

G7 Ülkelerinin Bilgi İletişim Teknoloji Düzeylerini Belirleme: MEREC-CRITIC Entegre Ağırlıklı CoCoSo Metodolojisi

Determining Information Communication Technology Levels of G7 Countries: MEREC-CRITIC Integrated Weighted CoCoSo Methodology

Fatih ECER¹, Elçin GÜNEŞ²

Özet

Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, bilgi iletişim teknolojileri (BİT) kavramını ortaya çıkarmıştır. Devletler bilgi iletişim teknolojilerine yönelik altyapılarını iyileştirmek ve geliştirmek için adımlar atmaktadırlar. Bu bağlamda, ülkelerin BİT düzeylerini değerlendirmek kritik bir konudur. Bu motivasyonla hazırlanan çalışmada, G7 ülkelerinin BİT performansı BİT istihdam, BİT yatırım, BİT katma değer, BİT mal ihracı, internet erişimi ile evden bilgisayara erişim kriterlerine göre analiz edilmektedir. Önce, bu kriterlerin göreceli ağırlıkları hem MEREC hem de CRITIC objektif ağırlıklandırma yöntemleri ile hesaplanmakta ve birleştirilmiş bir önem düzeyi belirlenmektedir. Daha sonra ise ülkelerin BİT performans düzeylerini belirlemek için CoCoSo yöntemi kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, BİT malları ihracı (0,3137) ile internet erişiminin (0,1581), G7 ülkelerinin BİT düzeylerinin gelişimi açısından en önemli kriterler olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bulgulara göre ABD (6,0238) ve İngiltere (3,4215), BİT gelişim düzeyi açısından en iyi ülkelerdir. Buna karşın İtalya ve Kanada ise son sıralarda yer almaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Bilgi iletişim teknolojileri (BİT), Bilgi iletişim teknoloji düzeyi değerlendirme, Dijitalleşme, CoCoSo, MEREC, CRITIC

Abstract

Rapid developments in computer technologies have revealed the concept of information communication technologies (ICT). Countries are improving and developing their infrastructure for information communication technologies. In this context, assessing countries' ICT levels is a critical issue. In the study prepared with this motivation, the ICT performance of G7 countries is analyzed regarding ICT employment, ICT investment, ICT added value, ICT goods export, internet access, and access to a computer from home. First, the relative weights of these criteria are calculated with MEREC and CRITIC objective weighting methods, and an aggregated relative weight is determined. Afterward, the CoCoSo method is utilized to determine the ICT performance levels of countries. The results reveal that the export of ICT goods (0.3137) and internet access (0.1581) are the foremost criteria for developing ICT levels in G7 countries. Additionally, regarding the findings, the USA (6.0238) and the UK (3.4215) are the best countries in terms of ICT development level. On the other hand, Italy and Canada are at the bottom.

Keywords: Information communication technologies (ICT), Evaluation of information communication technology level, Digitalization, CoCoSo, MEREC, CRITIC

1. Prof. Dr. Ayfon Kocatepe University,
fatihecer@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6174-3241>

2. 100/2000 PhD Scholar,
gns.elcin79@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-7799-6104>

<https://doi.org/10.30798/makuiibf.1281607>

Article Type
Research Article

Application Date
April 12, 2023

Acceptance Date
December 18, 2023

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

The main purpose of this study is to demonstrate the ICT performance of the G7 countries. Another issue is to determine the importance of indicators that are effective in ICT performance of countries. An integrated multi-criteria decision-making (MCDM) approach was preferred in the study. The MEREC and CRITICAL methods were first used to calculate the relative importance of the indicators. By combining the calculated weights with the methods, the relative severity levels of the indicators are determined. Then, the calculated weights were obtained using the CoCoSo method to obtain the BIT performance of the G7 countries

Research Questions

The study focuses on these three questions in general. First of all, what are the indicators that are important in ICT performance of countries based on social and economic indicators? Another question to answer is which country's ICT performance is better? The final question the research addresses is, what are the strengths and weaknesses for countries to improve ICT performance development? Through these three questions, the research topic has been raised.

Literature Review

The literature includes studies on the level of ICT development. Jin and Cho (2015), studied the relationship between ICT and Development. Setiawan et al. (2016) evaluated the performance of ICT projects of Indonesian government departments. Özkan and Çelik (2018) researched its contribution to the growth of ICT Turkey's economy between 1998-2015. Merkevičius and Yadav (2019) found that Denmark and Lithuania were in first place, while Germany was last. Cheng et al. (2021) explored how ICT and financial development affect economic growth. Çebisli (2021), the impact of ICT and economic growth of G-7 countries was investigated. Ecemis and Coşkun (2022), Turkey's ICT usage was examined between 2014-2021 years. Nasri et al (2022) evaluated the performance of ICT companies operating in Iran. Zafar et al. (2022) explored the relationship between ICT, tourism, trade, economic growth and environmental sustainability in BRICS economies. Saleh et al. (2023) investigated the contribution of ICT in preventing counterfeiting in supply chain management.

Methodology

The study evaluated six indicators of the G7 countries: ICT employment, ICT investment, ICT added value, ICT goods export, internet access and access from home to computer. These indicators are obtained from the OECD database. The weights of the indicators are calculated using both MEREC and CRITICAL objective weighting methods and a common level of importance is determined. The CoCoSo method is then used to clarify the ICT performance levels of the G7 countries.

Results and Conclusions

The findings revealed that the most important criteria in ICT development are the export of ICT goods and internet access. CoCoSo results showed that the UK and the US are the best countries among the other G7 countries in terms of ICT development levels. Italy and Canada, on the other hand, are low-performing countries, which need to innovate and update with ICT development plans and targets. The study also tested the validity of the results obtained by performing a two-stage sensitivity analysis.

1. GİRİŞ

Bilgi, tüm kurum ve kuruluşlar için kilit noktadır ve teknoloji bilginin oluşum sürecinde önemli bir rol oynamaktadır (Onur vd., 2021). Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT); ses, veri, metin ve görüntü gibi bilgilerin dijital ortamda işlenmesi, depolanması, iletilmesi ve sunulması gibi süreçlerin donanım, yazılım, ağ ve medyalar aracılığıyla yapılması şeklinde tanımlanmaktadır (World Bank, 2009). BİT, ekonomik büyümeden sağlık hizmetine, sosyo-kültürel gelişmelerden eğitim-öğretim hayatına kadar birçok noktada fırsatlar sunmaktadır (Sealy, 2013). İşletmelerin mevcut rekabet ortamında iktisadi gelişimlerin evrensel boyut alması, çağın getirdiği yenilikler ve globalleşme nedeniyle bilgi teknolojilerini kullanmaları gerekmektedir (Acar vd., 2021). BİT'in ekonomide üretkenliği geliştirme, şirketlerin gelirlerini artırma ve katma değeri yüksek işleri yaratmadaki kuvvetli etkisi ülkelerin yeni BİT altyapısı oluşturulmasına ve yoğunlaştırılmasına sebep olmaktadır (Nair vd., 2020).

BİT'in giderek ekonomik büyümenin itici unsuru haline geldiği araştırmalara konu olmaktadır. Örneğin Yeni Zelanda'da hizmet sektöründe 1987'den 2001'e kadar ortaya çıkan kârın bilişim teknolojilerine yapılan yatırımla pozitif ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Chu vd., 2005). Benzer şekilde 1996-2005 yılları arasında BİT ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran ampirik çalışmada da olumlu etki olduğu tespit edilmiştir (Vu, 2011). Nair (2020), AR-GE, BİT ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1961-2018 yılları arasındaki OECD ülkelerini ele almış ve aralarında zamansal nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmiştir. Warr ve Ayres (2012) yaptıkları araştırmada, BİT ve GSYİH arasındaki ilişkinin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. BİT'e yatırım yapmak, verimlilik avantajı sağlamanın yanı sıra geleceğe yatırımda stratejik bir adım olmaktadır (Vu vd., 2020). Huang vd. (2019) BİT'in toplum, ekonomi ve çevre üzerindeki etkisinin son yıllarda daha hızlı arttığına dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle ülkelerin belirli teknolojik erişime ve seviyelerine sahip olması önemli bir unsurdur. BİT'in farklı sektörlerle yayılması ve büyümesi göz önüne alındığında devletler BİT altyapılarını geliştirmek için sürekli çalışmaktadırlar. Bu çalışmalar sosyal, çevre ve ekonominin sürdürülebilir olması açısından devletler için kritik bir rol oynamaktadır (Torkayesh ve Torkayesh, 2021). Bundan dolayı devletler altyapılarını dijital tabanlı ortamlara dönüştürmek için BİT sektörüne büyük yatırımlar yapmaya başlamışlardır (Macedo, 2017). Özellikle COVID-19 sonrası yaşanan evden bilgisayara erişim, internet erişimi gibi göstergeler sosyolojik açıdan ülkelerin ana gündem maddesi olmuştur. Bu sebeple BİT gelişimi, hükümetlerin ekonomilerini güçlendirme ve sosyal çevrede yaşanan eşitsizliği gidermede sürekli yeni politikalar geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, ülkelerin BİT gelişimini ve BİT altyapılarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla bu çalışmanın temel amacı, G7 ülkelerinin BİT performanslarını belirlemektir. Ayrıca, ülkelerin BİT performansında etkili olan göstergelerin ne denli etkin olduğunu ortaya koymakta önem arz eden bir konudur.

Ülkelerin BİT gelişim performansı birden çok göstergeye bağlı olduğundan ve bu göstergeler birbiriyle çelişebildiğinden, bu çalışmada bütünleşik bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımı tercih edilmiştir. Göstergelerin görece önemlerini hesaplamak için önce MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria) ve CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerle hesaplanan ağırlıklar birleştirilerek göstergelerin göreceli önem düzeyleri belirlenmiştir. Ardından, hesaplanan ağırlıklar CoCoSo (COMbined COMpromise SOLUTION) yönteminde kullanılarak G7 ülkelerinin BİT performanslarını elde edilmiştir. Ülkelerin BİT istihdam, BİT yatırım, BİT katma değer, BİT mal ihracı, internet erişimi ile evden bilgisayara erişim olmak üzere altı göstergeleri değerlendirmelerde dikkate alınmıştır. Genel olarak bu çalışmanın çıkış noktasını şu sorular oluşturmaktadır:

- i. Sosyal ve ekonomik göstergelere dayanarak ülkelerin BİT performansında önemli olan göstergeler nelerdir?
- ii. Hangi ülkenin BİT performansı daha iyidir?

iii. Ülkelerin BİT performans gelişiminin iyileştirmeleri için güçlü ve zayıf yönleri nelerdir?

Yukarıdaki araştırma sorularına yanıt oluşturmak için bu çalışmada, 1976'da kurulan ve dünyanın en önemli küresel ticaret ortaklıklarından biri olan G7 ülkeleri seçilmiştir (Chang vd., 2015; Shah vd., 2022). Ayrıca, BİT'lerin mevcut durumuyla ilgili güncel verilerin bulunması (Torkayesh ve Torkayesh, 2021), bu ülkelerin tüm mal ve hizmet ithalatının %35'inin yapıldığı yerler olması ve G7'nin temel vizyonunun, ekonomik entegrasyonu teşvik etmek ve ticaret olması da bu ülke topluluğunun analiz edilmesine zemin hazırlamıştır. OECD'nin yayınlamış olduğu veri setinden elde edilen göstergeler çalışmada kriter olarak dikkate alınmıştır. Yukarıda ifade edildiği gibi bu kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için MEREC ve CRITIC yöntemleri kullanılmıştır. MEREC oldukça yeni bir objektif ağırlıklandırma tekniğidir ve kendine özgü bir algoritmayla kriter ağırlıklarını tespit eder. CRITIC ise yıllardır uluslararası ve ulusal pek çok çalışmada kullanılarak etkinliğini ve kullanılabilirliğini ispatlamış olan bir objektif ağırlıklandırma yöntemidir. Ancak her bir yöntemin kendine has bir algoritmasının olması, elde edilen bulgularda kısmen farklılıklara neden olabilmektedir (Ecer, 2021a). Bu nedenle bu çalışmada, bu iki yöntemden elde edilen sonuçlar birleştirilmiş ve nihai kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Ülkelerin sıralamalarını belirlemek için ise iki farklı veri birleştirme tekniğinin kullanımına dayanan ve yüksek bir kararlılık, sağlamlık ve güvenilir özelliklerine sahip bir sıralama tekniği olan CoCoSo yönteminden yararlanılmıştır. CoCoSo, diğer ÇKKV tekniklerinden farklı olarak bir yerine üç farklı birleştirme operatörü kullanarak alternatif sıralamalarına ulaşır. Böylece elde edilen sonuçlara duyulan güveni arttırmayı hedefler (Ecer, 2020: 299).

Yukarıda ifade edilen motivasyonla hazırlanan bu çalışmanın yeniliklerden ilki; BİT gelişim düzeyini MEREC-CRITIC-CoCoSo yöntemleri çerçevesinde ele alan bir araştırmanın literatürde mevcut olmamasıdır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde hem MEREC hem de CRITIC yöntemleriyle hesaplanan değerlerin birlikte kullanılmasının, sıralamada ise CoCoSo gibi güçlü ve sağlam bir ÇKKV yönteminden faydalanılması ilgili literatüre katkı sağlar niteliktedir. İkincisi, ülkelerin BİT gelişim düzeyinde dikkate alınan göstergelerin önem düzeylerini tespit etmektir. Böylece ülkeler, zayıf oldukları yönlerin farkına vararak bunları geliştirmeye yönelik planlamalar yapabilirler. Üçüncüsü ise ülkelerin BİT performanslarını ortaya koymaktır. Bu sayede performansı düşük olan ülkeler, çeşitli stratejiler geliştirerek kendilerini sıralamada daha iyi bir yere taşıyabilirler. Ayrıca ülkeler, küresel çapta önemli teknolojik unsur haline gelen BİT ile ilgili uygulanan politikaları yeniden gözden geçirme fırsatı bulabilirler. Yukarıdakilere ek olarak bu araştırmanın literatüre önemli bir katkısı, ülkelerin BİT performansında etkili olan göstergelerden hangilerinin daha önemli olduğunu belirlemek ve bu çerçevede ülkelerin BİT performanslarını analiz etmektir. Teorik katkı ise MEREC-CRITIC-CoCoSo bütünlük yaklaşımını önermektir.

Bu araştırma beş bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde yapılan literatür taraması verilmiştir. Üçüncü bölümde CRITIC, MEREC ve CoCoSo metotları ile yapılan analiz bulguları yer almaktadır. Dördüncü bölümde daha önce yapılmış olan çalışmalarla bu araştırmanın sonuçları karşılaştırılmıştır.

Son bölümde ise genel bir değerlendirme yapılarak araştırmanın kısıtlarından bahsedilmiş ve gelecek çalışmalar için öneriler verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, hem BİT üzerine hem de ÇKKV teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen BİT çalışmaları ele alınmaktadır. Tablo 1’de BİT konusunu ele alan literatürdeki bazı araştırmalara yer verilmiştir.

Tablo 1. BİT İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

| Yazar/lar | Yöntem | Konu | Bulgular |
|-------------------------------|---------------------------|---|---|
| Yapraklı ve Sağlam (2010) | Granger nedensellik testi | Türkiye’de BİT ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek | 1980-2008 dönemi için kısa ve uzun dönemde ekonomik büyüme BİT’ten olumlu olarak etkilenmiştir. Fakat diğer üretim faktörlerine göre daha düşük seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hata düzeltme ve Granger nedensellik testlerine göre ekonomik büyüme ve bilgi arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. |
| Artan vd. (2014) | Ekonomik modelleme | BİT ile iktisadi büyüme ilişkisini incelemek | 1994-2011 yılları arasında statik panel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. BİT yaşanan gelişmeler iktisadi büyümeyi olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Telefon ve internet kullanımının büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. |
| Jin ve Cho (2015) | Panel veri analizi | BİT ve Kalkınma arasındaki ilişkinin incelenmesi | Nüfus büyüklüğü, tüketici enflasyonu, yolsuzluk ve eğitim gibi çeşitli kontrol değişkenleri kullanılmıştır. BİT gelişiminin ekonomik kalkınma üzerindeki etkisinin incelemek için panel veri analizi tercih edilmiştir. BİT’in ekonomik kalkınma üzerinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. |
| Bris vd. (2017) | Regresyon analizi | BİT kullanımın hane halkı ulaşım harcamaları ile bağlantısı | 33 ülkenin resmi kaynaklarından derlenen bilgilere göre internet erişimi ve mobil cihazlar sayesinde seyahat etkinliklerine daha az harcamayla erişim imkân sunulduğu sonucuna ulaşılmıştır. |
| Albiman ve Sulong (2017) | PMG | Düşük ve orta gelirli ülkelerin BİT’in ekonomik büyüme üzerindeki etkileri | Sahra Altı Afrika bölgesinden elde edilen 24 yıllık veriler göre internetin yalnızca alt-orta gelirli ülkeler üzerinde olumlu ve anlamlı bir etki tespit edilmiştir. Sabit ve cep telefonlarının ise hiçbir gelir grubunun ekonomik büyümesine etkisi olmadığı tespit edilmiştir. |
| Özkan ve Çelik (2018) | Granger nedensellik testi | 1998-2015 yılları arasında BİT Türkiye ekonomisindeki büyümeye olan katkısı | GSYH bağımlı değişken, sabit ve cep telefonları ile internet kullanımı bağımsız değişken şeklinde ele alınarak birim kök testi ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. BİT kullanımının ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. |
| Samargandi vd. (2019) | ARDL | Suudi Arabistan’da BİT gelişimi ve finansal gelişiminin etkisi | Suudi Arabistan’da kadınların işgücüne katılımının belirleyicilerinin incelendiği çalışmada BİT gelişiminin kadın istihdamı üzerindeki olumsuz etkisini değiştirdiği tespit edilmiştir. |
| Karakara ve Osabuohien (2019) | Ampirik Analiz | Hane halklarının BİT’e erişimi ve banka himayesi | Ülkelerin gelir/servet durumu, cinsiyet, ikamet yeri, bireyin yaşı ve eğitim gibi sosyo-ekonomik faktörlerin BİT’lerin benimsemesine katkı sağladığı belirlenmiştir. |
| Dikkaya ve Aytekin (2019) | Karşılaştırmalı analiz | BİT ile dijital ekonomiyi Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye arasında karşılaştırma | Türkiye’nin BİT kullanım konusunda AB’nin gerisinde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Fernandez-Portillo vd. (2020) | En Küçük Kareler Yöntemi | BİT gelişiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini OECD ülkelerinde araştırılması | Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi ile OECD veri tabanları kullanılarak BİT ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi inceleyen çalışmanın bulgularına göre BİT kullanımının ilerlemesi ülkelerin ekonomik büyümesine katkı sağlamaktadır. |
| Nair vd. (2020) | VECM | AR-GE, BİT ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki | 1961-2018 yılları arasında OECD ülkelerini kapsayan araştırmada AR-GE ve BİT'ten ekonomik büyümeye uzanan uzun vadeli nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. |
| Adam (2020) | En Küçük Kareler Yöntemi | BİT gelişiminin etkisiyle e-devlet yolsuzluk bağlantısı üzerindeki aracı etkilerini incelemektedir. | E-devlet gelişimi, BİT gelişimi ve kurumsal kalite arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Buna göre BİT gelişiminin güçlendirilmesi yolsuzluk üzerindeki baskının daha güçlü olmasını sağlayacaktır. |
| Yıldız (2020) | Panel veri analizi | OECD ülkelerinde BİT'in yaygınlaşmanın vergi gelirleri üzerindeki etkisi incelemek | BİT'in yaygınlaşması ile ekonomik büyüme ve vergi gelirleri arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. OECD ülkelerinde BİT yaygınlaşması ve ekonomik büyümenin vergi gelirlerini arttırdığı tespit edilmiştir. |
| Vu vd. (2020) | Literatür Taraması | BİT ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı incelenmiştir | 1991-2018 arasında yayınlanan 208 akademik makalenin incelenmesi sonucunda BİT'in ekonomik büyümeye katkısının zamanla artma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. |
| Habibi ve Zabardast (2020) | Karşılaştırmalı analiz | Orta Doğu ve OECD ülkelerinin ekonomisine BİT ve eğitim katkısı incelemek | BİT'in her iki ülke grubunda da ekonomik büyümeye olumlu katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, Orta Doğu'da mobil aboneliğin etkisinin OECD ülkelerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. |
| Afawubo ve Noglo (2022) | Karşılaştırmalı analiz | BİT ve girişimcilik arasındaki ilişkiyi geliştirmekte ve gelişmiş olan ülkelerin karşılaştırılmalı analizi | BİT sermaye hizmetleri ile girişimcilik arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Fakat BİT sermaye hizmetlerinin girişimciliğe katkısında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmamıştır. |
| Zafar vd. (2022) | CS-ARDL | BRICS ekonomilerinde BİT, turizm, ticaret, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki araştırmaktadır. | BİT'lerin sürdürülebilir çevrenin desteklenmesine yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulgulara göre BİT politikalarının farklı bölgelere çevresel sürdürülebilirlik getireceği belirtilmektedir. |
| Cheng vd. (2021) | Temel Bileşenler Analizi (TBA) | BİT ve finansal gelişiminin ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğini araştırmak | BİT ve finans arasındaki etkileşim finans sektöründeki olumsuzlukları azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır. |

| | | | |
|-------------------------|--------------------|--|---|
| Çebişli (2021) | Panel Veri Analizi | G7 ülkelerinin BİT'in ve ekonomik büyümeye etkisi araştırılmıştır | 2004-2018 yılları kapsamında ekonomik büyüme ile BİT, enflasyon ve işsizlik arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. |
| Nurcan ve Çetin (2022) | Panel Veri Analizi | BİT kullanımı, istihdam ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki | Sabit geniş bant aboneliklerinin istihdam ve ekonomi üzerinde bir etkisi bulunmazken aktif mobil geniş bant aboneliklerinin pozitif yönde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. |
| Ecemiş ve Coşkun (2022) | PSI ve WEDBA | Türkiye'nin BİT kullanımının 2014-2021 yılları arasında incelenmesi | Ülkemizin BİT gelişiminde n önemli kriterin 2014'te internet erişimi, 2021'de ise mobil bant genişliğinin olduğu sonucuna varılmıştır. BİT performans sıralamasına göre en başarılı yerlerin İstanbul, Doğu Marmara, Batı Marmara, Ege, Doğu Karadeniz, Akdeniz, Batı Anadolu, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu olduğu tespit edilmiştir. |
| Saleh vd. (2023) | Literatür Taraması | Tedarik zinciri yönetiminde sahteciliğin önlenmesinde BİT'in katkısı | BİT'in tedarik zincirinde sahte elektronik parçalar, ilaç, gıda gibi ürünlerin ülkeye girişini önleme tekniklerini geliştirdiği ve sahteciliklerin tedarik zincirleri üzerindeki etkisini en aza indirmede bir araç olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. |

Literatür incelendiğinde, BİT konusu birçok analiz teknikleri ile araştırmalara konu olmuştur. Farklı zaman aralıklarında ülke ya da çeşitli ülke grupları için BİT kullanım ve gelişim süreci ele alınmıştır. Ayrıca ülkeler arasında kıyaslama yapılarak ülkelerin BİT altyapısı ile ilgili değerlendirmelere yer verilmiştir. Genellikle ekonomik büyüme ve ilgili göstergelerle BİT arasındaki ilişki ekonometrik yöntemlerle tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanında; vergi gelirleri, AR-GE, girişimcilik, sürdürülebilirlik, istihdam gibi olgularla BİT arasındaki bağlantı araştırılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere BİT hem ülke hem de kurumların işleyiş ve yönetimi konusunda birçok değişkenle doğrudan bağlantılıdır.

Tablo 2'de ise ÇKKV teknikleri yardımıyla yapılan çalışmalar görülebilir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar detaylı bir şekilde incelendiğinde, ÇKKV ile BİT gelişim düzeyinin ölçümüne ilişkin çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür. Tablo 2'ye göre ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL, ANP, AHP, TOPSIS, LBWA, MARCOS, WEDBA ve VIKOR, bu çalışmalarda kullanılan tekniklerdir. Ancak, BİT performansını belirlemeye yönelik olarak MEREC, CRITIC ve CoCoSo yöntemlerinin ne tek başlarına ne de birlikte kullanımı söz konusu değildir. Bu sebeple çalışma literatürde önemli bir boşluğu doldurabilecektir. Ayrıca Tablo 2'den de anlaşılacağı gibi kriter ağırlığı belirlemek araştırmacılar tek bir yöntemden faydalanırken bu çalışmada MEREC ve CRITIC yöntemlerinin sonuçları birleştirilmiş ve böylece daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Özetle, bu çalışmada güvenilirliği kanıtlanmış olan ÇKKV yöntemleri ile ülkelerin BİT gelişiminin değerlendirilmesi yapılarak literatüre katkı yapmak hedeflenmektedir.

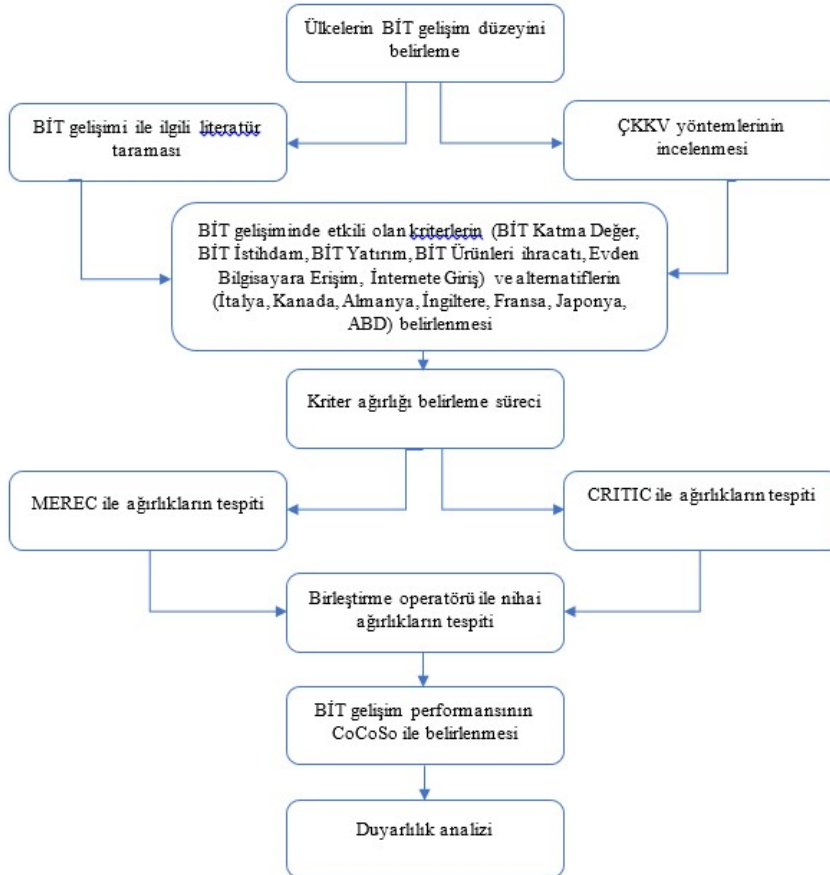
Tablo 2. ÇKKV Yöntemleri Kullanılarak Yapılmış BİT Çalışmaları

| Yazar/lar | Yöntem | Konu | Bulgular |
|-------------------------------|----------------------|--|---|
| Setiawan vd. (2016) | AHP ve TOPSIS | Endonezya devlet dairelerinin BİT projelerinin performansını değerlendirmek | Kurumlarda geliştirilen projeleri kendi arasında sıralaması yapılmıştır. |
| Merkevičius ve Yadav (2019) | TOPSIS ve SAW | Belirlenen 5 ülkede faaliyet gösteren sanal işletmelerin BİT kullanımını değerlendirme | Sanal işletmelerde BİT kullanımı ve erişimi açısından Danimarka birinci Avusturya ikinci ve Litvanya üçüncü Macaristan dördüncü Almanya'nın ise son sırada olduğu tespit edilmiştir. |
| Torkayesh ve Torkayesh (2021) | LBWA ve MARCOS | G7 ülkelerinin BİT gelişiminin karşılaştırılması | ABD ve Japonya BİT gelişimlerine göre en iyi ülkeler arasında yer alırken İtalya, Kanada ülkelerinin BİT politikalarını yükseltmeleri gerektiği tespit edilmiştir. |
| Nasri vd. (2022) | Bulanık AHP ve VIKOR | İran'da faaliyet gösteren BİT şirketlerin performanslarının değerlendirilmesi | Uzman görüşü ve önceki çalışmalara dayanarak 21 kriter tespit edilmiştir. BİT şirketlerinin başarısını etkileyen önemli faktörler; çalışanların katılımı, ekip çalışması, müşteri odaklılık, ekonominin durumu ve kamu ile özel sektör arasındaki çıkar çatışması şeklinde sıralanmıştır. |

3. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Bu çalışmada ülkelerin BİT gelişim tespit edebilmek için ÇKKV tekniklerinden yararlanılmıştır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için MEREC ve CRITIC, ülkelerin BİT performans sıralamasını elde etmek için ise CoCoSo yönteminden faydalanılmıştır. Araştırmanın akış şeması Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1. Önerilen Modelin Akış Şeması



3.1. CRITIC Yöntemi

Kriterlerin önem ağırlıklarının objektif olarak belirlenmesini amaçlayan bu yöntem 1995'te Diakoulaki vd. tarafından literatüre kazandırılmıştır. Yöntem, değerlendirme kriterlerinde mevcut olan bilgilerin tamamını çıkarmak amacıyla karar matrisinin değerlendirmesine dayanmaktadır. Kriter ağırlıkları hesaplanırken her bir kriterin standart sapması ve diğer kriterlerle olan korelasyon katsayısı esas alınır. Bu şekilde kriterlerin değişkenlikleri, kriterler arası ilişkilerin derecesi ve yönü kriter ağırlıklarını belirler. Yöntemin kullanıldığı bazı alanlar arasında otopark seçimi (Amari vd., 2023), yatırım portföy seçimi (Silva vd., 2023), enerji güvenliğinin değerlendirilmesi (Brodny ve Tutak, 2023) ve blok zinciri sistemlerinin değerlendirilmesi (Zafar vd., 2021) gösterilebilir. Yöntemin avantajları, karar verme probleminin yapısındaki zıtlığın yoğunluğunu belirleyerek ağırlıkların tespitinin yapılması ve karar vericilerin, karar sürecine müdahalesinin olmamasıdır. Dolayısıyla yöntem sadece verilerin kendine özgü özelliklerine göre kriter ağırlıklarının belirlenmesini sağlar. Ayrıca yöntem, temel bileşenler analizine (TBA) benzemekle birlikte daha az hesaplama yaparak sonuca ulaşmaktadır. CRITIC yönteminin aşamaları aşağıda verilmiştir (Ecer, 2020).

Adım 1: *Başlangıç karar matrisinin oluşturulması.* Karar matrisinin (X) elemanları (x_{ij}), j'inci kritere göre i'inci alternatifin performans değerini temsil eder.

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2: *Normalleştirme (Standartlaştırma) matrisinin elde edilmesi.* Yöntemin ikinci aşamasında kriter değerlerinin ortak birime dönüştürmek için normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Yani karar matrisi elemanları normalize edilir. Bu amaçla Eşitlik (2) fayda kriterlerini hesaplamak için Eşitlik (3) ise maliyet kriterlerinin hesaplamasını yapmak için kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min}}{x_{mak} - x_{min}} \quad (2)$$

Adım 3: *Standart sapmaların hesaplanması.* Kriterlerin standart sapmaları Eşitlik (4) kullanarak elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{mak} - x_{ij}}{x_{mak} - x_{min}} \quad (3)$$

Adım 4: *Korelasyon katsayısının hesaplanması.* Bu adımda korelasyon katsayıları hesaplanır. Kategorik (sıralı) olmayan veriler için Pearson korelasyon, kategorik veriler için ise Spearman'ın sıra korelasyon katsayısı bulunur.

$$p_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j) \cdot (r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=2}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2 \cdot \sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}} \quad (5)$$

Adım 5: Kriter ağırlıklarının elde edilmesi. Son aşamada j kriterinin ağırlık katsayısının karşılığı olan kriter ağırlıkları (w_j) hesaplanır. Eşitlik (6) aracılığıyla hesaplanan ağırlıklandırma işleminde en yüksek değere sahip kriterin önem düzeyinin de en önemli kriter olarak ele alınır.

$$w_j = \frac{s_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk})}{\sum_{k=1}^n (s_j \cdot \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}))} \quad (6)$$

3.2. MEREC Yöntemi

Objektif kriter ağırlıkları belirlemek amacıyla literatüre giren MEREC yöntemi, Ghorabae vd. (2021) tarafından geliştirilmiştir. Objektif yöntemlerin çoğunda ağırlıkları hesaplamak için kriterlerdeki varyasyonlar kullanılır. Diğer yöntemlerden farklı olarak MEREC yönteminde kriterlerin alternatiflerin performans üzerindeki kaldırma etkileri ağırlıklandırmada bir ölçüt olarak kabul edilir. Bu yöntemin avantajları şunlardır: (i) matematiksel temelini sağlam ve kolay anlaşılabilir olması, (ii) kriter ağırlıklarının belirlenmesinde analizden çıkan kriterin sonuca etkisinin rol oynaması ve (iii) özel bir analiz ve hesaplama programına ihtiyaç duyulmamasıdır (Ecer ve Ayçin, 2022). Yöntemin kullanıldığı bazı alanlar arasında lojistik (Toslak vd., 2022), ekonomik özgürlük değerlendirmesi (Ecer ve Zolfani, 2022), üniversitelerin girişimci ve yenilikçi performans analizi (Saticı, 2022) ve ülkelerin yenilikçi performans ölçümü (Ecer ve Ayçin, 2022) yer alır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir (Keshavarz Ghorabae vd., 2021).

Adım 1. İlk adımda alternatif derecelerini ve kriterlere yönelik değerleri gösteren bir karar matrisi oluşturulur. Matrisin içindeki elemanlar sıfırdan büyük ve pozitif olmasına dikkat edilmelidir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \ddots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (7)$$

Adım 2. Karar matrisini ölçeklendirmek için normalleştirme işlemi yapılır. Fayda ve maliyet yönlü kriterler sırasıyla Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) vasıtasıyla normalize edilir.

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}}, & \text{Fayda kriteri için} \end{cases} \quad (8)$$

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}}, & \text{Maliyet Kriteri için} \end{cases} \quad (9)$$

Adım 3: Alternatiflerin genel performansı (S_i) hesaplanır. Önceki aşamada yapılan normalleştirme işlemi sonrası bulunan değerlerden daha küçük değerlere ulaşılması sağlanabilir.

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ij}^x)| \right) \right) \quad (10)$$

Adım 4: Kriterlerin her biri ayrı ayrı çıkarılarak alternatiflerin genel performansı bulunur.

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik}^x)| \right) \right) \quad (11)$$

Adım 5: Bu aşamada adım 3 ve 4'te bulunan değerlere göre kriterin çıkarma etkisi bulunur ve mutlak sapmaların toplamı hesaplanır.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (12)$$

Adım 6: Son adımda ise her bir kriterin ağırlığı kaldırma etkileri kullanarak hesaplanır ve nihai ağırlıklar belirlenir.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (13)$$

3.3. Ağırlıkları Birleştirme

Farklı ÇKKV yöntemleri kullanarak elde edilen ağırlıkların birbirinden farklı olmaları beklenmedik bir sonuç değildir. Dolayısıyla bir ağırlık birleştirme operatörü, farklı ağırlıklardan optimal bir ağırlık elde etmek için kullanılabilir. Bu çalışmada Eşitlik (14)'te verilen birleştirme operatörü kullanılmıştır (Torkayesh vd., 2021).

$$w_{Nihai} = \Gamma \cdot w_{Merec} + (1 - \Gamma) \cdot w_{Critic} \quad (14)$$

Eşitlik (14)'te Γ , birleştirme katsayısı olup $\Gamma = 0,5$ kullanılması önerilir.

3.4. CoCoSo Yöntemi

2019 yılında birleşik uzlaşma algoritmasını temel alarak Yazdani vd. (2019) tarafından geliştirilen bu yöntem, SAW (Simple Additive Weighting) ve EWP (Exponentially Weighted Product) yöntemlerinin matematiksel olarak bir araya getirilmesine dayanır. Yöntemin kullanıldığı bazı alanlar arasında sürdürülebilirlik (Haseli vd., 2023; Ecer vd., 2023), robot seçimi (Kumar vd., 2022), ülkelerin bilgi performans analizi (Altıntaş, 2021) ve lojistik yer merkezi seçimi (Ulutaş vd., 2020) yer alır. Bu

yöntemin önemli bir avantajı, sıra tersine çevirme sorununa sahip olmamasıdır. Yani, yeni bir alternatif eklenmesi ya da çıkarılması durumunda elde edilen sonuçlar alternatif sıralamasını etkilemez. Yöntem, alternatiflerin fayda değerlerini hesaplamak için üç farklı toplama stratejisi kullanarak birleştirme işlemi yapar. Böylelikle daha güvenilir sonuçlar elde edilir. Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (Yazdani vd.,2019).

Adım 1: Karar verme matrisinin oluşturulması

$$X = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} ; i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n \quad (15)$$

Adım 2: Fayda ve maliyet kriterlerinin normalize edilmesi

$$Z = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \bar{z}_{11} & \bar{z}_{12} & \dots & \bar{z}_{1n} \\ \bar{z}_{21} & \bar{z}_{22} & \dots & \bar{z}_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \bar{z}_{m1} & \bar{z}_{m2} & \dots & \bar{z}_{1n} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (16)$$

$$\bar{z}_{ij} = \frac{x_{ij} - x^-_{ij}}{x^+_{ij} - x^-_{ij}} \quad (17)$$

$$\bar{z}_{ij} = \frac{x^+_{ij} - x_{ij}}{x^+_{ij} - x^-_{ij}} \quad (18)$$

Adım 3: Ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizi toplamını bulmak için Eşitlik (19), alternatiflerin her biri için karşılaştırılabilirlik dizilerinin toplamını elde etmek için ise Eşitlik (20) kullanılır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j \bar{z}_{ij}) \quad (19)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (\bar{z}_{ij})^{\omega_j} \quad (20)$$

Adım 4. Alternatiflerin görel performanslarını bulmak için üç değerlendirme stratejisi Eşitlik (21), (22) hesaplanır. Eşitlik (23)'da gösterilen λ 'nin değeri karar vericiye bırakılır fakat yöntemi önerenler tarafından $\lambda = 0,5$ seçilmesi önerilir.

$$\xi_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m P_i + S_i} \quad (21)$$

$$\xi_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i} \quad (22)$$

$$\xi_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i + (1-\lambda) \max_i P_i)}; 0 \leq \lambda \leq 1. \quad (23)$$

Adım 5. Alternatiflerin nihai sıralamaları Eşitlik (24) kullanılarak tespit edilir.

$$\xi_i = (\xi_{i\alpha} \cdot \xi_{ib} \cdot \xi_{ic})^{1/3} + \frac{1}{3}(\xi_{i\alpha} + \xi_{ib} + \xi_{ic}) \quad (24)$$

4. ÜLKELERİN BİT GELİŞİM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Tablo 3'te G7 ülkelerinin BİT gelişim düzeylerinin değerlendirmek için belirlenen altı gösterge sunulmuştur. Kriterler belirlenirken mevcut literatürden yararlanılmıştır. Tablo 3'te belirtilen göstergelerin tamamı Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) veri tabanından elde edilmiştir. Bu göstergelerin önemini hesaplamak için CRITIC ve MEREC yöntemleri kullanılır.

Tablo 3. BİT Gelişim Göstergeleri

| Göstergeler | Tanım | Kaynak |
|-------------------------------|--|--------|
| BİT Katma Değer (C1) | BİT sektörü brüt verisi ile ara tüketim arasında oluşan fark | OECD |
| BİT İstihdam (C2) | BİT sektöründe çalışan bireylerin yüzdesi | OECD |
| BİT Yatırım (C3) | Bir yıldan daha uzun süre kullanılan makine ve yazılımların satın alınması | OECD |
| BİT Ürünleri ihracatı (C4) | Dünya Gümrük Örgütü'nün BİT ürünlerini tanımlayan sistemin ABD doları cinsinden ölçüsüdür. | OECD |
| Evden Bilgisayara Erişim (C5) | Evde çalışan en az bir bilgisayar bulunan hane sayısı olarak tanımlanmaktadır. | OECD |
| İnternete Giriş (C6) | İnternete erişim olan hane yüzdesi | OECD |

Kaynak: OECD (2017).

Bu bölümde G7 ülkelerinin BİT gelişim düzeylerini ÇKKV yöntemleri kullanarak değerlendirme yapılmıştır. Doğru ve uygulanabilir sonuçlar elde etmek için OECD'nin yayınladığı veriler aracılığıyla altı ana gösterge belirlenmiştir. Belirlenen altı ana göstergenin ağırlıklandırılması için önce CRITIC-MEREC yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Nihai ağırlıklara ulaşmak amacıyla iki yöntemin bulguları daha sonra entegre bir şekilde kullanılmıştır. Son aşamada ise ülkelerin sıralaması CoCoSo yöntemi kullanarak elde edilmiştir.

4.1. CRITIC-MEREC Analiz Sonuçları

İlk aşamada MEREC ve CRITIC yöntemleri kullanılmış ve kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra ise elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak nihai ağırlık değerlerine ulaşılmıştır. Buradaki amaç, sonuçların daha gerçekçi olmasıdır. Çünkü her bir ağırlık yöntemi kendi

algoritmasına has çözümler üretebilmekte ve bu nedenle yöntemlerin sonuçları birbirinden oldukça farklılaşabilmektedir (Ecer ve Pamucar, 2022). Elde edilen kriterler değerleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Kriter Ağırlıkları

| | MEREC | CRITIC | Nihai ağırlık |
|----|--------|--------|---------------|
| C1 | 0,0554 | 0,2018 | 0,1286 |
| C2 | 0,1252 | 0,1366 | 0,1309 |
| C3 | 0,4720 | 0,1553 | 0,3137 |
| C4 | 0,0731 | 0,1685 | 0,1208 |
| C5 | 0,1646 | 0,1306 | 0,1476 |
| C6 | 0,1094 | 0,2068 | 0,1581 |

Tablo 4’ün son sütunu, Eşitlik (14) yardımıyla ve $\Gamma = 0,5$ kullanılarak bulunmuştur. CRITIC ve MEREC yöntemlerinden elde edilen bulgulara göre BİT gelişim düzeyi için en önemli faktörlerin sırasıyla BİT ürünlerin ihracatı (C3; 0,3137), internete giriş (C6; 0,1581) ve evden bilgisayara erişim (C5; 0,1476) olduğunu görülmektedir. Bu kriterleri ise sırasıyla BİT istihdam (C2; 0,1309), BİT katma değer (C1; 0,1286), BİT ürünleri ihracatı (C4; 0,1208) takip etmektedir.

4.2. CoCoSo Sonuçları

Daha önce de belirtildiği gibi G7 ülkeleriyle ilgili veriler OECD’nin veri tabanından temin edilmiştir. Ülkelerin BİT performanslarını belirlemek için ilk olarak Tablo 5’te gösterilen başlangıç karar matrisi oluşturulur. Bu karar matrisi üzerinde, Denklem (17) kullanarak normalleştirme işlemi yapılır.

Tablo 5. Karar Verme Matrisi

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Maksimum | Maksimum | Maksimum | Maksimum | Maksimum | Maksimum |
| ABD(A1) | 72,03 | 3,8 | 138651 | 7,1 | 32,14 | 79,9 |
| İngiltere(A2) | 91,67 | 4,3 | 20080 | 7,4 | 23,77 | 97,3 |
| Almanya(A3) | 92,87 | 3,9 | 61850 | 5,1 | 12,69 | 91,9 |
| Fransa (A4) | 84,13 | 3,3 | 22606 | 5,1 | 16,34 | 93,3 |
| Japonya (A5) | 70,1 | 4,7 | 72781 | 8,1 | 13,53 | 67,1 |
| İtalya (A6) | 72,5 | 3,1 | 9339 | 4,9 | 11,03 | 90,5 |
| Kanada(A7) | 83,2 | 2,6 | 10249 | 5,1 | 17,02 | 94,2 |

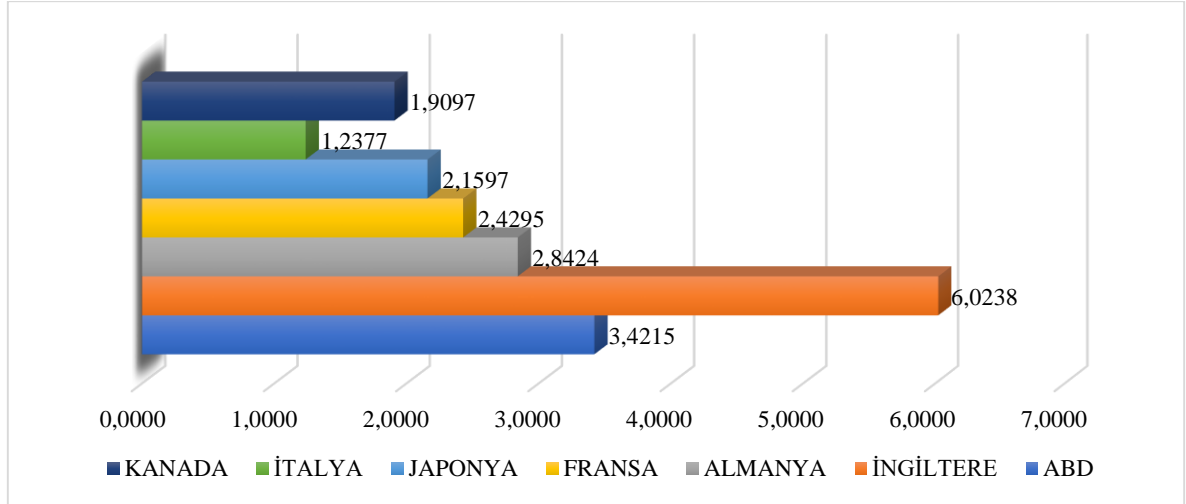
Sonraki adımda, oluşturulan normalleştirilmiş karar matrisi ve ağırlık vektörü kullanılarak yeni bir matris oluşturulur. Her bir alternatifin ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisinin toplamı hesaplanır. Eşitlikler (19) ve (20) kullanarak alternatiflerin ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi oluşturulur. Ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi ve güç ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi değerlerinin toplamı (21), (22), (23) numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanır. Son olarak, ülkelerin uzlaşma puanı tespit edilir. G7 ülkelerinin BİT gelişim düzeylerine ilişkin sıralama Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. CoCoSo Analiz Sonuçları ve Ülke Sıralamaları

| | Si | Pi | ξ _{1a} | ξ _{1b} | ξ _{1c} | ξ _{1i} | Sıra |
|----|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| A1 | 0,6972 | 5,4862 | 0,1756 | 6,3324 | 0,7986 | 3,3957 | 2 |
| A2 | 1,7743 | 5,9687 | 0,2199 | 12,9663 | 1,0000 | 6,1447 | 1 |
| A3 | 0,4860 | 5,0644 | 0,1576 | 4,9031 | 0,7168 | 2,7467 | 3 |
| A4 | 0,3369 | 4,8038 | 0,1460 | 3,9082 | 0,6639 | 2,2960 | 4 |
| A5 | 0,4232 | 3,5295 | 0,1122 | 3,9224 | 0,5105 | 2,1224 | 5 |
| A6 | 0,1672 | 2,5378 | 0,0768 | 2,0000 | 0,3493 | 1,1860 | 7 |
| A7 | 0,2675 | 3,6711 | 0,1118 | 3,0466 | 0,5087 | 1,7798 | 6 |

Tablo 6’da elde edilen sonuçların daha kolay anlaşılması için Şekil 2 çizilmiştir. Şekil 2’ye göre İngiltere’nin 6,0238 performans puanıyla, en iyi performans sergileyen ülke olduğu görülebilir. İngiltere’yi, ABD (3,4215) izlemektedir. Almanya (2,8424) ve Fransa (2,4295) sırasıyla üçüncü ve dördüncü sırada yer almaktadır. Japonya (3,4215) beşinci, Kanada (1,9097) altıncı sıradadır. İtalya (1,2377) ise BİT gelişimi bakımından son sırada yer almaktadır.

Şekil 2. Ülkelerin BİT Gelişim Performansları



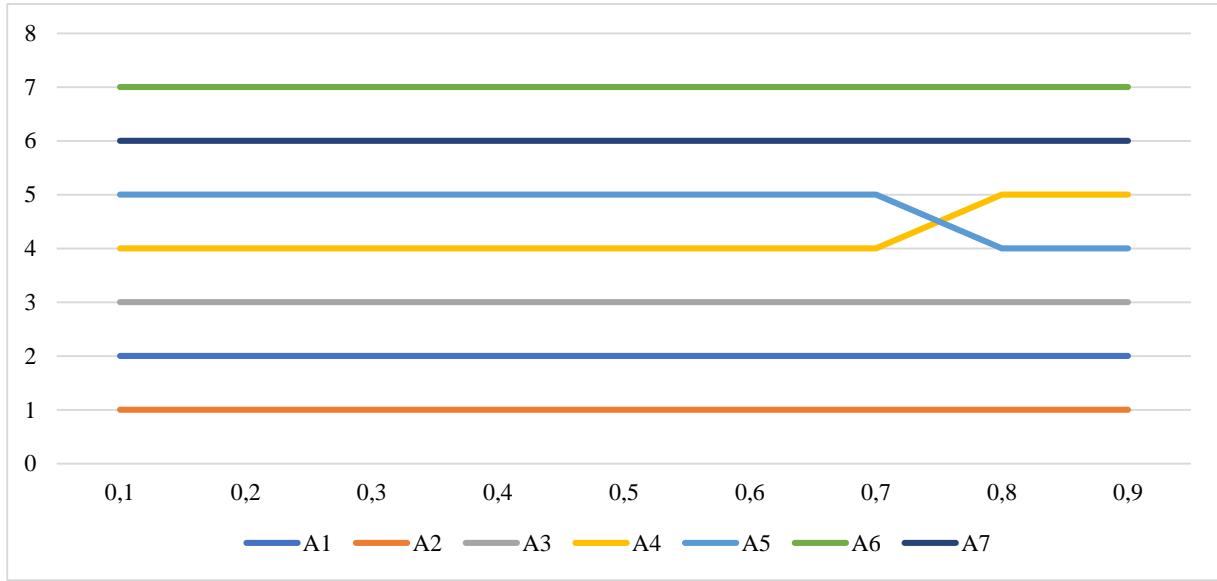
4.3. Duyarlılık analizi

Duyarlılık analizi, bir araştırmada önerilen ya da yararlanılan araştırma yönteminin etkinliğini ve sağlamlığını test etmek için kullanılır (Yaran Ögel vd., 2022). Bu çalışmada MEREC, CRITIC ve CoCoSo yöntemlerinin entegrasyonu ile elde edilen MEREC-CRITIC-CoCoSo modeli, G7 ülkelerinin BİT gelişim performanslarını elde etmek amacıyla önerilmiştir. MEREC ve CRITIC yöntemleri ile kriter ağırlıkları bulunmuş, ardından Eşitlik (14) birleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede, önerilen model için iki aşamalı bir duyarlılık kontrolü sağlanmıştır. Birinci aşamada, birleştirme operatörünün (Γ) alternatif sıralamaları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Sonraki aşamada ise farklı kriter ağırlıklarının kullanılmasıyla geliştirilen senaryolara göre alternatif sıralamalarının değişimleri incelenmiştir.

4.3.1. Birleştirme operatörü Γ 'nin alternatif sıralamasına etkisi

Bu çalışmada birleştirme katsayısı değeri $\Gamma = 0,5$ olarak dikkate alınmış ve araştırmanın sonuçlarına ulaşılmıştır. Modelin sağlamlığını test etmek için bu katsayı 0,1 ile 0,9 arasında farklı değerler olarak dikkate alınmış ve sıralamalar belirlenmiştir. Şekil 3'e göre ilk üç sıradaki ve son iki sıradaki alternatiflerin konumları tüm senaryolarda aynıdır. Birleştirme katsayısı 0,8 ve 0,9 olduğunda ise A4 ve A5 alternatiflerinin sıralamaları birbirleriyle yer değiştirmektedir. En iyi ve en kötü performansa sahip alternatiflerin sıralamalarının farklı değerler için aynı kalması modelin sağlamlığını gösterir.

Şekil 3. Farklı Birleştirme Katsayısı Değerleri İçin Alternatif Sıralamaları



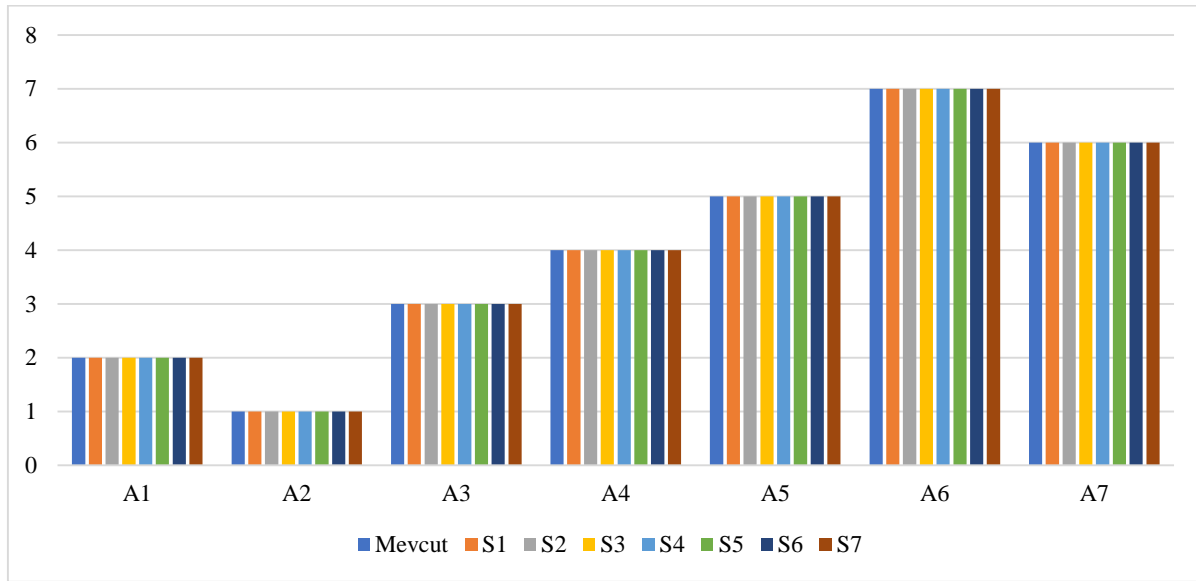
4.3.2. Kriter ağırlıklarındaki değişiminin alternatif sıralamalarına etkisi

Duyarlılık analizinin ikinci aşamasında, farklı kriter ağırlıklarının alternatif sıralamalarını etkileyip etkilemediği analiz edilmiştir. Kriter ağırlıklarındaki değişimin alternatif sıralamaları üzerindeki etkisinin araştırılması, önerilen modelin sağlamlığı ve güvenilirliği açısından oldukça önemlidir (Korucuk vd., 2022; Ecer vd., 2018) ve literatürde pek çok araştırmacı tarafından bu analizin yapılması tavsiye edilmiştir (Aytekin vd., 2022; Ecer, 2021b). Tablo 7'de bu amaçla hazırlanan senaryolar ve elde edilen sıralamalar görülmektedir. Örneğin ilk senaryoda (S1), tüm kriter ağırlıkları eşit önem düzeyinde kabul edilmiş ve analizler tekrarlanarak sıralamalar bulunmuştur. S2 ile S7 arasındaki tüm senaryolarda ise sırasıyla her kritere 0,2 ağırlık atanmış olup geriye kalan kriter ağırlıkları 0,16 olarak dikkate alınmıştır. Burada, tüm senaryolar için kriter ağırlıkları toplamının 1'e eşit olduğu not edilmelidir. Şekil 4'te elde edilen sıralamalar açık şekilde olarak görülebilir. Şekil 4'e göre tüm senaryolar için alternatif sıralamaları tamamen aynıdır.

Tablo 7. Senaryolara İlişkin Bilgiler Ve Sıralama Sonuçları

| Senaryo | Ağırlıklar | Alternatif sıralamaları |
|---------|------------------------------------|---|
| Mevcut | Mevcut ağırlıklar | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S1 | $w_1 = w_2 = \dots = w_6 = 0,1666$ | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S2 | $w_1 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S3 | $w_2 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S4 | $w_3 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S5 | $w_4 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S6 | $w_5 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |
| S7 | $w_6 = 0,2$ ve diğerleri 0,16 | $A_2 > A_1 > A_3 > A_4 > A_5 > A_7 > A_6$ |

Şekil 4. Çeşitli Senaryolara Göre Elde Edilen Sıralamalar



5. TARTIŞMA VE POLİTİK ÇIKARIMLAR

Bu çalışma, G7 ülkelerinin BİT gelişim düzeylerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda gelişmiş yedi ülke 6 kritere göre değerlendirilmiştir. CRITIC ve MEREC bütünleşik ağırlıklandırma analizi sonuçlarına göre BİT mal ihracatı (0,3137) ve internet erişim (0,1581) en önemli kriterler olarak tespit edilmiştir. Bu kriterleri, BİT yatırım (0,1476), BİT istihdam (0,1309), evden bilgisayara erişim (0,1286) ve BİT katma değer (0,1208) izlemektedir. CoCoSo sonuçlarına göre G7 ülkelerin BİT gelişim düzeyleri ise sırasıyla İngiltere (6,1447), ABD (3,3957), Almanya (2,7467), Fransa (2,2960), Japonya (2,1224), Kanada (1,7798) ve İtalya (1,1860) şeklindedir.

Hükümetler, kırsal toplumlarla kent merkezlerini birleştirerek ekonomik avantaj sunmak için BİT'i kullanırlar (Qiang vd. (2004) Aktaran: Köse (2021)). Bu nedenle ekonomik kalkınma için devletlerin BİT'e olan yatırımı önemli bir unsur hale gelmektedir. Böylelikle uzun vadede AR-GE faaliyetleri, inovasyon ve beşeri sermaye artarak ekonomik kalkınma teşvik edilebilir (Köse, 2021). Ayrıca imalat sektöründe verimliliğin artması, uzun ve sürdürülebilir büyüme, dış pazar çeşitliliği, firma kapasitesini büyütme gibi sebeplerle hükümet ve politikacılar bilgi ve teknolojik alt yapıya ağırlık

vermektedir (Serin ve İşcan, 2019). Yaşanan COVID-19 krizinden sonra BİT altyapısı yeterli olan ülkeler ve firmaların normalleşme sürecine geçiş aşamasının daha kolay ve avantajlı olacağı ifade edilmektedir (Türkiye İhracatçılar Meclisi, 2021;114). UNCTAD (2021) (United Nations Conference on Trade and Development), ülkelerin ileri teknolojileri kullanma yeteneklerini ölçmek için “İleri Teknolojilere Hazırlık Endeksi” hazırlamıştır. Bu endeksteki bileşenlerden biri BİT gelişimidir. Hazırlanan raporda ABD’nin ilk sırada yer alması bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Dimelis ve Papaioannou (2011), BİT gelişimini ABD ve AB endüstrileri arasında karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre hem ABD hem AB büyümesinde BİT’in etkisini ortaya koymuştur. BİT’in ABD endüstrisindeki gelişime katkısı AB’ye göre çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu sonuçlar ile araştırmamızın sonuçları paralellik göstermektedir. Ze vd. (2023), yaptıkları araştırmada, BİT’in G10 ülkelerinin ekonomik büyümesini teşvik ettiği bulgusuna ulaşmışlardır. Torkayesh ve Torkayesh (2021), G7 ülkelerinin BİT gelişimini değerlendirdikleri çalışmalarında, ABD ve Japonya’nın en iyi konumdaki ülkeler iken İtalya ve Kanada’nın ise en kötü performansa sahip olan ülkeler olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu bulgular araştırmamızın sonucu ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. Dünya Ekonomik Forumu (WEF, 2020), internet erişiminde sıkıntı çeken işletmelerin dijital geleceğe uyum sağlayamayacağını vurgulamakta ve hükümetlere bu konuda çalışmaların yapılması gerektiği konusunda tavsiyede bulunmaktadır. WEF’in bu önerisi çalışmamızda kullandığımız evden bilgisayara erişim kriterinin önemliliğini ortaya koymaktadır. BİT’in girişimciliği etkileyip etkilemediğini geliştirmekte ve gelişmiş ülkeler arasında karşılaştırmalı analiz yapan Afawubo vd. (2022), geliştirmekte olan ülkelerde BİT’in girişimcilik üzerindeki etkisinin gelişmiş ülkelere göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Özşahin vd. (2020), KOBİ’lerde dijitalleşmeyi etkileyen girişimci özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, girişimcilerin bilişim hakkındaki farkındalığının ön plana çıktığını iddia etmişlerdir. Özetle, çalışmamızın bulguları, daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarını büyük ölçüde desteklemekte ve onlarla örtüşmektedir.

Çalışmanın bulgularını politik sonuçlar açısından değerlendirmekte de yarar görülmektedir. Günden güne artan rekabet ortamında ülkelerin, varlıklarını koruyabilmek adına BİT gelişim faaliyetlerini artırmaya yönelik politikalar geliştirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, yöneticiler, akademisyenler ve kurumlar BİT gelişim düzeyi ile ilgili gerekli tespitleri yaparak hükümetlere destek sağlayabilir ve rehberlik edebilirler. BİT gelişimi için AR-GE, altyapı çalışmaları, bilişim mallarının ithalat ve ihracatı, teknoloji alanında farkındalık yaratan eğitimler gibi girişimlerde bulunulması gerekmektedir. Ayrıca sektörde insan kaynağı ve istihdam eksikliği için üniversitelerin ve meslek liselerinin bu alanda hem teorik hem de pratik alanlarda çalışma yapmalarına imkân verilmesi ve bu yönde ders plan ve programlarını güncellemesi önemlidir. Böylelikle BİT uzman sayısı ya da bu alanda çalışacak farklı departman görevlileri sektörün gelişimine katkı sağlayacaktır. Öte yandan BİT’in gelişmesi, farklı otomasyon sistemlerinin kullanılmasına imkân vererek yeni iş modellerinin ortaya çıkmasında etkili olacaktır. Bu şekilde ülkelerin makro düzeyde ekonomileri gelişim gösterecek ve

rekabet edilebilirlikleri artacaktır. Ayrıca BİT gelişim düzeyinin artması için öncelikle BİT ile ilgili ekipmanlara ulaşılabilirliğin kolaylaşması gerekmektedir. Bunun için devlet yöneticilerinin özel sektördeki kurumlarla iş birliği yaparak fiyatların genel seviyesinde bir düzenleme yapması önerilebilir. Ayrıca, belli yaş ve eğitim gruplarına yönelik yürütülen politikalar sonucunda BİT mallarına olan ulaşımın kolaylaşması sağlanabilir. Ayrıca, BİT sektörünün genişlemesine katkı sağlamak için çeşitli yazılımlar geliştirilebilir ya da geliştirilen yazılımlara erişim fırsatı artırılabilir. Bu çıkarımlar çerçevesinde dünyada önemi giderek artan bilgi ve teknoloji seviyesini korumak ya da artırmak için ülkeler zayıf yönlerine odaklanarak eksiklerini tamamlamaları oldukça önemlidir. Aynı zamanda ülkeler, gerekli strateji, hedef ve yol haritası belirleyerek BİT kapasitelerini artırabilirler. Dolayısıyla politikacılar ve otoriteler, bu çalışmanın sonuçlardan yola çıkarak girişimcilere gerekli olan teşvikleri sağlayabilir ve eksikliklerinin farkına vararak daha iyi bir BİT gelişimi için önemli adımlar atabilir.

6. SONUÇ

Teknolojik ilerlemeler, bilgidен yararlanarak geliştiği gibi, bilginin yayılımı ve ulaşılabilirliği de teknoloji sayesinde gerçekleşmektedir. Bu araştırmanın amacı, G7 ülkelerinin bilgi iletişim teknoloji düzeylerini çok kriterli bir yaklaşımla belirlemektir. G7 ülkeleri, OECD veri tabanından alınan BİT istihdam, BİT yatırım, BİT katma değeri, BİT mal ihracı, internet erişimi ile evden bilgisayara erişim göstergelerine ilişkin veriler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, ÇKKV yöntemlerinden MEREC, CRITIC ve CoCoSo yöntemlerinin entegrasyonu ile elde edilen bir model geliştirilmiştir. MEREC ve CRITIC yöntemleriyle elde edilen ağırlıklar bir birleştirme operatörü yardımıyla bir araya getirilerek nihai kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. Daha sonra bulunan nihai kriter ağırlıkları, CoCoSo yönteminde kullanılarak G7 ülkelerinin BİT gelişim performanslarına ulaşılmıştır. Çalışmanın en önemli yeniliği, bahsedilen yöntemleri entegre bir şekilde kullanmadan kaynaklanmaktadır. Bulgular, BİT gelişiminde en önemli kriterlerin BİT mallarının ihracı ve internet erişimi olduğunu ortaya koymuştur. CoCoSo sonuçları ise İngiltere ve ABD'nin BİT gelişim düzeyleri bakımından diğer G7 ülkeleri arasında en iyi durumda olan ülkeler olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan, İtalya ve Kanada ise düşük performansa sahip ülkeler olup BİT geliştirme plan ve hedefleri odaklı yenilik ve güncelleme yapması gereken ülkelerdir. Çalışmada ayrıca iki aşamalı bir duyarlılık analizi yapılarak elde edilen sonuçların geçerliliği de test edilmiştir.

Bu araştırmanın sadece G7 ülkelerini kapsamaması çalışmamızın en önemli kısıtını oluşturmaktadır. Gelecekte, AB, OECD, OPEC ve MENA ülkeleri gibi farklı ülke toplulukları ya da kıtalar üzerine yeni araştırmalar yapılabilir. Gelecekteki çalışmalar ayrıca farklı zaman dilimleri ele alınarak BİT gelişim düzeylerinin karşılaştırmasını yapılabilir. Çalışmanın hazırlandığı esnada en güncel veriler 2017 yılına ait olan verilerdir, bu manada yeni veriler yayımlandığında analizlerin yapılması bir diğer öneridir. Gelecekteki araştırmalar için bir diğer öneri ise sektörel bazda BİT performansını belirlemektir. Bu şekilde hangi sektörlerin BİT alt yapısını iyileştirmesi gerekli olduğu

açıklığa kavuşturulabilir. Ayrıca, benzer analizlerin LOPCOW, Entropi, CILOS, LBWA ve IDOCRIW gibi yeni ve güçlü yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmesidir.

The study does not necessitate Ethics Committee permission.

The study has been crafted in adherence to the principles of research and publication ethics.

The authors declare that there exists no financial conflict of interest involving any institution, organization, or individual(s) associated with the article. Furthermore, there are no conflicts of interest among the authors themselves.

The authors contributed equally to the entire process of the research.

REFERENCES

- Acar, Ö. F., Tunca, M. Z., & İpçioğlu, İ. (2022). Entelektüel sermayenin sınıflandırılması, ölçülmesi ve boyutları üzerine kavramsal bir çalışma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 700-716. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.911134>
- Adam, I. O. (2020). Examining E-Government development effects on corruption in Africa: The mediating effects of ICT development and institutional quality. *Technology in Society*, (61), 101245. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101245>
- Afawubo, K., & Noglo, Y. A. (2022). ICT and entrepreneurship: A comparative analysis of developing, emerging and developed countries. *Technological forecasting and social change*, (175), 121312. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121312>
- Albiman, M. M., & Sulong, Z. (2017). The linear and non-linear impacts of ICT on economic growth, of disaggregate income groups within SSA region. *Telecommunications Policy*, 41(7-8), 555-572. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.07.007>
- Altıntaş, F. F. (2021). G7 ülkelerinin bilgi performanslarının analizi: COCOSO yöntemi ile bir uygulama. *Journal of Life Economics*, 8(3), 337-347.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & BALTAÇI, 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.
- Amari, A., Moussaid, L., & Tallal, S. (2023). New parking lot selection approach based on the multi-criteria decision making (MCDM) methods: health criteria. *Sustainability*, 15(2), 938. <https://doi.org/10.3390/su15020938>
- Aytekin, A., Görçün, Ö. F., Ecer, F., Pamucar, D., & Karamaşa, Ç. (2023). Foreign market selection of suppliers through a novel REF-Sort technique. *Kybernetes*, 52(11), 4958-4992. <https://doi.org/10.1108/K-03-2022-0459>
- Bris, M., Pawlak, J., & Polak, J. W. (2017). How is ICT use linked to household transport expenditure? A cross-national macro analysis of the influence of home broadband access. *Journal of Transport Geography*, (60), 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.03.012>
- Brodny, J., & Tutak, M. (2023). Assessing the energy security of European Union countries from two perspectives—A new integrated approach based on MCDM methods. *Applied Energy*, (347), 121443. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121443>
- Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D., & Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (52), 1405-1412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.022>
- Cheng, C. Y., Chien, M. S., & Lee, C. C. (2021). ICT diffusion, financial development, and economic growth: An international cross-country analysis. *Economic modelling*, (94), 662-671.

- Chu, N., Oxley, L., & Carlaw, K. (2005). ICT and causality in the New Zealand economy. In Proceedings of the 2005 international conference on simulation and modelling.
- Çebişi, N. (2021). Bilgi iletişim teknolojilerinin ekonomik büyümeye etkisi. *Uşak Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 46-56.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- Dikkaya, M., & Aytekin, İ. (2019). Bilgi iletişim teknolojileri ve dijital ekonomi: Avrupa Birliği ve Türkiye arasında bir karşılaştırma. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(3), 1279-1299.
- Dimelis, S. P., & Papaioannou, S. K. (2011). ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU. *Information Economics and Policy*, 23(1), 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2010.03.004>
- Ecemiş, O., & Coşkun, A. Türkiye’de bilişim teknolojileri kullanımının ÇKKV yöntemleriyle incelenmesi 2014-2021 dönemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 81-89. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1134753>
- Ecer, F., Kınay, A., & Nasiboğlu, E. (2018). Determination of the financial support required by the families with disabilities to achieve standard life conditions with the AHP method. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 5(3), 687-704. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.428401>
- Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım*. Seçkin Yayınevi.
- Ecer, F. (2021a). A consolidated MCDM framework for performance assessment of battery electric vehicles based on ranking strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (143), 110916. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110916>
- Ecer, F. (2021b). Sürdürülebilir tedarikçi seçimi: FUCOM subjektif ağırlıklandırma yöntemi temelli MAIRCA yaklaşımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 26-48.
- Ecer, F., & Aycin, E. (2022). Novel comprehensive MEREC weighting-based score aggregation model for measuring innovation performance: The case of G7 countries. *Informatica*, 1-31. <https://doi.org/10.15388/22-INFOR494>
- Ecer, F., & Pamucar, D. (2022). A novel LOPCOW-DOBI multi-criteria sustainability performance assessment methodology: An application in developing country banking sector. *Omega*, (112), 102690. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102690>
- Ecer, F., & Zolfani, S. H. (2022). Evaluating economic freedom via a multi-criteria MEREC-DNMA model-based composite system: case of OPEC countries. *Technological and Economic Development of Economy*, 28(4), 1158-1181. <https://doi.org/10.3846/tede.2022.17152>
- Ecer, F., Küçükönder, H., Kaya, S. K., & Görçün, Ö. F. (2023). Sustainability performance analysis of micro-mobility solutions in urban transportation with a novel IVFNN-Delphi-LOPCOW-CoCoSo framework. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, (172), 103667. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103667>
- Fernández-Portillo, A., Almodóvar-González, M., & Hernández-Mogollón, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD European union countries. *Technology in Society*, (63), 101420. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101420>
- Habibi, F., & Zabardast, M. A. (2020). Digitalization, education and economic growth: A comparative analysis of Middle East and OECD countries. *Technology in Society*, (63), 101370. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101370>
- Haseli, G., Bonab, S. R., Hajiaghahi-Keshteli, M., Ghouschi, S. J., & Deveci, M. (2023). Fuzzy ZE-numbers Framework in Group Decision-making using the BCM and CoCoSo to Address Sustainable Urban Transportation. *Information Sciences*, 119809. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.119809>
- Huang, F., Teo, T., Sánchez-Prieto, J. C., García-Peñalvo, F. J., & Olmos-Migueláñez, S. (2019). Cultural values and technology adoption: A model comparison with university teachers from China and Spain. *Computers & Education*, (133), 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.012>
- Huang, Y., Haseeb, M., Usman, M., & Ozturk, I. (2022). Dynamic association between ICT, renewable energy, economic complexity and ecological footprint: is there any difference between E-7 (developing) and G-7

- (developed) countries?. *Technology in Society*, (68), 101853.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101853>
- Jin, S., & Cho, C. M. (2015). Is ICT a new essential for national economic growth in an information society?. *Government Information Quarterly*, 32(3), 253-260. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.04.007>
- Karakara, A. A., & Osabuohien, E. S. (2019). Households' ICT access and bank patronage in West Africa: Empirical insights from Burkina Faso and Ghana. *Technology in Society*, 56, 116-125.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.09.010>
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MERECE). *Symmetry*, 13(4), 525. <https://doi.org/10.3390/sym13040525>
- Korucuk, S., Aytekin, A., Ecer, F., Karamaşa, Ç., & Zavadskas, E. K. (2022). Assessing green approaches and digital marketing strategies for twin transition via Fermatean fuzzy SWARA-COPRAS. *Axioms*, 11(12), 709. <https://doi.org/10.3390/axioms11120709>
- Kumar, V., Kalita, K., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Chakraborty, S. (2022). A SWARA-CoCoSo-based approach for spray painting robot selection. *Informatica*, 33(1), 35-54.
- Köse, E. (2021). Dijitalleşmenin büyüme, istihdam ve ticarete etkileri. Y. Bayraktutan, İ. Arslan, E. Dineri (Ed.) *Dijital Dönüşüm ve Ekonomi içinde* (28-53). Ekin Yayın Evi
- Macedo, I. M. (2017). Predicting the acceptance and use of information and communication technology by older adults: An empirical examination of the revised UTAUT2. *Computers in Human Behavior*, 75, 935-948.
- Merkevičius, J., & Yadav, R. (2019, April). Evaluation of ICT usages in virtual business by applying MCDM methods. In 22nd Conference for Young Researchers" Economics and Management".
- Nair, M., Pradhan, R. P., & Arvin, M. B. (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, 62, 101315.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101315>
- Nasri, S. A., Safaie, N., Sarabi, A., Eghbali, A., & Barkhordari, G. (2022). Performance evaluation of ICT companies using hybrid MCDM method in Iran. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022.
<https://doi.org/10.1155/2022/5308343>
- Notaro, G. (2003). *ICT and GDP Growth in the United Kingdom: A Sectoral Analysis*.
- Nurcan, Ece., & Çetin, G. Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı, istihdam ve ekonomik büyüme ilişkisi. *InTraders International Trade Academic Journal*, 4(2), 149-162.
<https://doi.org/10.55065/intraders.1057927>
- OECD. (2017). *OECD digital economy outlook 2017*. <https://doi.org/10.1787/04df17c2-en>
- Onur, A., Ekmekçi, İ., & Isık, A. H. (2021). Teknoloji takımları performanslarının AHP-PROMETHEE yöntemleri kullanarak ölçümü ve OECD ülkelerindeki ihracata etkisine yönelik bir çalışma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 931-958.
<https://doi.org/10.30798/makuiibf.858642>
- Özkan, G. S., & 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>
- Özşahin, M., Coşkun, E., & Çalli, B. A. (2020). KOBİ'lerde dijitalleşmeyi etkileyen girişimci özellikleri ve örgütsel faktörler üzerine nitel bir araştırma: Yalova ili örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(3), 511-539. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.690013>
- Qiang, C. Z. W., Pitt, A., & Ayers, S. (2004). Contribution of information and communication technologies to growth (Vol. 41181, No. 4). *World Bank Publications*. <https://doi.org/10.1596/0-8213-5722-0>
- Saleh, S., Lei, R., Guo, W., & Elsayed, E. A. (2022, August). a survey on counterfeits in the information and communications technology (ICT) supply chain. In *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology: ICICT 2022, London, Volume 1* (pp. 849-870). Singapore: Springer Nature Singapore. 10.1007/978-981-19-1607-6_75

- Samargandi, N., Al Mamun, M., Sohag, K., & Alandejani, M. (2019). Women at work in Saudi Arabia: Impact of ICT diffusion and financial development. *Technology in Society*, 59, 101187. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101187>
- Satıcı, S. (2022). MEREC temelli WASPAS yöntemiyle üniversitelerin girişimci ve yenilikçi performanslarının değerlendirilmesi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 17(2), 106-128.
- Sealy, W. U. (2003). Empowering development through e-governance: creating smart communities in small Island States. *The International Information & Library Review*, 35(2-4), 335-358. [https://doi.org/10.1016/S1057-2317\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S1057-2317(03)00020-1)
- Serin, D., & İşcan, E. (2019). Bilgi Ve İletişim Teknolojilerinin Verimlilik Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği. *Verimlilik Dergisi*, (3), 41-55.
- Setiawan, H., Istiyanto, J. E., Wardoyo, R., & Santoso, P. (2016). The group decision support system to evaluate the ict project performance using the hybrid method of AHP, TOPSIS and Copeland score. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(4).
- Shah, W. U. H., Hao, G., Yan, H., Yasmeen, R., Padda, I. U. H., & Ullah, A. (2022). The impact of trade, financial development and government integrity on energy efficiency: An analysis from G7-Countries. *Energy*, 255, 124507. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124507>
- Silva, N. F., dos Santos, M., Gomes, C. F. S., & de Andrade, L. P. (2023). An integrated CRITIC and Grey Relational Analysis approach for investment portfolio selection. *Decision Analytics Journal*, 100285. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100285>
- Türkiye İhracatçılar Meclisi. (2021). *İhracat Raporu*, https://tim.org.tr/files/downloads/Strateji_Raporlari/TIM_Ihracat_2021_Raporu.pdf
- Torkayesh, A. E., & Torkayesh, S. E. (2021). Evaluation of information and communication technology development in G7 countries: An integrated MCDM approach. *Technology in Society*, 66, 101670. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101670>
- Torkayesh, A. E., Ecer, F., Pamucar, D., & Karamaşa, Ç. (2021). Comparative assessment of social sustainability performance: Integrated data-driven weighting system and CoCoSo model. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102975. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102975>
- Toslak, M., Aktürk, B., & Ulutaş, A. (2022). MEREC ve WEDBA yöntemleri ile bir lojistik firmasının yıllara göre performansının değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 363-372. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1041106>
- Ulutaş, A., Karakuş, C. B., & Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4693-4709.
- UNCTAD (2021). *Technology and innovation report*. <https://unctad.org/page/technology-and-innovation-report-2021>
- Vu, K. M. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996–2005 period. *Telecommunications policy*, 35(4), 357-372. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.02.008>
- Vu, K., Hanafizadeh, P., & Bohlin, E. (2020). ICT as a driver of economic growth: A survey of the literature and directions for future research. *Telecommunications Policy*, 44(2), 101922. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101922>
- WEF (2019). *Future technologies that will drive Industry 4.0*. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/future-technologies-will-drive-industry-4-0/>
- Yaran Ögel, İ., Ecer, F., & Özgöz, A. A. (2022). Identifying the leading retailer-based food waste causes in different perishable fast-moving consumer goods' categories: application of the F-LBWA methodology. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24500-9>
- Warr, B., & Ayres, R. U. (2012). Useful work and information as drivers of economic growth. *Ecological Economics*, (73), 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.006>
- World Bank. (2009) *Report on Information and Communication for Development (IC4D) extending reach and increasing impact*. <http://www.infodev.org/en/article.384.html>

- Yapraklı, S., & Sağlam, T. (2010). Türkiye’de bilgi iletişim teknolojileri ve ekonomik büyüme: ekonometrik bir analiz (1980-2008). *Ege Akademik Bakış*, 10(2), 575.
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Yıldız, F. (2020). Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) yaygınlaşmasının vergi gelirleri üzerindeki etkisi: OECD ülkeleri örneği. *Vergi Raporu*, (249), 193-213.
- Zafar, S. Z., Zhilin, Q., Mabrouk, F., Ramirez-Asis, E., Alzoubi, H. M., Hishan, S. S., & Michel, M. (2022). Empirical linkages between ICT, tourism, and trade towards sustainable environment: evidence from BRICS countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2127417>
- Zafar, S., Alamgir, Z., & Rehman, M. H. (2021). An effective blockchain evaluation system based on entropy-CRITIC weight method and MCDM techniques. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14(5), 3110-3123. <https://doi.org/10.1007/s12083-021-01173-8>
- Ze, F., Yu, W., Ali, A., Hishan, S. S., Muda, I., & Khudoykulov, K. (2023). Influence of natural resources, ICT, and financial globalization on economic growth: Evidence from G10 countries. *Resources Policy*, (81), 103254. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103254>
- Žižović, M., Miljković, B., & Marinković, D. (2020). Objective methods for determining criteria weight coefficients: A modification of the CRITIC method. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 149-161. <https://doi.org/10.31181/dmame2003149z>