gibi bir konuya hazırlık olarak, öğrencilerden risk altındaki farklı etnik gruplar veya popülasyonlar hakkında bilgi edinmek için İnternet'te arama yapmalarını istenebilir.

İnternet, geleneksel sınıf dersinin yerini almak için de kullanılabilir. Kursun bazı bölümlerinin veya eğitim yazılımlarının tamamının İnternet üzerinden sunulduğu bir dizi kurs geliştirilmektedir. Eğitmen ders notlarını Web sayfalarına yerleştirebilir, İnternet'te görüntülemek üzere canlı bir dersin video kaydını oluşturabilir veya bu fikirlerin kombinasyonlarını kullanabilir. Forsyth (1998), Web



sayfalarında video kliplerin kullanımını kolaylaştırmak ve İnternet için kurslar hazırlamanın çeşitli yöntemlerini tartışmaktadır.

Eğitmen farkındalığı için son bir alan, öğrenci korkusu ve / veya bilgisayarlar ve İnternet hakkında bilgi eksikliği olmaktadır. İlk ve orta dereceli öğrencilerin ilkokullarda ve liselerde bilgisayarlara erişimi artmaktadır, ancak bu, tüm lise öğrencilerinin interneti bir öğrenme aracı olarak kullanmalarını destekleyen bilgisayarlarla lise sonrası eğitime yetkinlik veya konfor düzeyinde girdikleri anlamına gelmemektedir (Oktay vd., 2004). Geri dönen öğrenciler, yaşamları boyunca bilgisayar teknolojisine çok az erişime sahip olabilmektedirler. Geleneksel çağdaki öğrenciler zayıf bilgisayar eğitimine sahip olabilmekte veya bilgisayarlar ve internet hakkında bilgi edinmeden ilk ve orta öğretim sisteminden geçmiş olabilmektedirler. Eğitmenler, dersler için internet materyali tasarlarlarken öğrencilerin değişen beceri seviyelerini ve konfor seviyelerini dikkate almaktadırlar (Forsyth, 1998).

İnternetin kökenini incelendiğinde birkaç on yıl öncesine kadar dayandığı görülmektedir. Son yıllarda da internete verilen önem giderek artmaktadır. Ağ, bilgisayarlar arasındaki devasa bir iletişim sistemidir. Elektronik iletişim, özellikle eposta, etkileşimi hızlandırmada çok etkili olduğu görülmekte ve bu, internet tarafından sunulan diğer olanaklarla birlikte, uzaktan eğitimde devrim yaratmaktadır. Günümüzde mevcut olan başlıca internet teknolojileri: web sayfaları, ses ve video akışı, formlar, java ve activex, sanal gerçeklik, sohbet odaları, beyaz tahtalar ve işbirlikçi sörf, ses / video konferans, bilgisayar aracılı iletişim olarak sıralanmaktadır (Davenport ve Erarslan, 1998).

Dünyada uzaktan eğitim, öğrenci-eğitmen etkileşimini arttırmaktadır. Tek yönlü video konferans ve televizyon programları, öğrenci ile öğretim elemanı arasında karşılıklı iletişim kurmak amacıyla genellikle telefon veya faks ile desteklenmektedir (Özgüler, 2002). Uzaktan eğitim konusunda gelinen nokta, internet ağı üzerinden veya internet üzerinden video konferans yoluyla sunulan interaktif eğitim olmaktadır. Hiper medya ve hiplatif metin olanaklarını kullanan uzaktan veya 'sanal' eğitim, dünya çapında daha fazla öğrenciye ulaşma fırsatı vermektedir.

İnternet üzerinden içerik dağıtmak için sesin kullanılması, pedagojik olarak öğrenci merkezli bir başka uygulanabilir alternatif sesli konferans olmaktadır. Hatta öğrencilere; aktif katılımcı olma fırsatı, videonun aynı anda birçok alıcıya gerçek zamanlı olarak yayınlanmasını sağlamaktadır (Wilson & Hord, 2000, 39-41).

2.3. Büyüme ve Dijitalleşme İlişkisi

Ekonomik büyüme, bir ülkenin üretim kapasitesinin genişlemesi ve bu genişlemenin sonucunda üretilen mal ve hizmetlerin toplam değerindeki artış olarak tanımlanabilir. Bu artış, üretim faktörlerinin miktarındaki artışın yanı sıra, aynı zamanda bu faktörlerin verimliliğindeki artışlarla da ilişkilidir. Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) üzerindeki bu artış, ülkenin ekonomik potansiyelinin gelişimine ve büyümesine işaret eder (Parasız, 2008;10, Özkan, Çelik, 2018).

Bilgi, teknoloji ve ekonomi arasındaki ilişki, birbirine bağlı halkaların oluşturduğu bir zincir gibidir. Teknoloji, bilgiden faydalanarak sürekli olarak gelişimini sürdürmüş ve her yeni teknoloji, kendine özgü bir ekonomik düzen oluşturarak toplumsal düzeni şekillendirmiştir. Endüstri toplumunda sermayenin temel üretim faktörü olarak kabul edilmesinden, bilgi toplumunda ise bilginin temel üretim faktörü olarak kabul



edilmesine kadar, bilgi ve teknoloji büyümenin temel itici gücü olarak öne çıkmıştır. Ekonomistler, literatürde teknolojinin ekonomik gelişme düzeyindeki önemini kabul etmelerine rağmen, modellerinde teknolojiyi içselleştirmekte 1980'lere kadar gecikmişlerdir. Ancak, 1980'lerden sonra bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesi ve yayılmasıyla birlikte ekonomi bilimi teknolojiyi daha fazla içselleştirmeye başlamıştır (Gönel, 2016: 246).

Bilgi teknolojisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki son yıllarda araştırmacılardan büyük ilgi görmüştür. Ricketts (2002), telekomünikasyonun bilgi akışının koordinasyonuna yardımcı olduğunu, etkileşim ve koordinasyonun verimliliğini artırmak için fırsatlar sağladığını ve böylece ekonomik faaliyetlerin başarısını etkilediğini belirtmektedir. Ekonomik faaliyetlerin başarılı ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için önemli düzeyde etkileşim ve koordinasyonun gerekli olduğunu savunmaktadır. Alleman vd. (1994) ise, modern bir telekomünikasyon altyapısının sadece yerel ekonomik büyümenin değil, aynı zamanda giderek daha rekabetçi dünya pazarlarına katılmanın ve yeni yatırımlar çekmenin de ön şartı olduğunu savunmaktadır.

Genel olarak, telekomünikasyonun tüm sektörlerinde verimliliği artırmak; ölçek ekonomilerinin verimliliğini artırmak için sınırların ötesinde pazarların genişlemesini kolaylaştırmak; yönetim, eğitim, sağlık ve bankacılık alanlarındaki hizmetlerin maliyetlerini azaltarak hizmetlere erişimi kolaylaştırmak; araştırmaya erişimin sağlanması, daha fazla katılım, hesap verebilirlik ve şeffaflıkla büyümenin ön koşulu olan yönetişime katkıda bulunarak ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir (Yapraklı ve Sağlam, 2010).

Telekomünikasyon hizmetlerinin kullanımı olumlu dışsallıklar sağlar, yaratıcılığı, öğrenmeyi ve problem çözme becerilerini geliştirir. Kısa vadeli etki istihdam, uzun vadeli ise bağlantı, erişim, ağ güvenliği, yetenek / beceriler, pazar yapıları ve firma yönetişimi üzerinedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki firmaların bilgi ekonomisine etkin ve verimli bir şekilde katılıp katılamayacağını ve küresel epazarlarda rekabet edemeyeceğini kesinlikle belirlemektedir (Yeloğlu, 2009).

Dijital ekonomi, dijitalleştirilmiş bilgiyi temel üretim faktörleri olarak kullanan geniş bir ekonomik faaliyetler yelpazesini ifade eder. İnternet, mobil teknoloji ve nesnelerin internetinden (IoT) kaynaklanan bireyler, işletmeler, veriler, süreçler ve makineler arasındaki bağlantı, dijital ekonominin omurgasını oluşturmaktadır (Türedi, 2013). Dijital ekonomi, dijitalleştirilmiş bilgiyi temel üretim faktörleri olarak kullanan geniş bir ekonomik faaliyetler yelpazesini ifade etmektedir. İnternet, mobil teknoloji ve nesnelerin internetinden (IoT) kaynaklanan bireyler, işletmeler, veriler, süreçler ve makineler arasındaki bağlantı, dijital ekonominin omurgasını oluşturmaktadır.

Dijitalleşen ekonomi, özellikle endüstri 4.0'ın başlangıcından itibaren iş yapıları, firma etkileşimleri, tüketici davranışları, bilgi ve mal ve hizmetler açısından geleneksel yaklaşımları ve süreçleri değiştirmeye başlamıştır. Gömülü sistemlerden siber fiziksel sistemlere teknolojik dönüşümü ifade etmektedir. Bitcoin, dijital ekonominin finansal araçlarından biridir. Özel, merkezi olmayan bir dijital para birimidir. İlk olarak 2008 yılında geliştirilmiş ve 2009 yılında faaliyete geçmiştir (Bozkurt ve Dursun, 2015).

Bitcoin, tüm sistemi kapsayan bilgisayarlardan oluşan bir ağa sahiptir. Büyük bir veri tabanındaki verilerin bir bölümü olarak, belirli bir sahibinin dijital adresine atanmış bir bilgisayar dosyası gibidir (Artan vd., 2014). Değişimin doğrudan taraflar arasında gerçekleştirilebilmesi için aracıyı ortadan kaldıran eşler arası ağ kullanarak



çalışır. Kullanıcıların kendi aralarında ticaret yapabilmeleri için dijital cüzdanları vardır. Sistem, işlemleri güvence altına almak ve ek para birimleri, yani “kripto para birimi” oluşturulmasını kontrol etmek için kullanıcılarının anonimliğini korumak için kartografi kullanılmaktadır.

Bir anlamda blockchain, bitcoin'in altında yatan teknolojidir. Her işlemin geçmişini tutan halka açık bir defter olarak adlandırabiliriz. Blok zinciri, "bloklar" adı verilen parçalardaki işlemleri doğrulayan ve bunları ağ üzerinden ileten katılan bilgisayarlar tarafından sürdürülmektedir. Doğrulama işlemi, algoritmik karma kullanılarak verilerin şifrelenmesine dayanır. Şifrelenmiş değer, orijinal verilerle benzerlik göstermeyen ve “hash” olarak adlandırılan bir dizi sayı ve harftir. Kripto para madenciliği bu hash ile çalışmayı içerir. Proof-of-work, Bitcoin'in blok zinciri ağ katılımcılarının, blokları birlikte oluşturmak için bir blok zincirinin içeriği üzerinde anlaşmak için kullandıkları dağıtılmış bir fikir birliği algoritmasıdır (Bozkurt ve dursun, 2015). Bir ağdaki bilgisayar madencilik için iş kanıtı kullandığında, zorlu bir matematik problemini çözmesi gerekir. Düğüm olarak da adlandırılan bilgisayar sorunu başarıyla çözerse, ağdaki diğer düğümler tarafından doğrulanmalıdır. Bu adımın ardından işlem doğrulanmış ve tamamlanmış sayılır ve sorunu çözen madenci bitcoin ile ödüllendirilir.

Madencilik önemli bir hesaplama gücü gerektirir, bu nedenle bu zorluğu hafifletmek için, geçerli işlemleri belirlemek için madencilik için geçerli değil, doğrulayıcılar tarafından onaylayıcılar tarafından hisse ispatı adı verilen başka bir fikir birliği algoritması kullanılır. Hisse kanıtı olarak, cüzdanlardaki kripto para birimi miktarı blok oluşturmak için çok önemlidir (Jorgenson ve Vu, 2016) . Cüzdanlardaki kripto para miktarı, doğrulayıcıların gücünü ve sistemdeki doğrulayıcıların paylarını belirler. Yani kripto paralar işlem yapmak için değil, sistemde blok oluşturma hakkını elde etmek için tutuluyor. Cüzdanlardaki kripto para miktarı, doğrulayıcıların gücünü ve sistemdeki doğrulayıcıların paylarını belirler. Yani kripto paralar işlem yapmak için değil, sistemde blok oluşturma hakkını elde etmek için tutulmaktadır.

Tarım devrimi gibi, sanayi devrimi de ekonomik birimlerin daha verimli üretim yapmasını sağlayan ve üreticileri daha üretken hale getiren teknoloji tarafından desteklendi. Sanayi üretiminin dönüşümü dönemlere ayrılabilir. Makinelerin insan emeği yerine buhar ve su gücüyle çalıştırıldığı ilk dönem Endüstri 1.0 olarak tanımlandı (Jorgenson ve Vu, 2016). Elektrik, motor ve montaj hattının icadının üreticilerin daha verimli üretim yapmasını sağladığı ikinci dönem ise Endüstri 2.0 olarak tanımlandı. Endüstri 3.0. bilgisayarlar, elektronikler, dolayısıyla önemli maliyet tasarrufları ve Endüstri 4.0'ı artıran otomatik üretim sistemleri tarafından desteklendi. Günümüzün, çalışma süreçlerinde verimlilik ve esneklik sağlayan entegre bir otomasyon sistemi, nesnelerin interneti ve dijital hizmetler anlamına gelir. 2008 yılında çok işlevli bir teknoloji olarak geliştirilen blok zinciri, toplumun neredeyse tüm yönlerini ve bir şeyleri yapma şeklini yeniden şekillendiriyor gibi görünen büyük bir yaratıcı yıkım potansiyeline sahiptir. Bu teknolojinin gelişimi de dönemler halinde incelenebilir. Yani blockchain 1.0, kripto para birimlerinin para birimi ve dijital ödeme sistemlerini sunar. Blockchain 2.0, tahviller, türev ürünler, akıllı mülk ve akıllı sözleşmeler gibi kapsamlı işlemler için sözleşmeler sunmaktadır (Sucuoğlu, 2021).



Küresel finansal kriz sırasında, önemli sayıda ekonomik aktör, küresel finansal sisteme, aktörlerine ve araçlarına olan güvenini kaybetmiştir. Öte yandan, 7 gün 24 saat işlenecek hızlı, şeffaf, takma isimli ve uygun maliyetli bir eşler arası ödeme sistemi beklentileri önemli ölçüde artmıştır. Getiri arayışında olan yatırımcılar, alternatif yatırım araçları arayışına girmiştir. Ayrıca Covid-19 kapsamında, nakit paranın virüsü bulaştırabileceği endişesiyle ekonomik ajanlar nakit taleplerini azaltmaya başladılar. Bu endişeler ve beklentiler, dijital ödemelere yönelme niyetini hızlandırmıştır (Sucuoğlu, 2021).

Şu anki dünya düzeninde, Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) alanındaki ilerlemelerin etkisiyle ekonomik ve toplumsal alanlarda büyük bir dijital dönüşüm yaşanmaktadır. BİT'lerdeki bu ilerlemelerle birlikte, dijitalleşmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, son zamanlarda ekonomistler arasında en fazla tartışılan konulardan biri haline gelmiştir. Bu bağlamda, Taymaz (2018) tarafından ifade edildiği üzere, dijitalleşmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, üretim ve tüketim boyutlarını içeren bir perspektiften ortaya çıkmaktadır.

Üretim açısından incelendiğinde, dijital teknoloji kullanımındaki artışın ekonomik büyümeyi, üretim ve verimlilik seviyelerindeki artışlar aracılığıyla etkilediği belirtilmektedir. Dijital teknoloji yoğun sektörler, diğer sektörlerle göre daha fazla nitelikli işgücü istihdam edip, işgücü verimliliğinin daha yüksek olduğu alanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu sektörlerin ekonomideki payının artmasıyla birlikte, kişi başına düşen milli gelirin artması beklenmektedir. Dijital teknolojilerin üretim faktörü olarak kullanımının, ekonomik büyüme üzerindeki doğrudan etkisi, bu teknoloji sektörlerinin büyüklüğü ve diğer sektörlerle arasındaki verimlilik farkına bağlıdır. İkinci etki olarak adlandırılan dolaylı etki ise, dijital teknoloji kullanımının yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan verimlilik artışına dayanmaktadır. Bu bağlamda, dijital teknolojilerin üretim faktörü olarak kullanılması, üretim maliyetlerini düşürmekte ve süreçleri daha etkin bir şekilde yönetmeye olanak tanımaktadır. Dijital teknolojilerin yaygın olarak kullanıldığı sektörlerde, üretim verimliliği ve ürün kalitesi artmaktadır. Artan verimlilikle birlikte, ürün fiyatları düşmekte ve bu da ekonomilerin rekabet gücünü artırmaktadır. Bu durum, üretimi artırarak ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Tüketim boyutu açısından ele alındığında ise, dijital teknolojiler yeni ürün ve pazarların ortaya çıkmasına olanak tanıyarak, yeni talep alanları oluşturmakta ve ekonomik büyümeye olumlu bir etki yapmaktadır (Gözüküçük, 2020: 56).

3. Ekonometrik Analiz

3.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Dijital ekonominin dünyada yükselişi, bilginin üretilmesiyle başlar ve bu bilginin dijital olarak ürün, hizmet ve sistemlere dönüşümüyle devam eder. Bu evrim sürecinde, bilgi ve iletişim teknolojileri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dijital teknolojiler sayesinde bilginin ekonomik ve sosyal faydalara dönüşmesi mümkün olmaktadır. Günümüzde, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde dijital dönüşüm yaşanmaktadır. Dijitalleşme, sosyal ve ekonomik alanlarda etkili olup, ülkelerin ekonomik büyümesi ve rekabet gücü için giderek daha fazla önem arz etmektedir.

Dijital ekonomi ekonomik büyümeyi destekleyerek, sermaye ve işgücü verimliliğini artırır, işletme maliyetlerini azaltır ve küresel pazarlara erişimi kolaylaştırır. Dijitalleşmenin etkileri, hem arz hem de talep tarafından kaynaklanır. Arz tarafında, bilgi ve iletişim teknolojilerini doğrudan üreten faaliyetler yer alır, bu da doğrudan verimlilik



artışı ve GSYH'ye katkı sağlar. İkinci olarak, dijital teknolojilere yapılan yatırımlar, işgücüyle birleştiğinde ekonominin diğer sektörlerinde sermaye derinleşmesine ve işgücü verimliliğinin artmasına yol açar. Son olarak, dijitalleşme, eğitim ve sağlık hizmetlerindeki iyileşmeler aracılığıyla insan sermayesinin gelişimine ve dolayısıyla ekonomik büyümeye katkıda bulunur.

Ancak, dijitalleşmenin ekonomik büyümeye ve üretkenliğe olan katkıları bazen tartışma konusu olmaktadır. Bazı ekonomiler için dijital dönüşüm fırsatlar sunarken, diğerleri için meydan okumalar yaratabilir. Bu nedenle, dijitalleşme ekonomik büyümeyi hızlandırabilir, ancak uygun ekonomik çerçeveler olmadan büyümeyi engelleyici bir etkiye sahip olabilir. Dijitalleşmenin etkileri, kalkınma seviyesi, işsizlik oranı, nüfus büyüklüğü ve insan ile fiziki sermayenin kalitesi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu çalışma, BRICS-T ülkeleri arasında dijitalleşme ve büyüme arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır.

3.2. Verilerin Tanıtımı ve Örneklem

Bu çalışmada, BRICS-T ülkeleri (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) için dijitalleşme ve büyüme arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiler araştırılacaktır. Araştırmada, dijitalleşme göstergelerini temsilen bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) ürünleri ihracatı (toplam mal ihracatının%'si), İnternet kullanan birey sayısı (nüfusun%'si) ve cep telefonu abone sayısı kullanılmıştır. Bağımlı değişken olan ekonomik büyümeyi temsilen GSYH büyüme oranı alınmıştır. Analiz dönemi, verilerin ortak bir noktadan başladığı dönem olarak yıllık bazda 2010-2022 dönemini kapsamaktadır. Analizler Gaussian kodları ve Eviews versiyon 12.0 yardımıyla elde edilmiştir. Modelde yer alan değişkenler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Analizde kullanılan değişkenler

Değişkenler	Gösterim	Tanımı
Bilgi ve iletişim teknolojisi ürünleri ihracatı	İHR	Bağımsız değişken
İnternet kullanan birey sayısı	İKBS	Bağımsız değişken
Cep telefonu abone sayısı	CAS	Bağımsız değişken
Gayri safi yurtiçi hasıla büyüme oranı	BUY	Bağımlı değişken

3.3. Araştırma Metodolojisi

Bu çalışmada ülke bazında belirlenen yıllar için değişkenler üzerinden ilişki ölçüleceğinden hem zaman hem de kesit boyutu mevcut olup veri yapısı panel veridir. Analizler öncesinde değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistik bilgileri verilmiş ve zaman seyri yapıları grafikler yardımıyla sunulmuştur. Panel veri analizinde ilk adım, analizde kullanılan değişkenlerin homojenliğinin test edilmesidir. Paseran ve Yamagata (2008) homojenlik testi uygulanmış ve eğitim katsayılarının homojen olmadığına karar verilmiştir. Bu durumda heterojenlik varsayımına dayalı birinci nesil birim kök testleri olan İm, Pesaran ve Shin (2003) Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001) testleri uygulanmıştır. Birim kök testlerinin amacı, değişkenlerin zaman içindeki trend etkilerinin belirlenmesi sonucunda değişkenlerin hangi mertebeden farkları için durağan olduklarının tespit edilmesidir. Birinci nesil birim kök testleri birinci dereceden fark için durağanlığı



gösterir. Bir sonraki adım, ikinci nesil birim kök testlerine ihtiyaç olup olmadığını belirlemek için yatay kesit bağımlılığını test etmektir. Eğer panel veri setinde yatay kesit bağımlılığı varsa, ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması daha tutarlı, etkin ve sağlam tahminler yapılmasını sağlar. Bu çalışmada, Pesaran (2004) CDLM testi kullanılmış ve yatay kesit bağımlılığı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle her bir ülke için CADF istatistiklerinin aritmetik ortalaması alınarak CIPS istatistiği hesaplanmış ve ikinci nesil durağanlık sonuçları incelenmiştir. Bu sonuçlar serilerin birinci dereceden farkları için durağan olduğunu göstermektedir. Küçük örneklerde iyi sonuçlar veren Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Panel Eşbütünleşme Testi, her bir serinin birinci dereceden farkı alınarak ilişkilerin uzun dönem yapısını belirlemek için uygulanmıştır. Serilerin eşbütünleşik ve uzun dönemli ilişkili olduğu tespit edildikten sonra FMOLS (Fully Modified OLS) yöntemi kullanılarak uzun dönem eşbütünleşme katsayıları incelenmiştir. Bir sonraki aşamada, eşbütünleşik seriler arasındaki kısa dönem nedensellik ilişkisini belirlemek için hata düzeltme terimi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerdeki dengesizliğin bir sonraki dönemde ne kadarının düzeltileceğini gösteren hata düzeltme modelinin çalıştırılmasıyla değişkenler arasında kısa dönemli ilişkilerin varlığı ortaya konmuştur.

3.4. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Yatay kesit bağımlılığı için Pesaran (2004) LM CD test ve Pesaran vd. (2008) çalışmasında yer alan sapması düzeltilmiş LM adj. test uygulanmıştır. Her iki test için $p < 0.05$ olduğundan H_0 red edilerek yatay kesit bağımlılığı durumunu belirten H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Diğer yandan, Pesaran ve Yamagata (2008) delta tilde ve düzeltilmiş delta tilde testleri yardımıyla homojenlik testi uygulanmıştır. Test sonucunda $p < 0.05$ olduğundan H_0 red edilmiş ve heterojenliği belirten H_1 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Sonuçları

Yatay kesit bağımlılığı testi (H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
LM (Breusch ve Pagan, 1980)	38.564	0.000
LM adj (Pesaran vd., 2008)	39.221	0.000
LM CD (Pesaran, 2004)	40.754	0.000
Homojenlik testi (H_0 : Eğitim katsayıları homojendir)		
Test	Test istatistiği	p-değeri
Delta_tilde	17.384	0.000
Delta_tilde_adj	21.558	0.000

Ülke grubu için hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenlik belirlendiği için ilk aşamada birinci nesil birim kök testleri, ikinci aşamada ikinci nesil birim kök testleri uygulanacaktır.



3.5. Birinci ve İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

Birinci nesil birim kök testleri homojen ve heterojen modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Katsayılar heterojen çıktığı için heterojen model varsayımına dayanan Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) birinci nesil birim kök testleri kullanılacaktır.

Tablo 3: Birinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Variables		Im et al. (2003)	Maddala and Wu (1999)	Choi (2001)
İHR	Level	-0.721(0.234)	9.674(0.165)	-0.865(0.139)
	∇	-6.785(0.002)*	38.512(0.000)*	-9.563(0.000)*
İKBS	Level	-1.181(0.135)	12.300(0.214)	-0.799(0.342)
	∇	9.663(0.000)*	47.125(0.000)*	-11.216(0.000)*
CAS	Level	-0.816(0.314)	8.695(0.157)	-0.955(0.130)
	∇	-8.707(0.002)*	39.250(0.000)*	-10.478(0.000)*
BUY	Level	-1.223(0.097)	13.101(0.221)	-0.882(0.284)
	∇	10.306(0.000)*	48.354(0.000)*	-11.067(0.000)*

Not: Testlerin deterministik spesifikasyonu sabit ve trendi içermektedir. Olasılık değerleri parantez içerisinde österilmektedir. %5 düzeyinde anlamlılık için sınamalar yapılmıştır. Testlerin sıfır hipotezi birim kök vardır şeklindedir. Optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 4’de görüldüğü üzere, değişkenler seviye değerlerinde birim köke sahiptir. Fakat ilk fark serileri ise birim kök içermemektedir. Bu nedenle tüm değişkenlerin I(1) oldukları başka bir ifadeyle 1. mertebe fark için durağan oldukları görülmektedir.

Panel verilerinde yatay kesit bağımlılığı varsa, ikinci nesil birim kök testlerini kullanmak daha tutarlı, etkin ve güçlü tahminleme yapılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada yatay kesit bağımlılığı belirlendiği için ikinci nesil birim kök testleri kullanılmalıdır. İkinci nesil birim kök testlerinden CADF kullanılmıştır. Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF testi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: İkinci Nesil CADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy		1. mertebe fark	
	Sabit	Sabit + Trend	Sabit	Sabit + Trend
İHR	-1.356	-1.421	-8.612*	-9.218*
İKBS	-1.213	-1.388	-9.554*	-10.024*
CAS	-0.986	-1.204	-9.697*	-10.236*
BUY	-0.872	-0.981	-8.436*	-9.975*

*0.05 için Ho red, durağan değişken

CADF testlerinde, maksimum gecikme uzunluğu 1 olarak alınmış ve optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiştir. Sıfır hipotezinin %5 anlamlılık düzeyinde reddedildiğini görülmektedir. Birim kök test sonuçları serilerin



düzeyde durağan olmadığını diğer bir ifadeyle birim kök içerdiklerini, değişkenlerin I(1) düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir.

3.6. Panel Eşbütünleşme Testi

Bu çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenmesi amacıyla Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM Bootstrap panel eşbütünleşme testinden faydalanılmıştır. LM Bootstrap panel eşbütünleşme testi McCoskey ve Kao (1998) tarafından geliştirilen Lagrange multiplier testine dayanmaktadır. Testin yatay kesit bağımlılığına izin vermesi, eşbütünleşme ilişkisini paneldeki tüm ülkeler için belirlemesi, eşbütünleşme denkleminde otokorelasyon ve değişen varyansa izin vermesi, küçük örneklerde de etkin sonuçlar üretebilmesi en temel avantajlarıdır. Testin boş hipotezi paneldeki tüm ülkeler için eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu yönünde olup hesaplanmasında bootstrap simülasyonundan faydalanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığının mevcut olması durumunda bootstrap kritik değerler kullanılmaktadır.

Tablo 5: Westerlund ve Edgerton (2007) LM Bootstrap Eşbütünleşme Sonuçları

LM _N ⁺	Sabit			Sabit ve Trend		
	İstatistik	Asimptotik p-değeri	Bootstrap p-değeri	İstatistik	Asimptotik p-değeri	Bootstrap p-değeri
	0.952	0.161	0.295	1.122	0.285	0.317

Not: Bootstrap olasılık değerleri 10.000 tekrarlı dağılımdan elde edilmiştir. Asimptotik olasılık değerleri, standart normal dağılımdan elde edilmiştir. Gecikme değeri 1 alınmıştır.

Tablo 5'deki sonuçlar incelendiğinde, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ($p > 0.05$) görülmektedir. Bu durumda seriler uzun dönemde birlikte hareket etmektedir. Serilerin eşbütünleşik olduklarına karar verildikten sonra eşbütünleşme tahmincileri ile modeldeki katsayılar tahmin edilebilirler. Modelin FMOLS ile tahmini neticesinde elde edilen katsayılar Tablo 7'de sunulmaktadır.

3.7. Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayılarının FMOLS (Full Modified OLS) Tahmini

Bu çalışmada uzun dönem eşbütünleşme katsayıları FMOLS (Full Modified OLS) yöntemiyle incelenmiştir. Phillips ve Hansen (1990) göre, FMOLS yöntemi; değişkenlere ait denklemlerin hata terimleri arasındaki eş-anlı ilişkileri dikkate aldığından, ikinci derece sapmaları da gidermektedir. FMOLS tahmincisi, standart tahmincilerde meydana gelen diagnostik sorunları gidermektedir. Bu yöntem içsellik ve otokorelasyon sorununu dikkate alarak OLS'nin geliştirilmesiyle elde edilmiştir. Ayrıca, OLS tahmincisinin eşbütünleşik denklemlerin optimal değerlerini hesaplamada ortaya çıkan yetersizliğini gidermek için FMOLS'de asimptotik sapmalı ve dışsallık varsayımı kullanılmıştır.



Tablo 6: Eşbütünleşik Modelin Katsayı Tahmin Sonuçları

Ülkeler	F(İHR)	F(İKBS)	F(CAS)
Brezilya	0.035*	0.028*	0.022*
Rusya	0.048*	0.026*	0.023*
Hindistan	0.047*	0.021*	0.020*
Çin	0.035*	0.034*	0.029*
Güney Afrika	0.043*	0.037*	0.026*
Türkiye	0.038*	0.022*	0.019*
PANEL	0.032*	0.023*	0.020*

*0.05 için istatistik anlamlı değişken, tahminlerdeki otokorelasyon ve değişen varyans sorunları, Newey-West yöntemi ile giderilmeye çalışılmıştır. "F" gösterimi birinci mertebe farkı belirtmektedir.

Ülke grubu için; analiz sonucunda İHR, İKBS ve CAS değişkenleri BUY üzerinde pozitif yönde istatistik anlamlı ve önemli çıkmıştır. Ele alınan bağımsız değişkenler BUY değişkenini olumlu yönde etkilemektedir. Panel genelinde, FMOLS yöntemine göre; İHR değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %3.2 artışa yol açacağı sonucu elde edilmiştir. İKBS değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %2.3 artışa yol açacağı belirlenmiştir. CAS değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %2.0 artışa yol açacağı belirlenmiştir. Görüleceği üzere, BUY üzerinde en etkili değişken İHR olarak belirlenmiştir.

Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) ürünleri ihracatı, bir ülkenin ekonomik büyümesi için kritik bir öneme sahiptir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için BİT ürünlerinin ihracatı, yüksek katma değerli ürünler sunarak ve döviz girdisi sağlayarak ekonomik büyümeyi hızlandırır. BİT ürünleri, genellikle yüksek teknoloji içerdiği için, ihracat portföyünde önemli bir yer tutar. Bu tür ürünlerin ihracatı, uluslararası pazarlarda rekabet edebilme yeteneğini artırır ve global ticarete daha etkin bir rol almayı sağlar. Ayrıca, BİT ürünleri ihracatı sayesinde, ülkeler yeni pazarlara açılma ve uluslararası işbirlikleri kurma fırsatı bulur. Bu durum, sadece döviz girdilerini artırmakla kalmayıp aynı zamanda ülkenin teknolojik ve yenilikçi kapasitesini de global ölçekte sergilemesine olanak tanır.

BİT ürünlerinin ihracatı, aynı zamanda istihdam yaratma ve teknolojik gelişimi teşvik etme açısından da önemlidir. Bu sektörde gerçekleştirilen ihracat faaliyetleri, yüksek nitelikli iş gücüne olan talebi artırır ve bu sayede nitelikli istihdam olanakları yaratır. Böylece, ekonomi içerisinde teknoloji ve bilgi yoğun sektörlerde çalışacak uzman iş gücünün yetiştirilmesi ve bu alandaki mesleklerin cazibesinin artması sağlanır. Teknolojik yeniliklerin ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinin teşvik edilmesi, ülkenin genel teknoloji ve inovasyon kapasitesini yükseltir. Bu da, uzun vadede sürdürülebilir ekonomik büyüme için elzem olan yenilikçi ve rekabetçi bir iş ortamının oluşmasına katkı sağlar. İhracat odaklı BİT sektörü, ülkenin teknolojik altyapısını güçlendirir ve diğer sektörlerin de teknolojik gelişimden faydalanmasına olanak tanır, bu sayede ekonomik büyümeyi kapsamlı bir şekilde destekler.



3.8. Kısa Dönem İlişki Analizi: Hata Düzeltme Modeli

Eşbütünleşik seriler arasında kısa dönemde meydana gelen nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde hata düzeltme teriminden yararlanılarak bilgi elde edilmektedir. Kısaca, bağımsız değişkende meydana gelen dengesizliğin bir sonraki dönemde ne kadarının düzeltileceğini gösteren hata düzeltme modelidir. Kısa dönem analizinde, farkı alınmış serilerin gecikmeleri ve uzun dönem analizinden elde edilen hata terimi serisinin bir dönem gecikmeli değeri (Error Correction Term: ECT_{t-1}) kullanılmaktadır.

Tablo 7: Kısa Dönem Hata Düzeltme Modeli Katsayı Tahminleri

Bağımlı değişken:	Katsayı	St. hata	t-İstatistiği	p
ΔBUY_t				
$\Delta İHR_t$	0.038	0.007	5.428	0.012*
$\Delta İKBS_t$	0.017	0.002	8.501	0.000*
ΔCAS_t	0.014	0.003	4.666	0.000*
ECT_{t-1}	-0.397	0.063	-6.301	0.000*
Sabit	1.931	0.27	7.151	0.005*
$R^2=0.652$, LM-test (p)=0.123, JB(p)=0.208, Harvey test(p)=0.159				

Not: * %5 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı, JB;Jarque-Bera normallik testi olasılık değerini ifade etmektedir. Tahminlerdeki otokorelasyon ve değişen varyans sorunları, Newey-West yöntemi ile giderilmeye çalışılmıştır.

Modelde, hata düzeltme teriminin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani; modelin hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Bu durumda, uzun dönemde beraber seyreden seriler arasında kısa dönemde meydana gelen sapmaların %39.7'si ortadan kalkmakta ve seriler tekrar uzun dönem denge değerine yakınsamaktadır. Yani; kısa dönemde ortaya çıkan sapmalar (her yıl %39.7'lik kısmı giderilerek) ortadan kalkmakta ve değişkenler tekrar uzun dönemde denge değerine yaklaşmaktadır. Kısa dönemde katsayılar daha düşük çıkmıştır. İHR, İKBS ve CAS değişkenleri kısa dönemde uzun döneme göre BUY üzerinde daha az etkilidir.

4. SONUÇ

Dijital dönüşüm, sadece teknolojik ilerlemeleri değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik alanlarda büyük dönüşümleri de beraberinde getirmektedir. Bu süreç, insanların birbirleri ve çevreleriyle etkileşim biçimlerini temelden değiştirmektedir. Akıllı telefonlar, laptoplar, otonom araçlar ve giyilebilir akıllı cihazlar gibi yenilikçi teknolojiler ve ürünler, veri toplama ve paylaşım yöntemlerimizi radikal bir şekilde yeniden şekillendirmeye başlamıştır. Bu cihazlar ve sistemler, insanların günlük yaşamlarında nasıl iletişim kurduklarını ve etkileşimde bulduklarını değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda iş ve ekonomik faaliyetlerin de işleyişini yeniden düzenlemiştir. Böylece, dijitalleşme çağında sosyal ve ekonomik yapılar hızlı bir şekilde dönüşmeye başlamıştır.



Dijitalleşme, ekonomik büyümeyi artırmanın temel nedenlerinden biri olarak verimlilik artışı ve erişilebilirliği sağlar. Dijital teknolojiler, iş süreçlerinin otomatikleştirilmesi ve veri yönetimi gibi alanlarda önemli gelişmeler sunar. Bu sayede, şirketler daha az kaynak kullanarak daha fazla üretim yapabilir, hizmetlerini daha hızlı ve etkin bir şekilde sunabilirler. Ayrıca, dijital platformlar ve online araçlar, ürün ve hizmetlerin geniş bir kitleye ulaşmasını sağlar. Bu, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için, yerel pazarların ötesine geçerek geniş bir müşteri tabanına erişme imkanı sunar. Dijitalleşme, aynı zamanda şirketlerin pazar araştırması yapmalarını ve tüketici tercihlerini daha iyi anlamalarını sağlayarak, daha hedeflenmiş ve etkili pazarlama stratejileri geliştirmelerine olanak tanır.

Dijitalleşme, ekonomik büyümeyi artırmanın bir diğer yolunu da yenilikçilik ve sektörel gelişim aracılığıyla sağlar. Dijital teknolojiler, yeni iş modellerinin ortaya çıkmasına ve mevcut iş süreçlerinin yeniden şekillendirilmesine olanak tanır. Bu durum, pazarlarda daha fazla rekabet ve tüketici ihtiyaçlarına daha iyi cevap veren ürün ve hizmetlerin geliştirilmesine yol açar. Özellikle bilgi ve iletişim teknolojileri, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini hızlandırarak, sektörler arası inovasyon ve teknolojik ilerleme için bir katalizör işlevi görür. Böylece, ekonomi genelinde üretkenliği ve rekabetçiliği artırarak, uzun vadeli sürdürülebilir büyümeye katkıda bulunur. Ayrıca, dijitalleşme, eğitim ve öğrenme yöntemlerindeki dönüşümü destekleyerek, işgücü piyasasının ihtiyaçlarına uygun yeteneklerin geliştirilmesine yardımcı olur ve böylece ekonomik büyümeyi destekleyen bir iş gücü yaratır.

Bu çalışmanın amacı, gelişmekte olan ülke grubundan BRICS-T ülkelerinde 2010-2022 dönemi yıllık verilerini kullanarak dijitalleşmenin büyüme üzerine etkisini araştırmaktır. Analizde Pesaran ve Yamagata (2008) homojenlik testi uygulanmış ve eğitim katsayılarının homojen olmadığına karar verilmiştir. Heterojenlik varsayımına dayalı birinci nesil birim kök testleri olan Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001) testleri uygulanmıştır. Pesaran (2004) CDLM testi kullanılmış ve yatay kesit bağımlılığı bulunmuştur. Buna dayanarak bir ülke için bulunan CADF istatistiklerinin aritmetik ortalaması alınarak CIPS istatistiği hesaplanarak ikinci nesil durağanlık sonuçları incelenmiştir.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi belirlemek için Westerlund ve Edgerton (2007) tarafından geliştirilen LM bootstrap panel eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Uzun dönem eşbütünleşme katsayıları FMOLS (Fully Modified OLS) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Eşbütünleşik seriler arasındaki kısa dönem nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde, bilgi edinmek için hata düzeltme teriminden yararlanılmaktadır.

Hata düzeltme teriminin katsayısı, ülke grubunda negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani; modelin hata düzeltme mekanizması çalışmaktadır. Bu durumda, uzun dönem eş hareketli seriler arasındaki kısa dönem sapmaların %39.7'si ortadan kalkmakta ve seriler tekrar uzun dönem denge değerine yakınsamaktadır.

Panelin bütünü için İHR değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %3.2 artışa yol açacağı sonucu elde edilmiştir. İKBS değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %2.3 artışa yol açacağı belirlenmiştir. CAS değişkenindeki %1'lik artışın BUY değişkeninde %2.0 artışa yol açacağı belirlenmiştir. Görüleceği üzere, BUY üzerinde en etkili değişken İHR olarak belirlenmiştir.



Elde edilen bulgular, literatürdeki dijitalleşmenin ekonomik büyümeye olumlu katkı sağladığı yönündeki araştırma sonuçlarını doğrulamaktadır. Dijitalleşmenin ekonomik büyümeye sağladığı katkıların sürdürülebilir olması ve artırılması için atılması gereken bazı adımlar şunlardır:

Altyapı Yatırımları: Dijitalleşmenin temelini oluşturan sağlam bir altyapıya yatırım yapmak kritik önem taşır. Hızlı internet bağlantıları, veri merkezleri ve güvenli ağ altyapıları gibi unsurlar, dijitalleşmenin etkin kullanımı için gerekli temelleri atar.

Eğitim ve Beceri Geliştirme: İnsan kaynaklarının dijital becerilerini geliştirmek, dijital dönüşümün başarısı için hayati önem taşır. Dijital okuryazarlık, programlama, veri analizi ve siber güvenlik gibi alanlarda eğitim ve beceri geliştirme programları sunmak, iş gücünü dijital çağa uyumlu hale getirecektir.

Yenilikçilik ve Ar-Ge Desteği: Yenilikçilik, dijitalleşmenin itici gücüdür. Araştırma ve geliştirme faaliyetlerini teşvik etmek, yeni teknolojilerin ve çözümlerin geliştirilmesine yardımcı olur. Bu, hem teknolojik gelişimi hem de ekonomik büyümeyi destekler.

Dijital Dönüşümde Özel Sektör İşbirlikleri: Hükümetler, özel sektörle işbirliği yaparak dijitalleşmeyi hızlandırabilir. Teknoloji şirketleri, start-up'lar ve girişimcilerle yapılan ortaklıklar, yenilikçi çözümlerin hızla hayata geçirilmesini sağlar.

Düzenleyici ve Yasal Çerçevelerin Güçlendirilmesi: Dijital ekosistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi için gerekli düzenleyici ve yasal çerçevelerin oluşturulması ve güçlendirilmesi önemlidir. Veri koruma, telif hakkı, siber güvenlik ve gizlilik gibi konularda etkili yasal düzenlemeler, dijitalleşmenin güvenli ve adil bir şekilde ilerlemesine olanak tanır.

Küresel İşbirlikleri ve Ağlar: Uluslararası işbirlikleri ve ağlar, dijitalleşme süreçlerindeki en iyi uygulamaların paylaşılmasını ve küresel ölçekte sinerji yaratılmasını sağlar. Bu tür işbirlikleri, teknolojik transfer ve küresel standartların benimsenmesini kolaylaştırır. **Girişimcilik ve Yenilikçi Ekosistemlerin Desteklenmesi:** Girişimciliğin ve yenilikçi ekosistemlerin teşvik edilmesi, dijitalleşmenin yaygınlaştırılmasında önemli bir rol oynar. Start-up'lar ve teknoloji şirketleri, yeni dijital çözümler ve iş modelleri geliştirerek ekonomik büyümeyi hızlandırabilir.

Bu adımların uygulanması, dijitalleşmenin ekonomik büyümeye sağladığı katkıları optimize etmeye ve sürdürülebilir kılmaya yardımcı olacaktır. Bu nedenle, dijitalleşmeyi teşvik etmek politika yapıcılar için kritik bir önem taşımaktadır. Gelecek çalışmaların, sonuçları daha kapsamlı bir biçimde incelemek adına farklı örneklem grupları ve metodolojiler kullanarak analiz yapması önerilmektedir.

REFERENCES

- Alleman, J., Hunt, C. Michaels, D., Mueller, M., Rapport, P. and Taylor, L. (1994). Telecommunications and economic development: empirical evidence from Southern Africa, available at.
- Artan S., Hayaloğlu P., & Baltacı N., (2014). "Bilgi ve İletişim Teknolojilerindeki Gelişmelerin İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: Geçiş Ekonomileri Örneği", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28(2), 1. 2014.



- Bozkurt, H. & Dursun, G. (2015). “Bilgi ve iletişim Teknolojileri ile Yabancı Doğrudan Akımlar Arasındaki Etkileşim: Türkiye İçin Koentegrasyon Analizi 1980- 2004”, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim dergisi*,12(1), 15-26.
- Castells, M. (2004). *The Network Society: A Cross-Cultural Perspective*, Edward Elgar Publishing.
- Choi, I. (2001). Unit Root Tests For Panel Data. *Journal of International Money And Finance*, 20(1), 249-272.
- Dağdelen, İ. (2001). *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Ekonomisi: Önemi, Politikaları ve Büyüme Katkıları*, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara,
- Davenport, D., & Eraslan, E. (1998). Sanal Olarak Orada: Desteklenen İnternet. Türkiye İkinci Uluslararası Uzaktan Eğitim Sempozyumu'nda sunulan bildiri, 4-8 Mayıs 1998, MONE, FRTEED, 410-427, Ankara.
- Dura, C. ve Hayriye, A. (2002). *.Bilgi Toplumu, Bilgi Ekonomisi ve Türkiye, Literatür Yayınevi, İstanbul.*
- Faist, T. (2000). *The Volume and Dynamics of International Migration and Transnational Social Spaces*, Oxford: Clarendon Press.
- Forsyth, I. (1998). *Öğretme ve Öğrenme Materyalleri ve İnternet (2. baskı)*. Londra; Kogan Sayfası.
- Gönel, F. D. (2016). *Teknoloji kalkınma ilişkisi: teknolojinin yarattığı dünya*. F. D. Gönel içinde, *Kalkınma Ekonomisi*, Ankara: Efil Yayınevi.
- Gözüküçük, M.F. (2020). *Dijital Dönüşüm ve Ekonomik Büyüme*, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Harris, J.R. & Todaro, M.P. (1970). “Migration, Unemployment and Development: A Two Sector Analysis”. *American Economic Review*, 60, 126-142.
- Im, K.S, Pesaran, M.H. & Shin, Y. (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Jorgenson, D.W. & Vu, K. (2016). “The ICT revolution, World economic growth, and policy issues”, *Telecommunications Policy* 40(5), 1-22.
- Kotyrló, E. (2019). “Impact of Modern Information and Communication Tools on International Migration”. *International Migration*, 58(4), 195-213.
- Lucas, R.E. (1990). “Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?”. *The American Economic Review*, 80(2), 92-96.
- Maddala, G.S & Wu, S. (1999). Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data and A New Simple Test. *Oxford Bulletin Of Economics And Statistics*, Special Issue, 61(1), 631-652.
- Maier, G. (1985). “Cumulative Causation and Selectivity in Labor Market Oriented Migration Caused by Imperfect Information”. *Regional Studies*, 19, 231-241.
- Majeed, M.T & Ayub, T. (2018). “ICT and Economic Growth Nexus: A Comparative Global Analysis”. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 12(2), 443-476.
- Meçik, O. & Koyuncu, T. (2020). “Türkiye’de Göç ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Toda- Yamamoto Nedensellik Testi”. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*”, 9(3),1-18.



- Mermit, S. (2023). Bilgi Teknolojisi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Miracle, M.P. & Berry, S.S. (1970). "Migrant Labour and Economic Development". Oxford Economic Papers, 22(1), 86-108.
- Nedelcu, M. & Soysüren, İ. (2020). "Precarious Migrants, Migration Regimes and Digital Technologies: The Empowerment-Control Nexus". Journal of Ethnic and Migration Studies, 1-17.
- Niebel, T. (2018). "ICT and Economic Growth-Comparing, Developing, Emerging and Developed Countries". World Development, 1(1), 197-211.
- Oiarzabal, P.J. & Reips, U. (2012). "Migration and Diaspora in the Age of Information and Communication Technologies". Journal of Ethnic and Migration Studies, 38(9), 1333-1338.
- Oktay, E., Balkanlı, A. O. & Salepçioğlu, A. (2004). "Bilgi Toplumunda Yeni Ekonomi Ve Dönüşüm Stratejileri", 3. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildiriler Kitabı, 25-26 Kasım 2004, Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Eskişehir.
- Özkan, G. & Çelik, H. (2018). Bilgi İletişim Teknolojileri İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Bir Uygulama, Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi.
- Parasız, İ. (2008). "Büyüme Teorileri", 3. Baskı, Ezgi Kitapevi Yayınları, Bursa.
- Pesaran, M.H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. Cesifo Working Paper, 1229, 1-46.
- Pesaran, M.H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in The Presence of Cross-Section Dependence. Journal of Applied Econometrics, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H. & Yamagata, T. (2008). Testing Slope Homogeneity in Large Panels. Journal of Econometrics, 142(1), 50-93.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. & Smith, R.P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. Journal of the American Statistical Association, 94(446), 621-634.
- Ricketts, M. (2002), The Economics of Business Enterprise, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Romer, P.M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". Journal of Political Economy, 94(5), 1002-1037.
- Steinmueller, W.E. (2001). "ICTs and The Possibilities for Leapfrogging by Developing Countries". International Labour Review, 140(2), 193-210.
- Sucuoğlu, N. (2021). Seçilmiş Oecd Ülkelerinde Bilgi İletişim Teknolojileri Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı 2021-Y1-155 Aydın.
- Taymaz, E. (2018). Dijital Teknolojiler ve Ekonomik Büyüme. İstanbul: TÜSİAD.
- Türedi, S. (2013). Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Panel Veri Analizi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 7, 299-322.
- Wilson, Thomas, P., & Hord, N. (2000). İnternet Tabanlı Eğitim:Michigan State University Experience'tan Res ources hakkında bilgi. Üst Clin Nutr, 15(3), 35- 43.



- Yamak, R., & Bozkurt, H. (2003). “Bilgi Teknolojisi ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi”, II. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, Kocaeli Üniversitesi İ.İ.B.F. Yayını, Kocaeli.
- Yapraklı, S., & Sağlam, T., “Türkiye’de Bilgi iletişim Teknolojileri ve Ekonomik Büyüme: Ekonometrik Bir Analiz (1980-2008)”, Ege Akademik Bakış 10 (2). 2010.
- Yeloğlu H. O., (2009). Bilgi Ekonomisi Değişkenlerine Yönelik İlk İzlenimler: TürkiyeOECD Ülkeleri Karşılaştırmaları (1995-1999), Bilgi Dünya, 10(2), 1-18.