

Türki Cumhuriyetler ve AB Kurucu Ülkelerinde Dijital Dönüşüm, Finansal Yapılar ve Ekolojik Etkenlerin İlişkilendirilmesi: Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Performans Değerlendirmesi

İlhan ALEMDAR¹, Resul TELLİ²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Bankacılık ve Sigortacılık Programı; ilhan.kanusagi@hku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0589-1389

² Öğr. Gör. Dr. Çukurova Üniversitesi, Pozantı MYO, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programı; rtelli@cu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9110-6406

Öz: Sanayi Devrimi ile birlikte artan doğal kaynak kullanımı ve doğa tahribatı, teknolojik inovasyon ve dijital ekonomiye geçişle çok daha farklı boyutlara ulaşmıştır. Hammaddeye yönelik yoğun talep karşısında, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini güvence altına almak günümüzde tüm dünya ülkelerinin öncelikli gündemi haline gelmiştir. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) isimli evrensel bir eylem çağrısı yapılmıştır. 2015'te yapılan bu çağrı ile 2030 yılına kadar çevresel dengeyi sağlayıp dünyayı iklim değişikliğinden korumak ve gelir adaleti ile yoksulluğu sona erdirerek dünya ülkelerinde barışın ve refahın teminini sağlamak hedeflenmiştir. Bu hedefler, sürdürülebilirlik alanında atılan önemli bir adımı temsil etmektedir. Bu çerçevede hazırlanan bu çalışma AB kurucu ülkeleri ve Türki Cumhuriyetlerde sürdürülebilir kalkınma sürecinin dijital dönüşüm, finansal yapılar ve ekolojik etkenler arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 2010-2023 yıllarına ait girdiler (araştırma ve geliştirme harcamaları, net yurtiçi kredi kullanım oranı, yıllık ortalama yağış oranı ve internet kullanan bireylerin oranı) ve çıktılarından (net ulusal tasarruflar, toplam işgücü, enerji kullanımı ve GSMH) oluşan değişkenler kullanılarak Malmquist Verimlilik (MI) analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Türkiye, Tacikistan Kırgızistan, Özbekistan, Hollanda ve Lüksemburg sürdürülebilir kalkınmada toplam faktör verimliliği artan ülkeler olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan analize katılan ülkelerden Kazakistan ve İtalya'nın toplam faktör verimliliği "1" skorunun altında hesaplanmıştır.

Atf: Alemdar, İ. & Telli, R. (2025). Türki Cumhuriyetler ve AB Kurucu Ülkelerinde Dijital Dönüşüm, Finansal Yapılar ve Ekolojik Etkenlerin İlişkilendirilmesi: Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Performans Değerlendirmesi, *Politik Ekonomik Kuram*, 9(1), 321-333. <https://doi.org/10.30586/pek.1586958>

Geliş Tarihi: 17.11.2024
Kabul Tarihi: 27.01.2025



Telif Hakkı: © 2025. (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Dijital dönüşüm, Ekolojik Tehdit, Malmquist İndeksi.
Jel Kodlar: S57, O1, O16, Q01

Associating Digital Transformation, Financial Structures, and Ecological Factors in Turkic Republics and EU Founding Countries: Performance Evaluation in terms of Sustainable Development

Abstract: The use of natural resources and environmental degradation, which began with the Industrial Revolution, has reached new dimensions with the shift to technological innovation and the digital economy. Ensuring the sustainability of natural resources has become a global priority due to the increasing demand for raw materials. The Sustainable Development Goals (SDGs), introduced by the United Nations in 2015, represent a universal call to end poverty, protect the planet, ensure ecological balance, and promote peace and prosperity for all by 2030. This study examines the relationship between digital transformation, financial structures, and ecological factors in the sustainable development processes of EU founding countries and Turkic Republics. By using data from 2010 to 2023, a Malmquist Productivity (MI) analysis was conducted with inputs (R&D expenditures, net domestic credit utilization, annual precipitation, and internet usage rate) and outputs (net national savings, labor force, energy use, and GDP). The results show that Turkey, Tajikistan, Kyrgyzstan,

Uzbekistan, the Netherlands, and Luxembourg achieved increased total factor productivity in sustainable development. However, Kazakhstan and Italy recorded efficiency scores below the threshold of "1," indicating a decline in total factor productivity performance.

Keywords: Sustainable Development, Digital Transformation, Ecological Threat, Malmquist Index.

Jel Codes: S57, O1, O16, Q01

1. Giriş

Günümüz dünyasında hızla gelişen ve dönüşen dijital teknoloji, tüm sektörlerin üretim sürecini derinden etkilemektedir. Dijitalleşme, dijital dönüşüm, dijital yenilik gibi isimlerle yerli ve yabancı literatüre yerleşen ve Türkçe karşılığı "sayısal" olan "dijital" kavramı, verinin işlenerek bilgiye dönüştürülmesi eylemidir. Bu açıdan dijital dönüşüm hem teknik anlamda hem de toplumsal yaşama etkileri ile şekillenen bilgi toplumlarında çevrimiçi ağlar ile küresel kolektif bir beyin niteliğinde işlev görmektedir (Çark, 2020, s.1252; Ahmet, 2023, s.16-18; Okunmuş, 2023, s.103). Artan dijitalleşmenin etkileri, ticaret ortaklıklarından firma organizasyonlarına, üretim stratejilerinden tüketici davranışlarına kadar çok geniş alanda hissedilmeye başlanmıştır. Bu süreçte, dijital ortamda gerçekleşen yenilikler, teknolojik ve bilimsel bir reformu beraberinde getirmekte ve birey ile makine arasındaki etkileşimi yeniden tanımlamaktadır (Andre, 2019, s.3). 1990'larda literatürde ortaya çıkan dijital dönüşüm terimi ise, o zamandan bu yana çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde hem bilimsel literatürde hem de pratik uygulamalarda dijital dönüşüm, yalnızca dijital teknolojilerin kullanımı olarak değil, aynı zamanda birey ve toplum düzeyinde süreçlerin, yapıların ve yaklaşımların geliştirilmesinde teknolojinin rolüne ilişkin anlayışta köklü bir değişim olarak ifade edilmektedir (Cane ve Steinbergs, 2022, s. 424). Teknoloji, etkilediği her alanda önemli dönüşümlere yol açmakta ve iş yapış biçimlerini köklü bir şekilde değiştirmektedir. Ürün ve hizmet arz sürecinde teknolojinin yaygın kullanımı, rekabet açısından giderek daha kritik bir faktör haline gelmiştir (Green ve diğerleri, 2005, s. 4-5). Dijitalleşme, günümüz teknolojileri ile geleneksel teknolojiler arasında mücadele edilmekte ve sunduğu geniş rekabet ortamında sürekli yeniliğin itici gücünü oluşturmaktadır. Bu durum, müşteri kararlarını ve iş sahalarındaki teknolojik uygulamaları etkileyerek dijitalleşmenin tüketimdeki ve ticaret üzerindeki payını artırmaktadır. Bu nedenle günümüzde birçok ekonomik süreç artık fiziksel ortam yerine dijital alanda gerçekleşmektedir (Aksoy, 2014, s.47). Bu süreç ticari işlemin hızlanarak daha verimli hale gelmesini sağlarken, işletmelerin de daha geniş pazarlara erişmesine ortam oluşturmaktadır (Afonasova ve diğerleri, s. 2019; Ahmedov, 2020, s. 1-2). Bu çerçevede ekonomik süreçlerin dijitalleşmesi ekonomik faaliyetlerin yeniden yapılanmasına olanak tanımıştır (Taşel, 2020, s. 128). Bunlardan en önemlileri arasında sıralanan yeni iş olanaklarını oluşturma ve inovasyonu destekleme, toplumda yaşam kalitesinin artması ve iyi yönetişimin sağlanması gibi olumlu etkileri ortaya çıkarmaktadır (Bilgiç ve diğerleri, 2020, s.59). Dijital dönüşüm aynı zamanda sistemde bilgi paylaşımının hızlandırıldığı akıllı işletmeler ile sürece daha fazla yenilik kazandırmaktadır. Bu yenilik robotik üretimin yanında veri belleğine sahip siber-fiziksel yapay zekâ sistemleri ile sürekli artırılmaktadır (Shen ve Yuan, 2020, s. 36; Sezen ve Eren Şenaras, 2022, s. 52).

Dijital dönüşüm firmaların evrimsel dönüşümündeki etkili yapısıyla ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasında da başat rol oynamaktadır. Dijitalleşmenin önemi bir AB üyesi olan Letonya'da Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi 2030'da özellikle vurgulanmaktadır. Buna göre Letonya Ulusal Kalkınma Planı 2021-2027, "dijital dönüşümün üretkenliğin, ekonomik büyümenin, bireyin ve toplumun refahının anahtarı olduğu"

vurgusunu yaparak bu kapsamda dijital dönüşümün temel yönleri ve sonuçları ayrıntılarıyla açıklanmıştır (Cane ve Steinbergs, 2022, s.425). Bu sürece Covid 19 Pandemisinin itici bir güç olduğu bilinmektedir. Ülkelerde özellikle kültürel alanlardan, yaratıcı endüstri faaliyetlerine kadar birçok sektörde sürdürülebilirliği sağlamada çeşitli çözüm yolları (e-ticaret, dijital pazarlama, uzaktan çalışma vb.) ile dijital dönüşüm hızla gerçekleştirilmiştir (Benghozi ve diğerleri, 2021, s.131; Pilege ve diğerleri, 2020, s.160).

Dijitalleşmeyle beliren dijital tüketim toplumu kendisiyle birlikte ticari faaliyetlerde de yeni yapılanmalar meydana getirerek bu süreçteki tüm sektörlerde finansal verimliliğin değerlendirilmesini zaruret haline getirmiştir. Sektörlerin finansal performansları bu kapsamda şirketin mevcut finansal pozisyonunu göstermekte ve rekabetçi bir ortam ortaya koyarak şirketleri daha yüksek bir performans seviyesine ulaşmaya teşvik etmektedir (Tehrani ve diğerleri, 2012, s.10).

Dijital dönüşümün çevre ve iklim üzerindeki etkileri ise önemli bir diğer konudur. İklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir enstrüman olarak görülen dijital dönüşüm, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi ile enerji faktör verimliliğini artıracak ulusal ve uluslararası politikalar geliştirilmesinde yardımcı olmaktadır (Shen, et al., 2023, s.2). Bu nedenle enerji tüketimindeki artışın hem ekonomi hem de çevresel göstergeler üzerindeki etkisi günümüzde en fazla araştırılan konular arasında yer almaktadır (Li ve Solaymani, 2021, s.1-2; Afroz ve Muhibbullah, 2022, s.48796). Bu çerçevede yapılan ampirik araştırmalar genel olarak enerji kullanımındaki %1'lik artışın çevreye %0,18 oranında zarar verdiğini ortaya koymaktadır (Liu, et al., 2017, s.490; Vasylieva, et al., 2019, s.13; Raihan ve Tuspekova, 2022, s.3). Dijital dönüşümün artması ise endüstriyel faaliyetlerin enerji talebini artırarak, toplam karbon emisyonu miktarının katlanarak artmasına sebep olmaktadır (Jones, 2018, s.164; Zhou vd., 2019, s.381). Zira 2015 Paris Anlaşması ile hedef olarak belirlenen sera gazı salınımı limitinin aşılması, dijital dönüşümün çevre üzerindeki etkileri konusuna daha kapsamlı eğilmeyi zorunlu hale getirmiştir (Government of Japan, 2019, s.28; Black ve diğerleri, 2023, s.29).

Bu çalışma dijital dönüşüm, finansal yapılar ve çevresel faktörler arasındaki ilişkiyi ampirik olarak araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Literatürdeki çalışmada kullanılan değişkenlere ek olarak bu çalışmada finansal gösterge "yurtiçi kredi kullanım oranı" ile çevresel gösterge "yıllık ortalama yağış oranı" kullanılarak "Sürdürülebilir Toplam Faktör Verimliliği" araştırılmıştır. Bu durum çalışmanın özgünlüğüne ve sürdürülebilir kalkınma literatürüne önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu çerçevede çalışmada Türkiye Cumhuriyetleri ve AB (Kurucu) ülkeleri bağlamında dijital dönüşüm, finansal yapılar ve çevresel faktörlerle kalkınmanın kesişimlerini incelemek için kapsamlı bir Toplam Faktör Verimliliği (TFV) analizi yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, gelişmiş ekonomiler (AB Kurucu Ülkeleri) ile gelişen ekonomiler (Türk Devletleri) arasında dijital dönüşüm, ekolojik faktörler ve finansal etkenlerin ilişkisi analiz edilerek, sürdürülebilir kalkınma için politika yapıcılara stratejik hedefler oluşturma konusunda ampirik sonuçlara dayalı öneriler sunulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın devamında, literatür araştırması yapılarak konuyla ilgili mevcut çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan metodoloji ve veri seti açıklanmış, ayrıca analize dahil edilen ülkeler tablo formatında sunulmuştur. Dördüncü bölümde, analiz sonuçları tablolarla aktarılmış, her bir tablo verisi ayrıntılı olarak yorumlanmıştır. Son bölüm olan sonuç kısmında ise elde edilen bulgulardan yola çıkarak çıkarımlar yapılmış ve politika önerileri geliştirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Hu (2024) çalışmasında, Çin'de 31 eyalet ve dört ana bölge için dijital ekonomi kapsamında yeşil kalkınmanın TFV değeri incelenmiştir. Çalışmada Malmquist İndeksi (MI) kullanılarak 2018-2022 yıllarına ait veriler analiz edilmiş ve eyaletlerin verimlilik

değişimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda TFV'de doğu bölgesi en verimli iken merkez bölgesinin TFV'de en verimsiz olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan 31 eyaletin tamamında optimal üretim ölçeği görülmemiştir. Çalışmaya göre dijital ekonomideki gelişmeler bölgesel farklılıklar doğrultusunda yeşil ekonomiyi etkilemektedir.

Horváthová ve Mokrišová (2024) çalışmalarında, dijital dönüşüm verimliliğini AB üyesi ülkeler için, teknik ve teknolojik etkinlik değişimleri üzerinden araştırılmıştır. Araştırmada Veri Zarflama Analizi (VZA) modeli ve MI metodu kullanılmıştır. Çalışma bulguları ile dijitalleşme sürecinde gelişmekte olan ülkelerdeki verimliliğin gelişmiş ülkelerdekinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Rodríguez-Cornejo ve diğerleri (2024) çalışmalarında, SKH 9 çerçevesinde AB ülkelerinin AR-GE ve inovasyon etkinliğini araştırmışlardır. Farklı girdiler ve çıktılar kullanıldığı çalışmada süper (SBM) modeli ile MI analizi metodu tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda analize katılan ülkelerden bazılarında AR-GE etkinliğinde artış gözlenirken diğerlerinde tam tersine etkisiz üretim tespit edilmiştir.

Xia ve diğerleri (2022) çalışmalarında, Çin'in karbon nötrlük hedefine ulaşma çabalarına rağmen dünyadaki en büyük karbon salımı ve kirlilik kaynaklarından biri olmayı sürdürmesi bağlamında, mali adem-i merkezîyetçiliğin bölgesel karbon emisyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla çalışmada, 2010-2019 döneminde Çin'de 31 eyalet için bir VZA metodu olan MI ve Süper SBM kullanılmıştır. Çalışma bulgularında Çin'de mali âdem-i merkezîyetçiliğin çevresel yönetim performansıyla ilişkisinde doğu bölgelerinin batı bölgelerine göre daha verimli olduğu tespit edilmiştir.

Çin üzerine yapılan bir diğer araştırmada ise Lv, Song ve Lee (2022), 30 eyalet için 2011'den 2019'a kadarki yıllara ait verilerle, bölgesel kalkınmada dijital finansın kalkınma farklılıkları üzerine etkisini araştırmışlardır. VZA tabanlı Süper SBM ve MI analizi modellerinin kullanıldığı hesaplamalarda bir yandan dijital finans ile azaltılan bölgesel kalkınma farklılıkları diğer yandan gelişen teknoloji ile yeniden artabildiği tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma olan Song ve Mei (2022) ise Çin'de dört bölge için 2011-2018 dönemine ait çevresel kaynak tüketim verileri ile insani kalkınma endeksi göstergelerini kullanarak sürdürülebilir kalkınma açısından çevresel performansın etkinlik analizini yapmışlardır. Çalışmada, MI metodu ile analiz yapılarak bölgelerin teknik etkinlik, teknolojik etkinlik ve toplam faktör verimlilik değişimleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgularda Çin'in bölgelerinde teknolojik gelişmelerin çevre üzerinde kısmi olsa da olumlu etkisi belirlenirken sürdürülebilir kalkınmada verimsiz üretim olduğu tespit edilmiştir.

Hussain ve diğerleri (2021) çalışmalarında, finansal dayanıklılık, kapsayıcılık ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi Güney Asya ülkeleri açısından ele almışlardır. Çalışmada iklim değişikliğiyle başa çıkmada finansal faktörlerin oldukça önemli olduğu ana fikri ortaya konulurken, bu fikri finansal hizmetlere erişimin artırılmasıyla iklim değişikliğiyle mücadelede etkili sonuçlar elde edileceğine dair kanıtlarla desteklemektedirler.

Rusya özelinde yapılan çalışmada ise Firsova ve Chernyshova (2020), inovatif faaliyetler ile kaynakların verimli kullanımı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. MI metodu ile gerçekleştirilen analiz için Rusya bölgelerinin 2006-2017 dönemindeki yenilikçi ürün hacmi, gayri safi bölgesel hasıladaki yüksek teknoloji ürünlerin payı, kullanılan patent sayısı ve yenilik yatırımları gibi veriler kullanılmıştır. Analiz sonucunda, Rusya bölgelerinde inovasyon için TFV'de artış olduğu hesaplanmıştır. Bu artışın inovatif faaliyetlere ayrılan kaynakların yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenirken aynı zamanda söz konusu kaynakların etkin olarak kullanılmasındaki yetersizlikler ve kaynak

israfından dolayı inovasyonda beklenen verimlilik artışının yakalanamadığı tespit edilmiştir.

Yue, Shen ve Yuan (2019), çalışmalarında, "Sürdürülebilir Toplam Faktör Verimliliği (STFV)" çerçevesinde, 55 ülke için sürdürülebilir büyümeyi hesaplamışlardır. Bu kapsamda çalışmada, 1994-2014 dönemine ait ekolojik ayak izi ve beşeri kalkınma endeksi göstergeleri de kullanılarak MI metodu ile TFV hesaplaması yapılmıştır. Çalışmada sürdürülebilir kalkınmanın ölçülmesinde STFV'nin önemli bir belirleyici olduğu ortaya konularak, analiz sonuçlarında 19 ülkenin STFV değerinde artış hesaplanırken 36 ülkenin STFV değerinde azalış hesaplanmıştır.

3. Metodoloji ve Veri Seti

Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (TFVE) karar verme birimlerinde (KVB) verimlilik analizi yapılmasına olanak tanıyan bir metottür. Aynı zamanda MI kısaltmasıyla bilinen TFVE, analizde birden fazla girdi ve çıktı kombinasyonunu hesaplayabilmektedir. TFVE metodu, çalışmada yer alan tüm KVB'leri müstakil olarak her bir girdi ve çıktı karşısında zamana göre değerlendirerek verimlilik durumu hakkında önemli bilgiler vermektedir. İlk olarak Caves, Christensen ve Diewert (1982) tarafından ortaya atılan ve daha sonra Fare, Grosskopf, Norris ve Zhang (1994) tarafından geliştirilmiş olan TFVE, iki dönem arasındaki verimlilik değişikliklerini hesaplamak amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle doğrusal programlama yöntemleriyle kullanılan TFVE, özellikle işletmeler ya da ekonomiler arasında meydana gelen değişimlerin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır. TFVE bu değişimleri iki endeks ile hesaplamaktadır. Bu endeksler Teknik Etkinlik Değişimi (TED) ve Teknolojik Değişim (TD) endeksleridir. TED, herhangi bir KVB'nin t+1 döneminde bir önceki dönem olan t dönemine göre etkin üretim sınırını yakalama hızını, TD ise herhangi bir KVB'nin t+1 döneminde t dönemine göre üretim sınırında meydana gelen yer değiştirmeleri hesaplamaktadır (Caves ve diğerleri, 1982; Ray, 2004; Liu ve diğerleri, 2023). TFVE hesaplanması için geliştirilen denklem Fare ve diğerleri, (1994), Bjurek ve diğerleri, (1998), Lovell, (2003), Emrouznejad ve Thanassoulis, (2010) çalışmalarındaki şekliyle aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$M_0(x^t + y^t + x^{t+1}, y^{t+1}) = \sqrt{\left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]} \quad (1)$$

$D_0^t(x^t, y^t)$, t+1 dönemindeki gözlem noktasının t dönemindeki teknolojiye uzaklığını ifade etmektedir. Burada t dönemine ait girdiler (x) ve çıktılar (y) kullanılarak hesaplanan mesafe fonksiyonudur.

$M_0 = 1$, durumunda t+1'de t'ye göre TFVE değeri sabit,

$M_0 < 1$, durumunda t+1'de t'ye göre TFVE değeri azalan,

$M_0 > 1$, durumunda t+1'de t'ye göre TFVE değeri artandır.

TFVE doğrultusunda (1) numaralı denkleminin ayrıştırılması ile TED ve TD endekslerinin TFVE değerine etkisi belirlenir.

$$TED = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (2)$$

$$TD = \sqrt{\left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]} \quad (3)$$

MI analizi sonucunda eğer bir KVB, $D_0^t(x^t, y^t) > 1$ skorunu elde ederse ilgili KVB verimli olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda TED ve TD skorlarının ne derecede verimliliğe etki ettiği hakkında detaylı bilgi ortaya konularak ilgili KVB'de teknik ve

teknolojik etkinlik hakkında önemli çıkarımlar ortaya konulabilmektedir. Aksi durum söz konusu olduğunda da KVB'lerde meydana gelen verimsizliğin nedenini ve analize etki oranını ortaya koyacak çıkarımlar yapılabilmektedir. Bu durum analiz metodunun kıyaslama açısından avantajları arasında sıralanmaktadır. Ayrıca TFVE, veri-fiyat değerini ise yöntemsel açıdan göz ardı etmektedir. Bu yönü MI'nin analizlerde KVB'ye devlet fonksiyonunun da eklenebileceğini ortaya koymaktadır (Tone, 2001; Grosskopf, 2003; Coelli ve diğerleri, 2005; O'Donnell ve diğerleri, 2010; O'Donnell ve diğerleri, 2017). Çalışmada analiz kapsamında belirlenen KVB'ler Türki Cumhuriyetler ile AB kurucu ülkeleridir.

Tablo 1. Araştırma Ülkeleri

Türki Cumhuriyetler	AB Kurucu Ülkeleri
Azerbaycan	Belçika
Tacikistan	Hollanda
Türkiye	Lüksemburg
Türkmenistan	Almanya
Kazakistan	Fransa
Kırgızistan	İtalya
Özbekistan	

Çalışma değişkenleri ise ülkelerin dijital dönüşüm, finansal yapı ve çevresel ve iklimsel etkenler ile kalkınma göstergelerinden türetilmiştir. Bu kapsamda araştırma ve geliştirme harcamaları, net yurtiçi kredi kullanım oranı, yıllık ortalama yağış oranı ve internet kullanan bireylerin oranı girdi değişkenlerini, net ulusal tasarruflar (GSMH'nin %'si), toplam işgücü, enerji kullanımı (kişi başına kg petrol eşdeğeri) ve gayrisafi millî hâsıla değeri çıktı değişkenlerini oluşturmaktadır. Değişkenler farklı kurumların (European Environment Agency-EEA, World Bank-WB) veri bankalarından temin edilmiştir. Çalışmada analiz döneminin 2010 – 2023 yılları arasında belirlenmesinin nedeni, 2009 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nın sonuçlarını tahlil etmektir. 192 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen bu Konferans ile dünyada küresel ısınma ve sera gazı salınım oranlarının azaltılması için çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu kapsamda katılımcı ülkeler tarafından küresel iklim politikalarının hızlanmasına ve çevresel sürdürülebilirlik için çeşitli önlemler alınmasına yönelik politikalar geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, özellikle Konferans sonrası dönem olan 2010 yılıyla birlikte ülkelerin kalkınma süreçlerinde çevresel faktörleri daha fazla göz önünde bulundurmasına neden olmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada bu dönemle birlikte günümüze kadar olan süreçte sürdürülebilir kalkınma açısından etkilerin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi amaçlanmıştır.

4. Araştırma Bulguları

Çalışmada yapılan MI analizi ile elde edilen bulgular tablolar yardımıyla gösterilerek yorumlanmıştır. İlk olarak Tablo 2'de "Catch-up" yani yakalama etkisi skorlarıyla Türki Cumhuriyetler ve AB (kurucu) ülkelerinin Teknik Etkinlik Değişim (TED) değeri gösterilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlere ait TED Skorları

Catch-up	2010=>2011	2011=>2012	2012=>2013	2013=>2014	2014=>2015	2015=>2016	2016=>2017	2017=>2018	2018=>2019	2019=>2020	2020=>2021	2021=>2022	2022=>2023	Ortalama
Azerbaycan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Belçika	0,97	1,00	1,24	0,88	1,03	1,11	0,91	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02
Tacikistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Türkiye	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Türkmenistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kazakistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kırgızistan	0,97	1,62	1,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,05
Özbekistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hollanda	0,96	0,97	1,29	0,76	1,07	1,20	0,88	1,04	1,10	0,84	0,96	1,16	0,96	1,01
Lüksemburg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Almanya	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fransa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
İtalya	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ortalama	0,99	1,05	1,05	0,97	1,01	1,02	0,99	1,01	1,01	0,99	1,00	1,01	0,99	1,01

Tablo 2 sonuçlarına göre, genel olarak KVB'lere ait TED skorlarının büyük kısmının 1,00'e yakın veya 1,00 seviyesinde olduğu gözlemlenmektedir. Bu, incelenen ülkelerin etkin üretim sınırına ulaşma gücünü istikrarlı bir şekilde koruduğunu ve dijital dönüşüm, finansal yapılar ve ekolojik etkenlerin verimlilik artışına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Azerbaycan, Tacikistan, Türkiye, Türkmenistan, Kazakistan, Lüksemburg, Almanya, Fransa ve İtalya gibi ülkelerin analiz döneminin tamamında TED skorlarının sabit olması, bu ülkelerin etkin üretim çizgisine ulaşma düzeyinde sabit kalmayı başardığını göstermektedir.

Belçika, Kırgızistan ve Hollanda gibi ülkelerde TED skoru için bazı yıllarda azalış ve yükselişler gözlemlenmiştir. Örneğin, Belçika'nın 2011=>2012 ve 2012=>2013 yıllarında TED skorunun sırasıyla 1,00 ve 1,24 olması, ülkenin bu dönemlerde etkin üretim çizgisini yakalama gücünü artırdığına işaret etmektedir. Ancak 2013=>2014 döneminde bu skorun 0,88'e gerilemesi, Belçika'da dijital dönüşüm ve ekolojik faktörlerdeki verimlilik artışını sağlayamadığını göstermektedir. Hollanda için de benzer bir durum söz konusudur. 2012=>2013 döneminde 1,29'a kadar yükselen TED skoru, bu dönemdeki kaynaklarını etkin kullandığı ya da atıl kullanılan girdi miktarını azalttığını göstermektedir. Ancak 2013=>2014 döneminde 0,76'ya düşüş gösteren bu skor, kaynak israfının olduğunu ortaya koymaktadır.

2020'li yıllara yaklaştığımızda ise, TED skorlarının yine genel anlamda 1'e yakın olduğu, yani ülkelerin etkin üretim sınırına ulaşma gücünü sabit tuttuğu görülmektedir. Özellikle 2019=>2020, 2020=>2021, 2021=>2022 ve 2022=>2023 dönemlerinde KVB'lerin performansında belirgin bir istikrar dikkati çekmektedir. Ancak, Belçika, Hollanda ve Kırgızistan gibi ülkelerdeki TED skorlarında yıllar itibariyle artış ve azalışlar hesaplanmıştır. Örneğin, Hollanda'nın 2020=>2021 döneminde %16 oranında yükselen TED skoru, bu dönemde atıl kullanılan girdi miktarının ve kaynak israfının ciddi oranda azaldığını göstermektedir. Ancak, 2022=>2023 döneminde TED<1 hesaplanarak kaynak israfının tekrar arttığı görülmektedir. Benzer şekilde, Kırgızistan'ın 2021=>2022 dönemindeki TED skorunun %5 oranında gerilemesi, kaynak israfı ya da atıl kullanılan girdi miktarında artış yaşanmış olabilir. Başka bir açıdan bakılacak olursa ölçek etkisiz üretim hesaplanmıştır.

Tablo 2'ye ortalama değerler açısından bakıldığında TED>1 olarak hesaplanan yıllar olan 2011=>2012, 2012=>2013, 2014=>2015, 2015=>2016, 2017=>2018, 2018=>2019, 2020=>2021 ve 2021=>2022 yıllarında bir önceki yıla göre etkin üretim çizgisini yakalama gücü artmıştır.

Tablo 3 ile "Frontier" –yani yer değiştirme skorlarıyla Türki Cumhuriyetler ve AB (kurucu) lkelerinin Teknolojik Etkinlik Değişim (TD) değeri gösterilmiştir.

Tablo 3. Değişkenlere ait TD Skorları

Frontier	2010=>2011	2011=>2012	2012=>2013	2013=>2014	2014=>2015	2015=>2016	2016=>2017	2017=>2018	2018=>2019	2019=>2020	2020=>2021	2021=>2022	2022=>2023	Ortalama
Azerbaycan	1,00	1,06	1,00	1,04	1,01	1,05	0,55	1,08	1,02	0,83	1,22	1,12	1,01	1,00
Belçika	1,01	0,95	0,90	1,02	0,89	0,94	1,08	0,93	0,95	0,94	1,08	1,03	1,04	0,98
Tacikistan	0,95	1,00	1,17	1,00	1,00	1,06	1,00	1,00	1,00	0,95	1,04	1,02	1,00	1,01
Türkiye	0,78	0,89	1,18	0,88	0,73	0,98	0,92	0,91	1,00	0,96	1,14	0,96	0,96	1,02
Türkmenistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kazakistan	1,06	0,89	0,74	0,93	0,85	1,05	0,95	1,01	1,02	1,03	1,03	1,18	1,00	0,98
Kırgızistan	0,88	0,41	0,96	1,10	1,07	2,29	0,45	1,00	1,00	0,97	0,97	1,34	0,83	1,02
Özbekistan	1,54	1,02	1,00	0,67	0,90	0,95	1,04	0,82	1,00	0,67	1,04	1,91	2,39	1,15
Hollanda	1,03	0,99	1,23	0,76	0,91	0,87	1,20	0,99	0,88	1,01	1,11	0,91	1,02	0,99
Lüksemburg	0,97	1,03	0,49	1,84	0,87	1,83	0,52	0,95	0,89	0,98	1,07	0,95	1,01	1,03
Almanya	1,05	0,95	1,03	1,00	0,93	1,04	0,99	1,03	0,98	0,88	1,05	1,00	1,09	1,00
Fransa	1,04	0,95	1,04	0,96	0,89	1,02	1,00	1,05	0,98	0,93	1,08	0,97	1,06	1,00
İtalya	1,04	0,91	0,93	1,03	0,89	1,10	0,88	0,96	0,98	0,92	1,08	0,98	1,03	0,98
Ortalama	1,03	0,93	0,97	1,02	0,92	1,17	0,89	0,98	0,98	0,92	1,06	1,10	1,11	1,01

TD analizinde, her bir KVB için etkin üretim çizgisinde meydana gelen yer değişimleri gösterilmektedir.

Tablo 3'e göre Azerbaycan, Tacikistan, Türkiye, Türkmenistan ve Lüksemburg gibi ülkelerde, genellikle TD=1 veya TD>1 hesaplanarak etkin üretim çizgisinin sabit kaldığı veya yukarıya taşındığı anlaşılmaktadır. Örneğin, Türkmenistan'ın TD skoru dönemin tamamında 1,00 olarak hesaplanmıştır. Bu skor ülkenin bir birimlik girdi başına yine bir birimlik çıktı ürettiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Tacikistan'ın ortalama skoru 1,01 ile etkin üretim çizgisi az da olsa yukarı taşınmıştır. Türkiye'nin ise TD skorlarında analiz döneminin başlangıcında %22 oranında azalış hesaplanırken, 2012=>2013 döneminde %18'e yükselmekte olduğu hesaplanmıştır. Ancak Türkiye'de TD skorları 2014=>2015 ve 2015=>2016 dönemlerinde tekrar düşüş göstermiştir. Bu durum, Türkiye'nin etkin üretim çizgisinin yer değiştirmesi konusunda yukarı ve aşağı yönde bir seyir izlediğini ortaya koymaktadır. 2020=>2021 döneminde ise Türkiye'nin TD skorunun %14 artması, bir birimlik girdi başına bir birimden daha fazla çıktı elde edecek üretim sağlandığını göstermektedir. Türkiye'de dönem boyunca ortalamada TD> 1 hesaplanmış olup buna göre ülkenin etkin üretim çizgisinin sağa yukarı hareket ettiği ve teknolojik yeniliklere daha hızlı adapte olduğu görülmektedir.

Kırgızistan'ın TD skoru, 2015=>2016 yıllarında 2,29 gibi yüksek bir değer almış, ardından 0,45'e dşmştir. Bu skora göre Kırgızistan'ın etkin üretim çizgisinin istikrarsız olarak yer değiştirdiği ve ülkenin dijitalleşme ve teknolojik yeniliklerden yararlanma sürecinde aksaklıklar olduğu anlaşılmaktadır.

Özbekistan ise 2018=>2019 yılında TD'de %33 oranında ciddi bir azalma, 2022=>2023 yıllarında ise %139 değerinde oldukça yüksek bir artış hesaplanmıştır. Buna göre Özbekistan'da teknolojik imknlardan yüksek düzeyde yararlanıldığı anlaşılmaktadır.

"Malmquist" olarak ifade edilen ve Toplam Faktör Verimlilik Değişimi (TFVD) değerini gösteren skorlar ise Tablo 4 ile gösterilmektedir.

Tablo 4. Değişkenlere ait TFVD Skorları

Malmquist	2010=>2011	2011=>2012	2012=>2013	2013=>2014	2014=>2015	2015=>2016	2016=>2017	2017=>2018	2018=>2019	2019=>2020	2020=>2021	2021=>2022	2022=>2023	Ortalama
Azerbaycan	1,00	1,06	1,00	1,04	1,01	1,05	0,55	1,08	1,02	0,83	1,22	1,12	1,01	1,00
Belçika	0,98	0,96	1,12	0,89	0,92	1,04	0,98	1,03	0,95	0,94	1,08	1,03	1,04	1,00
Tacikistan	0,95	1,00	1,17	1,00	1,00	1,06	1,00	1,00	1,00	0,95	1,04	1,02	1,00	1,01
Türkiye	0,78	0,89	1,18	0,88	0,73	0,98	0,92	0,91	1,00	0,96	1,14	0,96	0,96	1,02
Türkmenistan	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kazakistan	1,06	0,89	0,74	0,93	0,85	1,05	0,95	1,01	1,02	1,03	1,03	1,18	1,00	0,98
Kırgızistan	0,86	0,67	1,08	1,10	1,07	2,29	0,45	1,00	1,00	0,97	0,97	1,34	0,79	1,04
Özbekistan	1,54	1,02	1,00	0,67	0,90	0,85	1,15	0,82	1,00	0,67	1,04	1,91	2,39	1,15
Hollanda	0,99	0,95	1,60	0,58	0,97	1,04	1,05	1,04	0,96	0,85	1,06	1,05	0,99	1,01
Lüksemburg	0,97	1,03	0,49	1,84	0,87	1,83	0,52	0,95	0,89	0,98	1,07	0,95	1,01	1,03
Almanya	1,05	0,95	1,03	1,00	0,93	1,04	0,99	1,03	0,98	0,88	1,05	1,00	1,09	1,00
Fransa	1,04	0,95	1,04	0,96	0,89	1,02	1,00	1,05	0,98	0,93	1,08	0,97	1,06	1,00
İtalya	1,04	0,91	0,93	1,03	0,89	1,10	0,88	0,96	0,98	0,92	1,08	0,98	1,03	0,98
Ortalama	1,02	0,94	1,02	0,99	0,92	1,18	0,88	0,99	0,98	0,91	1,06	1,12	1,11	1,02

KVB'lerin verimlilikleri hakkında önemli bilgiler sunan TFVD değeri TED ile TD'nin çarpımından elde edilmektedir. TFVD skoru, her bir KVB'nin zaman içindeki verimlilik değişimini ölçerek, bu birimlerin performanslarını değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

Türki Cumhuriyetlerden Azerbaycan için Tablo 4 incelendiğinde dönem boyunca TFVD skorunun ortalama 1,00 olarak hesaplandığı görülürken özellikle 2016=>2017 dönemindeki %45 düzeyindeki düşüş Azerbaycan'ın toplam faktör verimliliğindeki düşüşü göstermektedir. Tacikistan için bakıldığında 2010=>2011 döneminde TFVD'de %5'lik azalma, 2012=>2013 döneminde %17'lik artış ve dönemin tamamında ortalama TFVD=1,01'lik bir verimlilik artışı görülmektedir. Türkiye için Tablo 4 incelendiğinde TFVD>1 olan ortalama %18 değerinde önemli bir artışın 2012=>2013'te hesaplandığı görülürken en yüksek azalışın ise %27 ile 2014=>2015 döneminde hesaplandığı anlaşılmaktadır. Türkiye'nin ortalama TFVD skorunda ise ortalama %2 verimlilik artışı hesaplanmıştır. Benzer şekilde Kırgızistan'da da dönem boyunca ortalama "1" değerinin üzerinde TFVD skoru hesaplanmıştır. Türkmenistan dönemin tamamında ortalama "1" skoru elde ederek TFV'de sürdürülebilir verimlilik elde etmiştir. Diğer yandan Kazakistan'da ise dönem boyunca ortalama %2 verimlilik kaybı hesaplanmıştır. Özbekistan ise Türki Cumhuriyetler içerisinde TFVD'de ortalama %15'lik artışla en yüksek TFV değeri elde eden ülke olarak hesaplanmıştır. Türki Cumhuriyetler içerisinde Özbekistan'ın en yüksek TFVD skoru elde etmesinde özellikle 2022=>2023 döneminde hesaplanan %139 değerindeki oldukça yüksek artış olduğu görülmektedir.

Tablo 4'e göre Avrupa Birliği kurucu ülkelerinden Belçika, Almanya ve Fransa için ortalama TFVD=1, Hollanda ve Lüksemburg için TFVD> 1 ve İtalya için TFVD<1 olarak hesaplanmıştır. AB ülkelerinden en yüksek verimlilik skoruna sahip KVB Lüksemburg dönemin tamamında ortalama %3 verimli olmuştur. Diğer yandan İtalya ise dönemin tamamında ortalama %2 azalma ile en verimsiz AB ülkesi olarak belirlenmiştir. İtalya'da 2015=>2016 döneminde ortalama %10'luk orandaki verimlilik artışı oldukça önemli bir artış olmasına rağmen dönem boyunca TFVD<1 skorlarının daha fazla olması bu ülkenin ortalama verimsiz hesaplanmasına neden olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan en yüksek verimlilik artışı yaşayan Lüksemburg'da 2016=>2017 yıllarında hesaplanan 0,52'lik TFVD değeri bu KVB'nin ortalama dönemin tamamında daha yüksek hesaplanabilecek verimlilik artışının daha az olmasının nedeni olduğu anlaşılmaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada KVB'lerin dijital dönüşüm, finansal yapılar ve ekolojik etkenler ile ilişkisinin sürdürülebilir kalkınma kapsamında incelenen Teknik Etkinlik Değişim (TED), Teknoloji Değişim (TD) ve Toplam Faktör Verimlilik Değişimi (TFVD) skorları detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Araştırma analizi ile elde edilen bulgular analize katılan KVB'lerin büyük çoğunluğunun etkin üretim sınırına ulaşma hızını koruduğunu ve dijital dönüşüm, finansal yapılar ve ekolojik etkenlerin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik ilişkisinin verimli üretim doğrultusunda olduğunu ortaya koymaktadır. TED değerinde özellikle Azerbaycan, Tacikistan, Türkiye, Türkmenistan, Kazakistan, Özbekistan, Lüksemburg, Almanya, Fransa ve İtalya'nın, "1" skoru üzerinde hesaplanarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine daha etkin bir şekilde ulaştığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan Belçika, İtalya ve Kazakistan TD ve TFVD skorlarındaki dalgalanmalar nedeniyle çalışma değişkenlerinin teknolojik ve toplam verimliliğinde istikrarsızlık oluşturan KVB'ler olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına TD skorları açısından bakıldığında bazı KVB'lerin (Tacikistan, Türkiye, Kırgızistan, Özbekistan, Lüksemburg) TD değerlerini dönemin tamamında artırabilirken, diğerlerinin azalan verimle üretim yaptığı görülmüştür. $TD < 1$ olan KVB'ler sürdürülebilir kalkınmada verimliliği artırabilmek için etkin üretim sınır çizgisini yukarıya taşıyabilecek yönde inovasyonu artırmaya yönelik finansal yatırımlar ve teknolojik yenilikler teşvik edilmelidir. Bu bağlamda ilgili KVB'ler tarafından uluslararası iş birliklerinin teşvik edilmesi ve bilgi paylaşımının sağlanması dijital dönüşüm sürecinin etkili yönetilmesini destekleyecektir.

Çalışma bulguları doğrultusunda TD ile TFVD skorlarında dönem boyunca azalmalar yaşayan KVB'ler (İtalya ve Kazakistan gibi) çevre politikaları başta olmak üzere teknolojik ve finansal altyapılarını güçlendirmelidirler. Bu doğrultuda özellikle yenilenebilir enerji, çevre dostu teknolojik yatırımlar ve enerji verimliliği kapsamında yeşil ekonomik kalkınmanın bu ülkelerde öncelikli politikalar haline getirilmesi gerekmektedir.

Kırgızistan ve Özbekistan gibi $TFVD > 1$ olan ülkelerde teknolojik yeniliklerden yararlanmaya yönelik teknoloji tabanlı inovasyonları destekleyerek üretim sınırlarının genişletilmesi sağlanmalıdır. Çevresel tehdidin azaltılmasında etkili olan dijital dönüşümün itici gücü olan teknolojik yenilik, bu ülkelerde sistematik olarak artırılmalıdır. Bu stratejiler sürdürülebilir kalkınmanın odağındaki yeşil kalkınmada önemli rol oynamaktadır. $TFVD > 1$ olan ülkelere ise özellikle inovatif faaliyetlere ayrılan kaynağın artırılmaya devam edilmesi ve elde edilen yenilikçi üretim ve dijital teknolojinin savaş sanayii ile birlikte endüstriyel sanayiine de entegrasyonuna teşvik edilmesi gerekmektedir.

Çalışma analizinden elde edilen skorlarda TED ve TD dalgalanmaları görülen KVB'lerde finansal düzenlemeler ve çevre dostu yatırımları teşvik eden araçlar geliştirilerek sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamalıdır. Bu nedenle finansal yapılar sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi için, teknoloji transferi ve dijital altyapı yatırımları konusunda uluslararası iş birliklerini artırarak etkin üretim sınırlarına daha hızlı ulaşma yoluyla dijital dönüşüm ve ekolojik sürdürülebilirlik ile uyumlu hale getirilmelidir. Böylece TFVD değeri "1" skorunun altında kalarak verimsiz olan KVB'ler (Kazakistan ve İtalya) etkin üretim sınırlarına daha hızlı ulaşabilir. Bu nedenle $TFVD < 1$ olan KVB'ler verimlilik kayıplarını önlemek adına etkin stratejiler geliştirmeli ve yenilikçi çözümler üzerinde çalışmalıdır.

Çalışma bulgularının ele alınması hem cari durumun analiz edilmesi hem de gelecekteki politikaların oluşturulmasında önemli bir gösterge olarak ele alınması gerekmektedir. Bu çerçevede KVB'lerin özellikle teknoloji transferiyle birlikte yerli dijital dönüşümü sağlayacak alternatif akıllı teknolojileri geleneksel üretim tesislerine entegre edecek stratejik hamleleri hayata geçirmesi gerekmektedir. Bu bağlamda özellikle çevresel

tehditlere karşı yapay zekâ modülüne bağlı hassas tarım, iklim değişikliği temelli mal ve hizmet üretimi ve çok daha az maliyetle birden fazla seviye atlayabilecek akıllı girişimcilik faaliyetlerine zemin oluşturmak sürdürülebilir kalkınmanın en önemli belirleyicileri olacaktır.

Bu çalışma ile gelecekte yapılacak olan çalışmalarda farklı değişkenlerin (yapay zekâ, akıllı teknoloji, fikri mülkiyet hakları) farklı metotlarla analize tabi tutularak konunun daha geniş bir KVB grubu ile yapılması önerilmektedir. Bu yaklaşımla, dijital dönüşüm, finansal yapılar ve çevreyle ilgili etkenler arasındaki ilişkinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması mümkün olacaktır.

Kaynakça

- Afonasova, M. A.; Panfilova, E. E.; Galichkina, M. A.; Ślusarczyk, B. (2019). Digitalization in economy and innovation: The effect on social and economic processes. *Polish journal of management studies*, 19(2), 22-32.
- Afroz, R.; Muhibbullah, M. (2022). Dynamic linkages between non-renewable energy, renewable energy and economic growth through nonlinear ARDL approach: evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(32), 48795-48811.
- Ahmedov, I. (2020). The impact of digital economy on international trade. *European Journal of Business and Management Research*, 5(4), 1-7.
- Ahmet, Ö. Z. E. N. (Ed.). (2023). *Dijital Dönüşüm ve Değişen Uygulamalar*. Efe Akademi Yayınları.
- Aksoy, A. D. (2014). Tüketime dijitalleşmesi. *Hacettepe Üniversitesi Tüketici-Pazar-Araştırma-Danışma Test ve Eğitim Merkezi Tüketici Yazıları IV*, 46-64.
- André, J. C. (2019). *Industry 4.0: Paradoxes and conflicts*. John Wiley & Sons.
- Benghozi P.-J.; Salvador E.; Simon J.-P. (2021), "Strategies in the cultural and creative industries: static but flexible vs dynamic and liquid. The emergence of a new model in the digital age", *Revue d'Economie Industrielle*, n. 174(2), 117-157.
- Bilgiç, E.; Türkmenoğlu, M. A.; Koçak, A. (2020). Dijitalleşmenin lojistik yönetimi bağlamında incelenmesi. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, 5(1), 56-69.
- Bjurek, H., F. R. Førsund and L. Hjalmarsson. (1998). Malmquist Productivity Indexes: An Empirical Comparison. In R. Färe, S. Grosskopf and R. R. Russell (eds.), *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Black, M. S.; Parry, I. W.; Zhunussova, K. (2023). *Is the paris agreement working? a stocktake of global climate mitigation*. International Monetary Fund.
- Cane, R.; Steinbergs, K. (2022). The Role Of Digital Transformation In Creative Industries Companies In Regions. In *Economic Science for Rural Development Conference Proceedings*, 56, 424-434.
- Caves, D. W.; Christensen, L. R.; Diewert, W. E. (1982). "The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity." *Econometrica*, 50(6), 1393-1414.
- Coelli, T. J.; Rao, D. S. P.; O'donnell, C. J.; Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. springer science & business media.
- Çark, Ö. (2020). İşletmelerin dijital dönüşüm sürecinde "nesnelerin interneti" teknolojisinin etkisi. *Turkish Studies-Economy*, 15(3), 1247-1266.
- Emrouznejad, A.; Thanassoulis, E. (2010). Measurement of productivity index with dynamic DEA. *International Journal of Operational Research*, 8(2), 247-260.
- Firsova, A.; Chernyshova, G. (2020). Efficiency analysis of regional innovation development based on DEA Malmquist index. *Information*, 11(6), 23-48.
- Green, H.; Facer, K.; Rudd, T.; Dillon, P.; Humphreys, P. (2005). Personalisation and digital technologies. *Bristol: Futurelab*.
- Grosskopf, S. (2003). Some remarks on productivity and its decompositions. *Journal of Productivity Analysis*, 20, 459-474.
- Horváthová, J.; Mokrišová, M. (2024). The Use of the Data Envelopment Analysis–Malmquist Approach to Measure the Performance of Digital Transformation in EU Countries. *Economies*, 12(11), 19-39.

- Hu, W. (2024). Measuring The Efficiency of Green Development Enabled by Digital Economy in China's Provinces and Regions-Based on DEA Model and Malmquist Index. *Highlights in Business, Economics and Management*, 38, 66-75.
- Hussain, A.H.M.B., Islam, M., Ahmed, K.J., Haq, S.M.A., Islam, M.N. (2021). Financial Inclusion, Financial Resilience, and Climate Change Resilience. In: Luetz, J.M., Ayal, D. (eds) Handbook of Climate Change Management. Springer, Cham.
- Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *nature*, 561(7722), 163-166.
- Li, Y.; Solaymani, S. (2021). Energy consumption, technology innovation and economic growth nexuses in Malaysian. *Energy*, 232, 1-12.
- Liu, X. X.; Liu, H. H.; Yang, G. L.; Pan, J. F. (2023). Productivity assessment of the real estate industry in China: a DEA-Malmquist index. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(3), 1243-1270.
- Liu, X.; Zhang, S.; Bae, J. (2017). The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. *Applied energy*, 204, 489-496.
- Lv, C.; Song, J.; Lee, C. C. (2022). Can digital finance narrow the regional disparities in the quality of economic growth? Evidence from China. *Economic Analysis and Policy*, 76, 502-521.
- O'Donnell, C. J.; Chambers, R. G.; Quiggin, J. (2010). Efficiency analysis in the presence of uncertainty. *Journal of Productivity Analysis*, 33, 1-17.
- O'Donnell, C. J.; Fallah-Fini, S.; Triantis, K. (2017). Measuring and analysing productivity change in a metafrontier framework. *Journal of Productivity Analysis*, 47, 117-128.
- Okumuş, S. (2023). Dijitalleşme ve Dini Pratikler: Bir Literatür Taraması. *TAM Akademi Dergisi*, 2(1), 101-122.
- Pilege, E.; Plota, S.; Pilegis, G. (2020). Impact of digital technologies on development of creative industries. *Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage*, 10, 159-172.
- Raihan, A.; Tuspekova, A. (2022). Toward a sustainable environment: Nexus between economic growth, renewable energy use, forested area, and carbon emissions in Malaysia. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 15, 1-11.
- Ray, S. C. (2004). *Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research*. Cambridge university press.
- Rodríguez-Cornejo, V.; García-Valderrama, T.; Sánchez-Ortiz, J.; Cabrera-Monroy, F. (2024). R&D&I efficiency AS one OF the Sustainable Development Goals (SDGS) in Europe: Application of a dynamic model with network structure and Cumulative Divisional Malmquist index (CDMI). *Expert Systems with Applications*.
- Sezen, H. K.; Eren Şenaras, A. (2022). "Dijitizasyon, Dijitalizasyon, Dijital Dönüşüm Kavramlarına İlişkin Bir Değerlendirme", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51, 49-59.
- Shen, G.; Yuan, Z. (2020). The effect of enterprise internetization on the innovation and export of Chinese enterprises. *Economic Research Journal*, 55(1), 33-48.
- Shen, Y.; Yang, Z.; Zhang, X. (2023). Impact of digital technology on carbon emissions: Evidence from Chinese cities. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1-17.
- Song, Y.; Mei, D. (2022). Sustainable development of China's regions from the perspective of ecological welfare performance: analysis based on GM (1, 1) and the malmquist index. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 1086-1115.
- The Government of Japan (2021). The long-term strategy under the Paris Agreement.
- Taşel, F. (2020). Dijitalleşmenin ticarete ve ekonomiye etkisi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8(2), 127-137.
- Tehrani, R.; Mehragan, M. R.; Golkani, M. R. (2012). A model for evaluating financial performance of companies by data envelopment analysis: A case study of 36 corporations affiliated with a private organization. *International Business Research*, 5(8), 8-16.
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European journal of operational research*, 130(3), 498-509.
- Vasylieva, T.; Lyulyov, O.; Bilan, Y.; Streimikiene, D. (2019). Sustainable economic development and greenhouse gas emissions: The dynamic impact of renewable energy consumption, GDP, and corruption. *Energies*, 12(17), 11-23. <https://doi.org/10.3390/en12173289>.
- Xia, J.; Zhan, X.; Li, R. Y. M.; Song, L. (2022). The relationship between fiscal decentralization and China's low carbon environmental governance performance: The malmquist index, an SBM-DEA and systematic GMM approaches. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-10.

Yue, S.; Shen, Y.; Yuan, J. (2019). Sustainable total factor productivity growth for 55 states: An application of the new malmquist index considering ecological footprint and human development index. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 475-483.

Zhou, X.; Zhou, D.; Wang, Q.; u, B. (2019). How information and communication technology drives carbon emissions: A sector-level analysis for China. *Energy Economics*, 81, 380-392.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

Etik Onay: Yoktur.

Yazar Katkısı: İlhan ALEMDAR (%40), Resul TELLİ (%60)

Conflict of Interest: None.

Funding: None.

Ethical Approval: None.

Author Contributions: İlhan ALEMDAR (40%), Resul TELLİ (60%)
