TÜRKİYE EKONOMİSİNİ ANLAMA KILAVUZU YAPISAL SORUNLAR VE ÇIKIŞ ANAHTARLARI

Editörler

Durmuş Çağrı YILDIRIM

Ömer ESEN

Gamze Yıldız ŞEREN

Osman KARAKÜTÜK

EKİN
Basım Yayın Dağıtım
2026

© 2026 Ekin Yayınevi

Tüm hakları mahfuzdur. Bu kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 Sayılı Yasa'nın hükümlerine göre, kitabı yayınlayan yayınevinin izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, özetlenemez, yayınlanamaz, depolanamaz.

Sertifika No: 48743

ISBN: 978-625-5444-05-9

Sayfa Düzeni / Kapak Tasarımı: Aslı AYRANCI

Baskı ve Cilt:
Vadi Grafik Tasarım ve
Reklamcılık Ltd. Şti.
İvedik Org. San. 1420.
Cad. No: 58/1
Yenimahalle/ANKARA
Tel: 0 312 395 85 71
Sertifika No: 47479

Baskı Tarihi: Ekim 2026

EKİN Basım Yayın Dağıtım
Şehreküstü Mah. Cumhuriyet Cad.
Durak Sk. No: 2 Osmangazi / BURSA
Tel .: (0.224) 220 16 72 - 223 04 37
Fax.: (0.224) 223 41 12
e-mail: info@ekinyayinevi.com
www.ekinkitap.com

İÇİNDEKİLER

TÜRKİYE'DE PARA POLİTİKASI: 2000 ÖNCESİ VE 2000 SONRASI ÖNEMLİ GELİŞMELER 1
Durmuş Çağrı YILDIRIM

MALİYE POLİTİKASINDAKİ GELİŞMELER 29
Gamze Yıldız ŞEREN
Ayşe YİĞİT ŞAKAR

KAMU POLİTİKASI, KALKINMA STRATEJİLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PARADİGMASI 67
Meltem İNCE YENİLMEZ

SOSYAL POLİTİKANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ VE TÜRKİYE'DE 2000 SONRASI SOSYAL POLİTİKA UYGULAMALARI 100
Abdulkadir YÜKSEL

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA KAVRAMININ TEORİK TEMELLERİ VE TÜRKİYE DENEYİMİ 127
Ömer Faruk ALTUNÇ
Sıddıka ÖZTEKİN

SANAYİ SEKTÖRÜ 169
Ömer ESEN

İNŞAAT SEKTÖRÜ 225
Ferhat GÜVEN

TARIM SEKTÖRÜ 254
Ömer ESEN
Metin BAYRAK

BANKACILIK GELİŞİMİ VE TÜRKİYE'DE BANKACILIĞIN GELECEĞİ 301
Murat TOPCU
Serkan DEMİREL

KATILIM BANKACILIĞI VE GELECEĞİ 333
Osman KARAKÜTÜK

TÜRKİYE EKONOMİSİNDE TURİZM SEKTÖRÜNÜN DÖNÜŞÜMÜ: MAKROEKONOMİK VE YAPISAL BİR DEĞERLENDİRME 361
Mustafa Eser KURUM

ÇEVRE EKONOMİSİ, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE..... 403
Işıl DEMİRTAŞ

SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ VE EKONOMİK ETKİNLİK 423
Tuğba KANTARCI

ENERJİ SORUNSALI: ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ, ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ VE YEŞİL BÜYÜME İLİŞKİSİ..... 443
Yağmur ÇETİNTAŞ PALABIYIKOĞLU
Celil AYDIN

DÖNGÜSEL EKONOMİ YAKLAŞIMI: TEORİ VE TÜRKİYE UYGULAMALARI..... 485
Uğur ÇINAR
Burak EKTİREN

ATIK YÖNETİMİ POLİTİKALARI VE DÖNGÜSEL EKONOMİ 527
Tuğba TURAN

DİJİTAL EKONOMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ETKİLEŞİMİ 559
Rahmi Deniz ÖZBAY
Sema YILMAZ

ENDÜSTRİ 4.0 VE ENDÜSTRİ 5.0 BAĞLAMINDA SANAYİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM..... 590
Esra Gökçen KAYGISIZ

DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN KAMU YÖNETİMİNDEKİ İZDÜŞÜMÜ VE TÜRKİYE EKONOMİSİNE ETKİLERİ 617
Gökmen KANTAR
Senem DEMİRKIRAN

VERGİLEMEDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM 634
Özlem SÖKMEN GÜRÇAM

TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE YEŞİL İNOVASYON 666
Hatice AYDIN

KRİPTO PARALAR, BLOKZİNCİR TEKNOLOJİLERİ VE ULUSAL GÜVENLİK RİSKLERİ..... 700
Oğuzhan ESEN

DİJİTAL EKONOMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ETKİLEŞİMİ

Rahmi Deniz ÖZBAY
Prof. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi,
rdozbay@ticaret.edu.tr,
ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-3927-8216
Sema YILMAZ
Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi,
sygenc@yildiz.edu.tr,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3138-1622

Bölüme Başlarken

Dijitalleşme, uygun kurumsal ve yönetsel mekanizmalarla desteklenmediğinde ekonomik ilerleme üretmekle birlikte çevresel baskıları azaltmak yerine artırabilen bir dönüşüm sürecine dönüşebilmektedir. Dijital dönüşüm süreçlerinin sürdürülebilir kalkınmaya katkısı, büyük ölçüde ülkelerin kurumsal kapasitesi ve yönetişim yapılarının etkinliğine bağlıdır; bu unsurların zayıf olduğu koşullarda dönüşüm yeni yapısal kırılganlıkları beraberinde getirebilir. Bu bölüm, dijital ekonomi ile sürdürülebilirlik arasındaki çok boyutlu ilişkiyi, Türkiye ekonomisinin 2000 sonrası dönüşüm süreci çerçevesinde analiz etmeyi amaçlamaktadır. 2001 krizi sonrasında hayata geçirilen yapısal reformlar, makroekonomik istikrarı güçlendirmiş; bu dönemde dijital altyapı yatırımları da hız kazanmıştır. İnternet penetrasyonundaki artış, e-ticaret hacmindeki genişleme ve mobil teknolojilerin yaygınlaşması, Türkiye'nin dijitalleşme sürecini belirgin biçimde hızlandırmıştır. Bununla birlikte, incelenen betimsel göstergeler söz konusu dijital dönüşüme çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinde eş zamanlı ve dengeli bir iyileşmenin eşlik ettiğine ilişkin açık bir kanıt sunmamaktadır.

Bu bağlamda bölümün temel amacı, dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini hem teorik hem de güncel veri ve kurumsal göstergelere dayalı bir çerçevede değerlendirmek ve bu ilişkinin kurumsal belirleyicilerini ortaya koymaktır. Çalışma, dijitalleşmenin sürdürülebilirliği otomatik olarak üretmediğini; aksine kurumsal kapasite, politika koordinasyonu ve yönetişim kalitesine bağlı olarak farklı sonuçlar doğurduğunu ileri sürmektedir. Bu yönüyle

analiz, dijitalleşme-sürdürülebilirlik ilişkisinde politika tasarımının belirleyici rolüne dikkat çekmektedir.

Bölüm altı ana kısımdan oluşmaktadır. İlk bölümde araştırma problemi ve literatürdeki konum ele alınmakta; ikinci bölümde teorik çerçeve sunulmaktadır. Üçüncü bölüm Türkiye örneğini güncel kurumsal ve istatistiki verilerle analiz ederken, dördüncü bölüm yapısal sorunları incelemekte; beşinci bölüm politika önerilerini, altıncı bölüm ise genel politika çıkarımlarını ve değerlendirmeyi ortaya koymaktadır.

1. GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılın ekonomik yapısı, teknolojik dönüşüm ile sürdürülebilir kalkınma arayışının aynı anda şekillendirdiği yeni bir paradigma içinde yeniden yapılanmaktadır. Dijital teknolojiler üretim ve tüketim süreçlerini dönüştürürken, iklim değişikliği ve doğal kaynaklar üzerindeki baskılar ekonomik büyümenin niteliğinin yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu iki dönüşüm alanının kesişimi, yalnızca teknik bir uyum meselesi değil, aynı zamanda ekonomik sistemlerin ve kurumsal yapıların yeniden kurgulanmasını gerektiren bir süreçtir.

Bu bağlamda temel soru şudur: Dijitalleşme sürdürülebilirliği destekleyen bir araç mıdır, yoksa mevcut çevresel ve sosyal baskıları derinleştiren bir mekanizma mı üretmektedir?

Bu çalışma, dijitalleşmenin sürdürülebilirliği otomatik olarak üretmediğini; aksine bu ilişkinin büyük ölçüde kurumsal kapasite, politika tasarımı ve yönetişim kalitesi tarafından belirlendiğini savunmaktadır. Bu çerçevede dijitalleşme, bağlamsal bir süreç olarak ele alınmakta; etkisi ülkelerin kurumsal yapıları doğrultusunda farklılaşmaktadır.

Türkiye, bu ilişkinin analiz edilmesi açısından özgün bir örnek sunmaktadır. 2000 sonrası dönemde hızla dijitalleşen Türkiye ekonomisi, aynı dönemde çevresel performans göstergelerinde benzer bir iyileşme sağlayamamıştır. Bu durum, dijitalleşme ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığına işaret etmektedir; ilerleyen bölümlerde tartışılacağı üzere, incelenen betimsel göstergeler Türkiye'de bir "ayrışma" (decoupling) sürecinin gerçekleştiğine ilişkin açık bir kanıt sunmamaktadır.

Bu doğrultuda çalışma şu sorulara odaklanmaktadır:

Araştırma Sorusu 1: Dijitalleşme sürdürülebilir kalkınmayı hangi mekanizmalar üzerinden etkiler?

Araştırma Sorusu 2: Dijitalleşmenin çevresel ve ekonomik etkileri literatürde nasıl tartışılmaktadır?

Araştırma Sorusu 3: Türkiye'de dijitalleşme ile sürdürülebilirlik çıktıları arasındaki uyumsuzluk hangi faktörlerden kaynaklanmaktadır?

Literatür genel olarak üç yaklaşım etrafında şekillenmektedir. İlk yaklaşım, dijitalleşmeyi ekonomik büyümenin itici gücü olarak ele almakta ve verimlilik artışı ile inovasyon kapasitesine vurgu yapmaktadır (Romer, 1990; Brynjolfsson ve McAfee, 2014; Acemoğlu ve Restrepo, 2019).

İkinci yaklaşım, dijitalleşmenin çevresel maliyetlerine odaklanmakta; enerji tüketimi, karbon ayak izi ve elektronik atıklar gibi unsurlar üzerinden eleştirel bir perspektif sunmaktadır (Freitag vd., 2021; International Energy Agency, 2025).

Üçüncü yaklaşım ise kurumsal yapının belirleyici rolünü vurgulamakta ve dijitalleşmenin etkilerinin ülkelerin yönetişim kapasitesine bağlı olduğunu ileri sürmektedir (World Bank, 2023; Mazzucato, 2021).

Bu çalışma, söz konusu literatürü birleştirerek Türkiye örneği üzerinden dijitalleşme–sürdürülebilirlik ilişkisinin kurumsal belirleyicilerini analiz eden bütüncül bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

2. TEORİK ÇERÇEVE VE KAVRAMSAL ARKA PLAN

Bu bölümün amacı, çalışmanın geri kalanında kullanılacak analitik zemini oluşturmaktır. Bu doğrultuda önce dijital ekonomi, sürdürülebilirlik ve yeşil dijital dönüşüm gibi temel kavramlar netleştirilecek; ardından bu kavramları açıklamaya çalışan başlıca teorik yaklaşımlar (içsel büyüme teorisi, sürdürülebilir kalkınma çerçevesi ve Üretim İmkanları Sınırı-Jevons Paradoksu tartışması) ele alınacaktır. Bölümün son kısmında ise literatürdeki temel tartışmalar ve alternatif yaklaşımlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek, Türkiye analizi için gerekli kavramsal çerçeve tamamlanmış olacaktır.

2.1. Temel Kavramlar

Dijital Ekonomi, verinin stratejik üretim faktörü haline geldiği, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik faaliyetlerin tüm aşamalarına entegre olduğu yeni nesil ekonomik sistemi ifade etmektedir. Bu yapı içerisinde internet, yapay zekâ, büyük veri, dijital platformlar ve otomasyon sistemleri ekonomik süreçlerin temel bileşenleri haline gelmektedir. Dijital ekonomi, yalnızca elektronik ticaret faaliyetlerinden ibaret olmayıp üretimden finansal hizmetlere, kamu yönetiminden emek piyasalarına kadar ekonomik yapının bütününü dönüştüren kapsamlı bir süreçtir (Tapscott, 1996; Bukht ve Heeks, 2017). Ayrıca dijitalleşme, bilgiye erişimi hızlandırmakta, işlem maliyetlerini azaltmakta ve

yenilik kapasitesini artırarak ekonomik büyümeyi destekleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014).

Sürdürülebilirlik, iktisadi kalkınma süreçlerinin doğal çevrenin korunmasıyla ve toplumun genel refah düzeyiyle uyumlu bir biçimde yürütülmesini öngören bütüncül bir kalkınma yaklaşımına karşılık gelmektedir. Bu yaklaşım, bugünkü refahın gelecek kuşakların yaşam olanaklarını azaltmayacak biçimde sürdürülmesini esas alan uzun dönemli bir kalkınma anlayışıdır (WCED, 1987). Sürdürülebilirlik kavramı yalnızca çevresel sorunlarla sınırlı olmayıp; enerji kullanımı, kaynak verimliliği, sosyal eşitlik, kurumsal sorumluluk ve ekonomik istikrar gibi çok boyutlu unsurları da kapsamaktadır. Günümüzde özellikle iklim değişikliği, karbon emisyonları ve doğal kaynakların tükenmesi gibi küresel sorunlar, sürdürülebilir kalkınma politikalarının önemini artırmaktadır (Sachs, 2015). Bu bağlamda sürdürülebilirlik, uzun vadeli ekonomik ve toplumsal dönüşümün temel unsurlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Yeşil Dijital Dönüşüm, akademik literatürde sıklıkla "ikiz dönüşüm" olarak adlandırılan ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleri ile dijitalleşme süreçlerinin eş zamanlı olarak yürütülmesini temel alan stratejik bir yaklaşımı temsil eder (Deniz ve Büyük, 2023). Bu kavram çerçevesinde yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi ileri teknolojiler; enerji verimliliğinin artırılması, kaynak yönetiminin iyileştirilmesi ve sera gazı salınımının düşürülmesi gibi çevreci amaçlara hizmet eden temel unsurlar olarak konumlandırılır (Sarıkaya, 2022). Dijitalleşme süreçlerinin sürdürülebilir kalkınma amaçlarına sağladığı bu destek, işletmelerin çevresel ayak izlerini dengelemelerine yardımcı olurken, aynı zamanda küresel iklim kriziyle mücadelede stratejik bir kaldıraç görevi görerek dijital uçurumun kapatılmasına da katkı sağlamaktadır (World Bank, 2023). Özetle bu dönüşüm, teknolojik ilerlemelerin çevresel maliyetlerini minimize etmeyi ve dijital araçları iklim eylemi için verimli birer enstrüman olarak kullanmayı hedefleyen bütüncül bir paradigma değişimini ifade eder (Deniz ve Büyük, 2023; Sarıkaya, 2022).

Döngüsel Ekonomi, doğrusal üretim-tüketim modeline alternatif olarak kaynakların mümkün olduğunca sistem içerisinde tutulmasını ve ekonomik değerin yeniden üretilmesini amaçlayan bir üretim anlayışıdır (Sapmaz Veral, 2021). Bu yaklaşım, atıkları sistemin dışına itmek yerine uygun yöntemlerle üretim sürecine yeniden dahil ederek ekonomik değere dönüştürmeyi hedeflemektedir (Balbay, Sarıhan ve Avşar, 2021). Bir başka ifadeyle döngüsel ekonomi; doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltmak ve insan refahını yükseltmek amacıyla üretimden tüketime uzanan tüm aşamaların döngüsellik ilkesi gözetilerek tasarlandığı sistematik bir ekonomik çerçeve olarak da

tanımlanmaktadır (Sapmaz Veral, 2021). Sonuç olarak bu model, çevresel kaygıları ekonomik büyüme hedefleriyle bütünleştiren ve sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez bir bileşeni olarak kabul gören yapısal bir dönüşüm anlayışını yansıtmaktadır.

Yapay Zekâ ve Teknolojik İnovasyon, makinelerin insan benzeri düşünme, öğrenme ve problem çözme becerileri kazanmasını mümkün kılan ve sağlıktan hukuka, eğitimden ekonomiye uzanan pek çok sektörde köklü değişimlere yol açan birbirine sıkı sıkıya bağlı iki kavram olarak öne çıkmaktadır (İşcan ve Durgun Kaygısız, 2024). Yazılım ve bilgisayar bilimlerinin sınırlarını aşarak sosyal bilimlerin de gündemine giren yapay zekâ, toplumsal yaşam üzerindeki etkisini hızla derinleştirmekte ve beraberinde yeni araştırma alanları ortaya çıkarmaktadır (Adaş ve Erbay, 2022). Teknolojik inovasyon perspektifinden bakıldığında ise, teknolojik yeniliklerin icatların önünü açtığı, işletmelerin kârlılığını yükselttiği ve makroekonomik büyüme süreçlerini olumlu yönde beslediği görülmektedir; bu ilişki yapay zekâyı da kapsayan geniş bir teknolojik inovasyon kategorisi içinde değerlendirilmektedir (Ballı, 2017). Bireysel ve kurumsal düzeyde hızlı karar alma, maliyet düşürme ve süreç verimliliğini artırma gibi işlevleriyle bu teknoloji, hem özel hem de kamusal alanda vazgeçilmez bir araç konumuna yükselmiştir (İşcan ve Durgun Kaygısız, 2024). Tüm bu gelişmeler, yapay zekâ ve teknolojik inovasyonun salt teknik bir meseleyi değil; ekonomik, sosyal ve etik boyutlarıyla birlikte değerlendirilmesi gereken bütünleşik bir dönüşüm sürecini temsil ettiğini açıkça ortaya koymaktadır.

2.2. Literatürdeki Temel Tartışmalar

Dijital ekonomi ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, teknolojik dönüşüm ve iklim değişikliği tartışmalarıyla birlikte önemli bir araştırma alanıdır. Dijital ekonomi; internet, akıllı cihazlar ve veri temelli teknolojiler aracılığıyla yürütülen ekonomik faaliyetleri ifade ederken, sürdürülebilirlik mevcut ihtiyaçların gelecek nesillerin kaynaklarını tehlikeye atmadan karşılanmasını amaçlar (Roblek vd., 2020; Rosário ve Dias, 2023). Literatürde sürdürülebilirlik; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlar üzerinden ele alınır ve dijital teknolojilerin bu alanlarda kaynak verimliliğini artırdığı belirtilir (Raihan, 2024). Özellikle yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti gibi teknolojiler, enerji tüketiminin izlenmesi ve emisyonların azaltılmasında önemli araçlar olarak değerlendirilir (Rosário ve Dias, 2023).

Dijital ekonomi ile sürdürülebilirlik ilişkisini açıklayan önemli yaklaşımlardan biri döngüsel ekonomi modelidir. Bu model, ürünlerin yeniden kullanımı, onarımı ve geri dönüşümü yoluyla atık oluşumunu azaltmayı hedefler (Raihan, 2024). Dijital platformlar ise kaynak paylaşımını kolaylaştırarak bu

süreci destekler (Rosário ve Dias, 2023). Ayrıca Toplum 5.0 yaklaşımı, teknolojiyi insan merkezli bir kalkınma anlayışıyla birleştirerek yaşam kalitesini artırmayı amaçlar (Roblek vd., 2020).

Bununla birlikte literatürde dijitalleşmenin bazı risklerine de dikkat çekilir. Dijital uçurum, teknolojiye erişimdeki eşitsizliklerin artmasına neden olabilirken; elektronik atıklar, veri merkezlerinin enerji tüketimi ve karbon emisyonları çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli sorunlar oluşturur (Raihan, 2024; Rosário ve Dias, 2023).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin ekonomik faaliyetlerin bütününe nüfuz etmesiyle birlikte dijital ekonomi, sürdürülebilir kalkınma politikalarını destekleyen temel dönüşüm alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Ma vd., 2024). Yapılan ampirik çalışmalar, dijitalleşmenin hem ekonomik verimliliği artırdığını hem de çevresel performansı destekleyen anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu doğrular (An vd., 2024; Mohammedi vd., 2025). Bu süreçte yeşil inovasyon, dijital ekonominin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisinde kritik bir aracı ve düzenleyici rol üstlenerek teknolojik yenilenmeyi hızlandırır (An vd., 2024). Çin ölçeğinde yapılan araştırmalar, endüstriyel yığılmanın bu süreçte önemli bir mekanizma olduğunu, ancak dijital ekonomi ile yığılma arasında ters U-şekilli bir ilişki bulunduğunu gösterir (Ma vd., 2024). Küresel düzeyde ise dijital ekonomi hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin sosyo-ekonomik gelişimine katkı sağlarken, bu etkinin gücü ve anlamlılığı ülke grupları arasında farklılaşmakta; ayrıca jeopolitik risklerin bu performansı ve insani gelişim endeksini negatif yönde etkileyebildiği belirtilir (Mohammedi vd., 2025). Sonuç olarak, dijital altyapının güçlendirilmesi, yeşil teknolojilere yatırım yapılması ve jeopolitik istikrarın sağlanması sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için hayati öneme sahip stratejiler olarak değerlendirilir (Ma vd., 2024; Mohammedi vd., 2025).

Dijital ekonomi, literatürde küresel ekonomik yapıları dönüştüren, yüksek kaliteli kalkınmanın ve sürdürülebilir büyümenin en stratejik itici güçlerinden biri olarak tartışılmaktadır (Al-Zoubi, 2024; Chen ve Xing, 2025). Bu yeni ekonomik model; inovasyon, çevresel yönetim ve paylaşılan refahı bir araya getirerek geleneksel üretim paradigmalarını yeniden şekillendirir (Chen ve Xing, 2025). Literatürde, dijitalleşmenin doğrudan verimlilik artışı sağlamasının yanı sıra, yeşil inovasyonu teşvik ederek dolaylı yoldan sürdürülebilir ekonomik ilerlemeyi ve istihdamı desteklediği vurgulanır (Chen ve Xing, 2025; He vd., 2024). Özellikle dijital ekonominin kapsayıcı yeşil büyümeyi hızlandırdığı, ancak bu etkinin azalan marjinal fayda özelliği taşıdığı saptanır (Xin vd., 2023).

Çevresel etkiler bağlamında, dijital teknolojilerin enerji verimliliğini artırma ve karbon emisyonlarını azaltma potansiyeli üzerine geniş bir tartışma

bulunur (Zhang vd., 2024a; Liu ve Wang, 2025). Dijital ekonominin enerji yoğun kömür tüketiminin emisyonlar üzerindeki olumsuz etkisini yumuşattığı (Li vd., 2021) ve belirli gelişmişlik eşikleri aşıldıktan sonra yenilenebilir enerji kullanımını artırabildiği gözlemlenir (Wang vd., 2023). Ancak, dijital altyapı inşası ve veri merkezlerinin yoğun enerji tüketimi nedeniyle başlangıç aşamasında emisyonlarda artış yaşanabileceği belirtilir (Zhang vd., 2024b). Birçok çalışma, dijital ekonomi ile karbon emisyon yoğunluğu arasındaki ilişkinin ters U şeklinde (Çevresel Kuznets Eğrisi) bir seyir izlediğini kanıtlar (Wang vd., 2023; Zhang vd., 2024b).

Mekânsal analizler bu konuda karışık bulgular ortaya koymaktadır: Xu vd. (2022) dijital ekonominin komşu bölgeler üzerinde olumlu bir yayılma etkisi taşıdığını bulurken, Zhang vd. (2024a) yerel dijital ekonominin kendi emisyonlarını azaltmasına karşın komşu kentler üzerinde olumsuz bir mekânsal yayılma etkisi yarattığını raporlamaktadır. Bununla birlikte, dijital ekonominin çevresel iyileştirme gücü; bölgesel gelişmişlik düzeyi, pazar serbestleşmesi ve dijital uçurumun varlığına bağlı olarak heterojenlik gösterir (Chen ve Xing, 2025; Liu ve Wang, 2025). Sonuç olarak, dijitalleşmenin sürdürülebilir bir dünya yaratma potansiyelini tam olarak gerçekleştirebilmesi için etkin yönetişim stratejilerine, Ar-Ge yatırımlarının artırılmasına ve dijital uçurumun kapatılmasına ihtiyaç duyulur (Linkov vd., 2018; He vd., 2024; Khan vd., 2025).

Türkiye'de dijital ekonomi ve sürdürülebilirlik etkileşimine dair literatür incelendiğinde, bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) gelişiminin sürdürülebilir kalkınmayı doğrudan etkileyen ulusal bir politika haline geldiği görülmektedir. Literatürde yer alan Türkiye odaklı çalışmalarda, sürdürülebilir kalkınma endeksi ile ekonomik büyüme (GSYİH) arasındaki korelasyonlar incelenmiş; ekonomik kriz dönemlerinde endeks değerlerinin düşük çıktığı ileri sürülmüştür (Tatlıdil ve Ünal, 2010). Ayrıca, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma düzeyi açısından Avrupa Birliği (AB) ortalamasına benzerlik gösterdiği ve kullanılan kümeleme yöntemi ve küme sayısına bağlı olarak bazı AB ülkeleriyle (İspanya, İtalya, Yunanistan vb.) aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir (Altun Ada, 2011).

Türkiye'deki illerin sürdürülebilir kalkınma performansına yönelik yapılan analizlerde; patent, faydalı model, marka ve endüstriyel tasarım başvurularını birlikte içeren birleşik gösterge, illerin sürdürülebilir kalkınma sıralamasını açıklamada öne çıkmıştır (Saraç ve Alptekin, 2017). Dijitalleşme, günümüzde ekonomik ve sosyal gelişimin temel itici güçlerinden biri olarak kabul edilmekte ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında dinamik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda, Türkiye'nin dijital teknoloji sektörlerindeki konumu, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve küresel rekabet gücü açısından kritik bir öneme sahiptir (Taymaz, 2018).

Özellikle döngüsel ekonomi ve "sıfır atık" hedefleri doğrultusunda, dijital teknolojilerin kullanımının Türkiye'nin çevre politikalarına entegre edildiği görülmektedir. 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi ve daha sonra kurulan Sıfır Atık Bilgi Sistemi, atık süreçlerinin kayıt ve izlenmesini mobil uygulamalar ve dijital takip sistemleri aracılığıyla dijital olarak desteklemiştir; bu sürecin enerji tasarrufu ve ekonomik kazanca dönüşüp dönüşmediğine ilişkin nedensel bir etki değerlendirmesi bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Dijital dönüşümün sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri üzerine yapılan güncel bibliyometrik değerlendirmeler, inovasyon ve çevresel sürdürülebilirlik odaklı çalışmaların 2019 yılından itibaren belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Akdemir Ömür, 2025).

2.3. Temel Teoriler

Bu alt bölümde, dijitalleşme-sürdürülebilirlik ilişkisinin iktisadi temellerini oluşturan iki teorik gelenek bir araya getirilmektedir. İlk olarak, dijital dönüşümün ekonomik büyüme üzerindeki etkisini açıklayan içsel büyüme teorisi ele alınacak; ardından bu büyüme sürecinin çevresel sınırlarla nasıl bir arada düşünülmesi gerektiğini ortaya koyan sürdürülebilir kalkınma çerçevesi tartışılacaktır. Son olarak, iki teorik geleneğin kesiştiği gerilim noktasını somutlaştıran Üretim İmkanları Sınırı ve Jevons Paradoksu tartışmasına yer verilecektir.

2.3.1. Dijital Büyüme Teorisi

Neo-Schumpeterci bir perspektiften bakıldığında dijital ekonomi, Joseph Schumpeter'in "yaratıcı yıkım" (creative destruction) sürecinin en güncel zeminidir; burada radikal inovasyonlar eski yapıları geçersiz kılarak ekonomik sistemi kökten dönüştürmektedir. Bu dönüşümün teorik temelini Romer (1990) tarafından öncülük edilen İçsel Büyüme Teorisi oluşturmaktadır. Romer'in en temel katkısı, fikirlerin fiziksel nesnelerden farklı olarak "rekabetçi olmayan" (non-rival) bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymasıdır; yani bir tasarım veya algoritma, aynı anda sınırsız sayıda kişi tarafından herhangi bir aşınma olmaksızın kullanılabilmektedir. Jones (2019), Romer'in bu yaklaşımının fikirlerin bir kez üretildikten sonra yeniden üretim maliyetinin sıfıra yakın olması nedeniyle ölçeğe göre artan getiriler sağladığını ve bu durumun sürdürülebilir büyümenin ana kaynağı olduğunu vurgulamaktadır. Romer'in teorik çerçevesinin öngördüğü bu dinamik, dijital çağda somut bir karşılık bulmaktadır; teknolojik altyapının olgunlaşmasıyla birlikte fikirlerin yayılma kapasitesi teorik sınırlarını fiilen aşmaktadır.

Dijital platformlar, bu rekabetçi olmayan fikirlerin yayılma ve üretime dönüşme hızını kat kat artırmaktadır. Günümüzde veri, üretim süreçlerini optimize eden en önemli yeni girdi türü haline gelmektedir. Brynjolfsson ve McAfee (2014), bu dönemi "İkinci Makine Çağı" olarak tanımlamaktadır; bu yeni dönemde makineler yalnızca fiziksel görevleri üstlenmekle kalmamakta, aynı zamanda bilişsel işlevleri de yerine getirerek öğrenen ve kendi değerini artıran sistemlere dönüşmektedir. Bu bağlamda Kurz ve diğerleri (2025), teknolojik değişimin tarihsel sürecini ve ölçümünü ele alarak söz konusu dönüşümün yapısal boyutlarını ortaya koymaktadır. Acemoğlu ve Restrepo (2019) ise yapay zekâ ve otomasyonun emeğin görev alanını yeniden tanımladığını ve dijital emeğin artık geleneksel üretim faktörlerinden ayrışan yeni bir güç olarak konumlandığını belirtmektedir.

2.3.2. Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesi

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayımladığı *Ortak Geleceğimiz* raporu ile akademik ve politik söylemin merkezine yerleşmektedir. Brundtland Komisyonu olarak da bilinen bu yapı, sürdürülebilir kalkınmayı "bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini tehlikeye atmayan kalkınma" biçiminde tanımlamaktadır (WCED, 1987). Bu tanım, yalnızca çevresel kaygıları değil; ekonomik büyüme, sosyal adalet ve ekolojik denge arasındaki karmaşık ilişkileri de kapsayan bütünleşik bir perspektif sunmaktadır. Söz konusu üç boyutlu yaklaşım, literatürde "üçlü dip çizgi" (triple bottom line) olarak da kavramsallaştırılmakta; insanı, gezegeni ve karı eşdeğer öncelikler olarak konumlandırmaktadır (Elkington, 1998).

Brundtland çerçevesinin normatif temelleri, 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından benimsenen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile operasyonel bir boyut kazanmaktadır. On yedi amaç ve 169 hedeften oluşan bu çerçeve, yoksulluğun sona erdirilmesinden iklim değişikliğiyle mücadeleye uzanan geniş bir politika yelpazesini 2030 ufkuna taşımaktadır (United Nations, 2015). SKA'ların çok boyutlu yapısı, kalkınmanın yalnızca ekonomik büyüme ile özdeşleştirilemeyeceğini; aksine toplumsal kapsayıcılık ve çevresel bütünlükle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini teyit etmektedir. Bu bağlamda Sachs (2015), SKA'ların önceki kalkınma paradigmalarından temel farkını, devlet, özel sektör ve sivil toplum arasında çok paydaşlı bir ortaklık anlayışını zorunlu kılmasında görmektedir.

Dijital dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma gündeminin dönüştürücü bir bileşeni olarak giderek daha belirgin bir konum kazanmaktadır. Dünya Bankası (2023), dijital dönüşüm ile iklim eylemi arasındaki kesişimi yeşil dijital dönüşüm

çerçevesinde ele almakta; dijital araçların iklim hedeflerine hizmet edebilmesi için sürdürülebilirlik odaklı politika tasarımının gerekliliğini vurgulamaktadır. Nitekim yapay zekâ, büyük veri analitiği ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi teknolojiler; enerji verimliliğinin artırılması, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve karbon emisyonlarının izlenmesi gibi çevresel hedeflere ulaşmada kritik araçlar olarak öne çıkmaktadır (Schwab, 2016). Nitekim enerji sistemleri ile SKA'lar arasındaki sinerji ve ödünleşimlerin sistematik biçimde haritalandırılması, bu alandaki karar destek süreçlerine katkı sağlamaktadır (Fuso Nerini vd., 2018). Öte yandan Vinuesa vd. (2020), yapay zekânın 169 SKA hedefinden 134'ünü olumlu yönde etkileme potansiyeline sahip olduğunu; ancak eş zamanlı olarak 59 hedefte olumsuz sonuçlara da yol açabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik ekosistemiyle ilişkisinin doğrusal değil, karmaşık ve çelişkili bir nitelik taşıdığına işaret etmektedir.

Söz konusu gerilim, literatürde "dijital bölünme" (digital divide) kavramı etrafında da tartışılmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki teknolojik erişim eşitsizlikleri, dijital dönüşümün kalkınma üzerindeki olumlu etkilerinin evrensel biçimde dağıtılmasının önünde yapısal bir engel oluşturmaktadır (Dewan ve Riggins, 2005). Bu nedenle sürdürülebilir dijital kalkınmanın sağlanması; yalnızca teknolojik altyapı yatırımlarını değil, dijital okuryazarlık, kurumsal kapasite ve düzenleyici çerçevelerin eş güdümlü gelişimini de gerektirmektedir (OECD, 2019). Sonuç olarak sürdürülebilir kalkınma çerçevesi, dijital ekonomiyle bütünleştiği ölçüde hem yeni fırsatlar hem de yönetilmesi gereken yapısal riskler üretmektedir.

2.3.3. Üretim İmkanları Sınırı ve Jevons Paradoksu

Üretim İmkanları Sınırı, bir ekonominin mevcut kaynakları ve teknoloji düzeyi altında üretebileceği maksimum mal ve hizmet bileşimlerini gösteren temel bir iktisat modelidir. Teknolojik ilerlemeler üretim kapasitesini artırarak Üretim İmkanları Sınırı'nın dışa doğru kaymasına neden olmakta; dijital teknolojiler, yapay zekâ ve bulut bilişim sistemleri de bu süreci hızlandırmaktadır (Corporate Finance Institute, 2019). Bu çerçevede dijitalleşme, daha yüksek verimlilik ve daha düşük işlem maliyetleri aracılığıyla ekonomik büyümeyi destekleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Ancak bu iyimser tablo, Jevons Paradoksu bağlamında yeniden tartışılmaktadır. Jevons Paradoksu'na göre bir kaynağın kullanımındaki verimlilik artışı, o kaynağın maliyetini düşürerek toplam tüketimi azaltmak yerine artırabilmektedir. Dijitalleşme bağlamında bu durum, işlemci ve veri merkezi teknolojilerindeki enerji verimliliği artışlarının hesaplama maliyetlerini

düşürmesine rağmen daha büyük yapay zekâ modelleri, veri işleme süreçleri ve dijital platformların yaygınlaşması nedeniyle toplam enerji talebinin büyümesi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Luccioni, Strubell, ve Crawford, 2025). Uluslararası Enerji Ajansı'na göre küresel veri merkezi elektrik talebinin 2030 yılına kadar yaklaşık iki katına çıkması beklenmektedir (IEA, 2025). Özellikle yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, enerji yoğun veri merkezlerine olan bağımlılığı artırarak dijital ekonominin çevresel etkilerini daha görünür hale getirmektedir.

Benzer şekilde platform ekonomisinin büyümesi de dijitalleşmenin çevresel maliyetlerini artırabilmektedir. E-ticaretin yaygınlaşması teslimat ve lojistik kaynaklı emisyonları yükseltirken, çevrim içi akış hizmetleri daha yüksek veri depolama ve işlem kapasitesi gerektiren altyapılara olan talebi artırmaktadır (Luccioni vd., 2025). Bu nedenle dijital teknolojilerin sağladığı teknik verimlilik kazanımları, toplam kaynak tüketimini otomatik olarak azaltmamaktadır.

Nitekim bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) sektörünün küresel sera gazı emisyonlarına katkısının yaklaşık %1,8–2,8 arasında olduğu; tedarik zinciri etkileri de hesaba katıldığında bu oranın %2,1–3,9 seviyesine ulaşabildiği belirtilmektedir (Freitag vd., 2021). Bu durum, dijitalleşmenin çevresel etkilerinin yalnızca teknolojik verimlilikle değil aynı zamanda politika ve yönetişim mekanizmalarıyla da doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Karbon fiyatlandırması, enerji şeffaflığı, sürdürülebilir veri merkezi politikaları ve talep yönetimi gibi uygulamalar dijital ekonominin çevresel etkilerini sınırlandırmada önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır.

2.4. Alternatif Yaklaşımlar

Literatürde dijital ekonomi ve sürdürülebilirlik ilişkisine dair üç temel yaklaşımın birbiriyle gerilim içinde olduğu görülmektedir:

Teknoloji Optimizmi Yaklaşımı, dijital teknolojilerin verimlilik artışı aracılığıyla sürdürülebilirlik sorunlarını piyasa mekanizmaları içinde çözebileceğini savunmaktadır. Bu çerçevede Nesnelerin İnterneti'nin makineleri, işletmeleri, konutları ve araçları birbirine bağlayan akıllı ağlar oluşturarak büyük veri, tahmine dayalı algoritmalar ve otomasyon sistemleri aracılığıyla üretim süreçlerinde önemli verimlilik kazanımları sağladığı ileri sürülmektedir. Böylece birçok mal ve hizmette marjinal maliyetlerin düşme eğilimi gösterdiği belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji sistemleri, Nesnelerin İnterneti ve işbirlikçi müşterek alanların birbirine bağlı üç temel yapı oluşturarak enerji sistemlerini dönüştürme ve sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli taşıdığı savunulmaktadır (Rifkin, 2014). Bu bağlamda yapay zekâ, blockchain ve Nesnelerin İnterneti sürdürülebilir dijital dönüşümün temel araçları arasında değerlendirilmektedir. Dördüncü Sanayi Devrimi'nin önceki sanayi

devrimlerinden farklı olarak üstel bir hızda ilerlediği; yapay zekâ, robotik, otonom araçlar, biyoteknoloji ve kuantum bilişim gibi teknolojilerin fiziksel, dijital ve biyolojik dünyaları bütünleştirdiği ileri sürülmektedir. Bu teknolojik dönüşümün uzun vadede üretkenliği artırarak yaşam standartlarını iyileştirme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir (Schwab, 2016).

Eleştirel Politik Ekonomi Yaklaşımı ise dijital kapitalizmin sermaye birikimi, tahakküm ve doğa üzerindeki egemenlik ilişkilerini yeniden ürettiğini ileri sürmektedir. Gözetim kapitalizmi bağlamında insan deneyiminin ekonomik değere dönüştürülebilecek bir veri kaynağına indirgenerek bireylerin sürekli izleme ve davranışsal yönlendirme süreçlerine tabi tutulduğu savunulmaktadır (Zuboff, 2019). Veri sömürgeciliği yaklaşımı ise tarihsel sömürgecilikle dijital veri çıkarımı arasında paralellik kurmakta; insan yaşamının sürekli veri üretimi amacıyla ekonomik olarak mülksüzleştirildiğini ileri sürmektedir (Couldry ve Mejias, 2019). Ayrıca dijital platformların veri temelli yeni sermaye birikim rejimleri yarattığı ve ağ etkileri üzerinden ekonomik gücün belirli platformlarda yoğunlaşmasına yol açtığı belirtilmektedir (Srnicek, 2016). Bu perspektifte dijitalleşme yalnızca teknolojik ilerleme değil, aynı zamanda güç ilişkilerinin yeniden yapılandığı politik-ekonomik bir süreç olarak değerlendirilmektedir.

Pragmatik Yönetişim Yaklaşımı ise dijitalleşmenin sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yönlendirilebilmesi için kamu politikaları, düzenleyici çerçeveler ve sivil toplum katılımının birlikte çalışması gerektiğini savunmaktadır. Büyük toplumsal sorunların çözümü için kamu ve özel sektörün ortak hedefler etrafında koordine edildiği misyon odaklı politikaların önemine vurgu yapılmakta; devletin yalnızca piyasa düzenleyici değil aynı zamanda piyasa şekillendirici bir aktör olarak yeniden düşünülmesi gerektiği ileri sürülmektedir (Mazzucato, 2021). Bu yaklaşımda kamu yararı, sürdürülebilir kalkınma ve yenilik politikaları birlikte ele alınmaktadır. Ayrıca misyon odaklı yenilik yaklaşımının, sonraki dönemde Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat ve dijital dönüşüm politikalarına önemli ölçüde ilham verdiği değerlendirilmektedir (Mazzucato, 2018). Bu çerçevede sürdürülebilir dijital dönüşümün yalnızca teknoloji şirketlerine bırakılmaması; sendikalar, tüketici örgütleri, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşlarının da karar alma ve değerlendirme süreçlerinde aktif rol üstlenmesi gerektiği savunulmaktadır (Mazzucato, 2021).

3. TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Önceki bölümde ortaya konan kavramsal ve teorik çerçeve, dijitalleşme ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin evrensel değil, bağlamsal bir nitelik taşıdığını göstermektedir. Türkiye, hem hızlı bir dijitalleşme deneyimi yaşamış hem de bu deneyimin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin sınırlı

kaldığı bir örnek sunması bakımından bu ilişkinin sınanması için özgün bir vaka teşkil etmektedir. Bu bölüm sırasıyla; 2000 sonrası dönüşümün tarihsel arka planını (3.1), güncel dijital ekonomi verilerini (3.2), kurumsal ve yasal çerçeveyi (3.3) ve Türkiye'nin gösterge temelli göreli konumunu (3.4) ele alarak Türkiye analizini bütüncül bir biçimde ortaya koymaktadır.

3.1. Tarihsel Arka Plan: 2000 Sonrası Dönüşüm

2001 ekonomik krizi sonrası uygulanan yapısal uyum programları, Türkiye'de kamu maliyesini disipline sokarken özel sektör dinamizminin önünü de açmıştır. 2003-2013 döneminde yıllık ortalama %5'in üzerinde büyüyen Türkiye ekonomisi, bu süreçte dijital altyapı yatırımlarını hızlandırmış; genişbant penetrasyonu, e-devlet hizmetleri ve e-ticaret ekosistemleri bu yılların ürünleri olmuştur. Bu döneme ilişkin büyüme ve dijitalleşme eğilimleri dönemin ekonomi literatüründe de yer almaktadır (Kesebir, 2018; Taymaz, 2018); güncel BTK ve TÜİK verileri ise yalnızca 2024 yılı itibarıyla mevcut durumu yansıtmaktadır (BTK, 2024; TÜİK, 2024a).

Ancak bu ekonomik ve dijital altyapı gelişimi, IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Endeksi'ndeki genel konumla aynı yönde ilerlememiştir; Türkiye bu endekste 2020 yılında 44. sıradayken 2023 yılında 53. sıraya gerilemiştir, ki bu da altyapı ve yatırım göstergelerindeki ilerlemenin dijital rekabetçiliğin diğer bileşenlerindeki zayıflıklarla dengelendiğini düşündürmektedir (IMD World Competitiveness Center, 2023). Girişim sermayesi yatırımlarındaki artış da bu ekosistemin derinleştiğine işaret etmektedir: Türkiye'deki girişim yatırımlarının toplam işlem hacmi 2023 yılında 497 milyon dolar iken 2024 yılında 2,6 milyar dolara yükselmiş, işlem sayısı ise 297'den 331'e çıkmıştır (KPMG Türkiye, 2025).

Bu tarihsel sıralamanın kendisi literatürde de vurgulanan bir örüntüyle örtüşmektedir: makroekonomik istikrarın sağlanması, dijital altyapı yatırımlarının önünü açan bir ön koşul işlevi görmüştür. 2001 krizinin ardından uygulamaya konulan Güçlü Ekonomiye Geçiş Programı, kamu bankacılık sisteminin yeniden yapılandırılması ve mali disiplinin tesis edilmesi yoluyla yatırım ortamına öngörülebilirlik kazandırmıştır (Kesebir, 2018); bu öngörülebilirlik ortamının izleyen on yılda özel sektörün bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik yatırımlarını artırmasına zemin hazırladığı makul bir yorum olmakla birlikte, bu bağlantı ayrı bir yatırım verisiyle doğrudan sınanmamıştır. Nitekim TÜSİAD (2018) tarafından hazırlanan *Dijital Teknolojiler ve Ekonomik Büyüme Raporu*, bu dönemde dijital teknolojileri yoğun kullanan firmaların (ERP, CRM ve yüksek hızlı genişbant bağlantısı kullananlar gibi) üretkenlik düzeyinin bu teknolojileri kullanmayan firmalara kıyasla belirgin biçimde yüksek olduğunu; ancak bu yaygınlaşmanın

imalat sanayi genelinde henüz istenilen düzeye ulaşmadığını ortaya koymaktadır (Taymaz, 2018). Bu bulgu, dönemin büyüme performansının dijitalleşmeden ziyade büyük ölçüde geleneksel sermaye birikimi ve iç talep genişlemesi tarafından sürüklendiğine; dijital dönüşümün ise büyümenin bir sonucu olarak değil, henüz olgunlaşmakta olan tamamlayıcı bir süreç olarak konumlandığına işaret eden bir yazar yorumu niteliğindedir ve doğrudan Taymaz (2018) çalışmasının bulgusu değildir.

3.2. Güncel Veriler ve Mevcut Durum

2024 yılı itibarıyla Türkiye dijital ekonomi göstergeleri şu biçimde özetlenebilir:

- E-ticaret pazar büyüklüğü: 2024 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %62 artışla 3 trilyon TL düzeyine ulaşmıştır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2025).
- İnternet kullanım oranı (16-74 yaş bireylerde): %88,8'e ulaşmıştır (TÜİK, 2024a).
- Kartlı ödemelerde temassız işlem hacmi: 2024 yılında bir önceki yıla göre %113 artışla 4,83 trilyon TL'ye ulaşmıştır (BKM, 2024).
- Sürdürülebilirlik tarafında ise tablo daha karmaşık bir görünüm sunmaktadır: EPDK (2024) verilerine göre lisanslı elektrik üretimi yaklaşık %0,85 azalırken elektrik tüketimi yaklaşık %0,17 artmıştır; bu toplam tüketim verisi, artışın dijitalleşmeden kaynaklanan bölümünü tek başına ayrıştırmamakta, tarihsel bir zirveye veya Türkiye'nin küresel karbon emisyonlarındaki payının arttığına dair de bir kanıt oluşturmamaktadır.

2024 yılı e-ticaret hacmi, Türkiye'nin gayri safi yurt içi hasılasının yaklaşık %6,5'ine karşılık gelmektedir; aynı dönemde e-ticaret faaliyetinde bulunan işletme sayısı 600 binin üzerine çıkarak son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2025). Bu hızlı büyüme, dijital ekonominin reel ekonomiyle bütünleşme derecesinin arttığını göstermekle birlikte, aynı büyüme temposunun sürdürülebilirlik göstergelerinde eşdeğer bir iyileşmeyle örtüşmediği, önceki bölümde tartışılan ayrışma (decoupling) sorununu Türkiye özelinde betimsel düzeyde örneklendirmektedir.

3.3. Kurumsal Yapı ve Yasal-Ekonomik Çerçeve

Türkiye'nin dijital-sürdürülebilirlik yol haritasına yönelik temel kurumsal belgeler arasında 10 Mayıs 2025 tarihli ve 2025/6 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile yürürlüğe giren 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi (T.C. Sanayi

ve Teknoloji Bakanlığı, 2025) ile TÜBİTAK koordinasyonunda hazırlanan Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası (TÜBİTAK, 2023), Cumhurbaşkanı tarafından 2021 yılında açıklanan 2053 Net Sıfır Karbon hedefi (Cumhurbaşkanlığı, 2021), On İkinci Kalkınma Planı'nın (2024-2028) yeşil ve dijital dönüşüm eksenleri, 2 Temmuz 2025'te kabul edilerek 9 Temmuz 2025'te yürürlüğe giren 7552 sayılı İklim Kanunu ile bu Kanun kapsamında kurulan Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) düzenlemeleri, 13 Haziran 2026'da açıklanan ve 2026-2030 dönemini kapsayan Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı ile Ulusal Yeşil Finans Stratejisi ve Eylem Planı (2026-2029) sayılabilir. Ulusal Yeşil Finans Stratejisi ve Eylem Planı (2026-2029) Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından yayımlanmış olup üç temel amaç altında on bir hedef ve kırk beş eylem içermektedir; plana ilişkin 2026/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ise 4 Temmuz 2026 tarihli ve 33300 sayılı Resmî Gazete'de yer almıştır (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2026; 2026/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi, 2026). Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı ise makalenin dijitalleşme-enerji ilişkisi açısından doğrudan önem taşımaktadır: plan, veri merkezlerinin uluslararası standartlara uygunluğunu ve enerji verimliliğini teminat altına alacak bir hukuki düzenlemeyi ve 2030 yılına kadar ülke genelinde veri merkezi kurulu gücünün en az 1 gigavata çıkarılması hedefini içermektedir (İletişim Başkanlığı, 2026).

Kurumsal yapı açısından Siber Güvenlik Başkanlığı (öncelikli görevi siber güvenlik olan, ayrıca kamunun dijital dönüşümüne ilişkin bazı görevleri de devralmış olan kurum), Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK), Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Sermaye Piyasası Kurulu (SPK) ve 2021 yılında kurulan, 7552 sayılı Kanunla yeni görevler üstlenen İklim Değişikliği Başkanlığı bu alanın temel kurumsal aktörleridir. Ancak bu kurumlar arasındaki koordinasyon mekanizmalarının yetersizliği, kesişimli politika yapımını zorlaştırmaktadır.

Bu kurumsal yapı içerisinde son yıllarda atılan somut adımlardan biri, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı iş birliğinde hazırlanan ve 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile yürürlüğe giren *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi* (2021-2025)'dir. Strateji, üç ayda bir izlenen bir eylem planı yapısına sahip olması bakımından kurumlar arası koordinasyonu güçlendirmeye yönelik bir çaba olarak değerlendirilebilir; ancak stratejinin çevresel sürdürülebilirlik boyutuyla açık bir bağlantı kurmaması, dijital dönüşüm ile yeşil dönüşüm gündemlerinin bu dönemde kurumsal düzeyde ayrı yürütüldüğünü göstermektedir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021). 2026-2030 dönemini kapsayan güncel Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı, veri merkezi enerji verimliliğine yönelik düzenlemeyi doğrudan içermesi bakımından bu tabloyu kısmen değiştirmektedir; bununla birlikte plan, ayrı bir yönetişim yapısı (Ulusal Yapay Zekâ Kurulu) öngörmesi nedeniyle dijital ve yeşil dönüşüm

gündemlerinin hâlâ tamamen bütünleşik biçimde yönetilmediğine işaret etmektedir (İletişim Başkanlığı, 2026). Nitekim Dijital Dönüşüm Ofisi'nin kendisi de 28 Mart 2025 tarihli ve 183 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kapatılmış; resmî düzenlemeye göre Ofisin siber güvenlik uygulamaları ve envanteri yetkileri genişletilen Siber Güvenlik Başkanlığı'na devredilmiştir. Ofisin diğer görevlerinin hangi kurumlara aktarıldığı mevzuat maddeleri üzerinden ayrıca netleştirilmeyi gerektiren bir konudur; bununla birlikte bu kurumsal değişimin kendisi, dijital dönüşüm alanındaki kurumsal yapının istikrarsızlığına dair başlı başına bir örnek oluşturmaktadır. Benzer bir örüntü, Ticaret Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve Çalışma Grubu için de geçerlidir; bu çerçevede karbon sınır düzenlemesi, döngüsel ekonomi ve yeşil finansman gibi başlıklarda ihtisas çalışma grupları oluşturulmuş olsa da, bu yapının dijital dönüşüm kurumlarıyla (BTK, Siber Güvenlik Başkanlığı) sistematik bir eşgüdüm mekanizmasına henüz sahip olmadığı görülmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve Çalışma Grubu, t.y.). Bu durum, dördüncü bölümde ayrıntılı olarak ele alınacak kurumsal silo sorununun erken bir görünümünü oluşturmaktadır.

3.4. Dijital Rekabetçilik ve Yeşil Dönüşüm Göstergelerinin Göreli Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında kullanılan göstergeler, Ar-Ge yoğunluğu ve yeşil teknoloji patent üretiminin dijitalleşmeyle birlikte nasıl değiştiğine ilişkin kesin bir değerlendirme yapılmasına imkân vermemektedir. Yeşil tahvil piyasasındaki gelişmişlik düzeyi de sınırlı görünmektedir; bu değerlendirme sistematik bir gösterge setine değil, tek bir ihraç verisine dayanmaktadır: Hazine ve Maliye Bakanlığının 2023 tarihli ilk uluslararası yeşil tahvil ihracı önemli bir başlangıçtır; ancak tek bir ihraç verisi, Türkiye'deki yeşil tahvil piyasasının toplam büyüklüğü veya gelişmişlik düzeyi hakkında kesin bir değerlendirme yapmaya yeterli değildir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2023).

Bu görece geri konum, IMD Dünya Dijital Rekabetçilik Endeksi'nin alt bileşenlerinde de gözlemlenmektedir. Türkiye 2023 yılında genel dijital rekabetçilik sıralamasında 53'üncü, geleceğe hazırlık (future readiness) faktöründe ise 44'üncü sırada yer almıştır; bu farklılık, Türkiye'nin faktörler arasındaki göreli konumunun değiştiğini göstermekte, ancak tek başına yıllar arası bir ilerleme kanıtı oluşturmamaktadır. Düzenleyici çerçeveye ilişkin göstergeler ise geleceğe hazırlık değil teknoloji faktörü altında değerlendirilmekte olup, bu alanda bir ilerleme kaydedildiğine dair açık bir kanıt bulunmamaktadır (IMD World Competitiveness Center, 2023); IMD endeksi yeşil teknoloji yatırımlarını doğrudan ölçmediğinden, bu konudaki ilerleme hakkında endeks

üzerinden ayrı bir değerlendirme yapılamamaktadır. TÜSİAD (2018) tarafından yürütülen firma düzeyindeki analiz de bu tabloyu tamamlamaktadır: dijital teknoloji kullanımı yüksek olan firmaların büyüklük, ithalat yoğunluğu ve yabancı sermaye payı gibi özellikler bakımından farklılaştığı; buna karşın küçük ve orta ölçekli işletmelerin dijital-yeşil dönüşüm kapasitesinin sınırlı kaldığı görülmektedir (Taymaz, 2018). Bu bulgudan hareketle, Türkiye'de dijital-yeşil dönüşümün büyük ölçekli firmalarla sınırlı kalan, ölçek bağımlı bir süreç olarak ilerlediği değerlendirilebilir; ancak bu değerlendirme Taymaz (2018) çalışmasının kapsamında yer almayan, yazara ait bir yorumdur.

4. MEVCUT SORUNLAR VE YAPISAL ENGELLER

Türkiye örneğinin ortaya koyduğu görünüm, dijitalleşme ile sürdürülebilirlik arasındaki uyumsuzluğun tesadüfi olmadığını ve belirli yapısal ve kurumsal dinamiklerle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu bölüm söz konusu uyumsuzluğu üç düzeyde incelemektedir: politika söylemi ile uygulama arasındaki tutarsızlık (4.1), politik-ekonomik ve kurumsal kısıtlar (4.2) ve veri, yönetişim ile finansman alanındaki eksiklikler (4.3). Bu tespitler, çalışmanın beşinci bölümünde sunulacak politika önerilerinin de zeminini oluşturmaktadır.

4.1. Uygulama Sorunları

Politika söylemi ile uygulamadaki görünüm arasındaki derin uçurum, Türkiye'nin en belirgin sorunsalıdır. Strateji belgelerinde ifade edilen sürdürülebilirlik taahhütleri, bütçe tahsisleri ve kamu ihale politikalarıyla tutarlı bir çizgi sergilememektedir. Enerji sektöründeki sübvansiyon yapısı bu tutarsızlığın en somut görünümünü oluşturmaktadır. Bağımsız enerji finansmanı analizlerine göre, kapasite mekanizması ödemeleri yoluyla 2023 yılında yerli kömür santrallerine yaklaşık 1,16 milyar TL, doğal gaz santrallerine ise 2,5 milyar TL kaynak aktarılmış; bu ödemeler düşük kapasite faktörüyle çalışan ve piyasa koşullarında rekabetçi olmayan termik santrallerin faaliyetini sürdürmesini sağlamıştır (SEFİA, 2023). Aynı dönemde Türkiye kömürlü elektrik üretiminde Avrupa'nın en büyük ikinci ülkesi konumuna yükselmiştir (Ember, 2024). Bu tablo, 2053 Net Sıfır Karbon hedefi gibi üst düzey taahhütlerin, kısa vadeli enerji arz güvenliği kaygıları ve mevcut sübvansiyon yapısı karşısında pratikte geri planda kaldığını göstermektedir.

4.2. Politik, Ekonomik ve Kurumsal Kısıtlar

Yapısal dönüşümün önündeki en büyük engellerden birini döviz kuru oynaklığı ve makroekonomik istikrarsızlık oluşturmaktadır. Uzun vadeli yeşil

yatırımlara ihtiyaç duyan şirketler, kısa vadeli finansman sorunlarıyla boğuşmak zorunda kalmaktadır. Bunun yanı sıra dijital-yeşil politikalar arasındaki kurumsal silo etkisi, koordinasyon maliyetlerini yükseltmektedir (World Bank, 2023).

Üçüncü bölümde ele alınan kurumsal yapı bu tespiti somutlaştırmaktadır: Ticaret Bakanlığı koordinasyonundaki Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile — koordinasyonunu üstlenen Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi'nin de kapatılmış olduğu, süresi 2025'te sona eren— 2021-2025 dönemli Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi, ayrı genelgelerle yürürlüğe konulmuş, ayrı yönlendirme kurulları tarafından izlenen ve birbirinden bağımsız raporlama takvimlerine sahip iki ayrı politika hattı olarak işlemiştir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda hazırlanan ve 13 Haziran 2026'da açıklanan güncel Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı (2026-2030) da, süreci izlemek üzere ayrı bir Ulusal Yapay Zekâ Kurulu öngörmesi bakımından bu ayrışmayı büyük ölçüde sürdürmektedir (İletişim Başkanlığı, 2026). Bu ayrışma, iki alanı ortak göstergelerle izleyecek bütünleşik bir yönetişim mekanizmasının kurumsal olarak henüz tesis edilmediğini; dolayısıyla dijital ve yeşil dönüşüm politikalarının söylem düzeyinde sıklıkla bir arada anılmasına karşın, uygulama düzeyinde farklı hızlarda ve farklı aktörlerce yürütüldüğünü göstermektedir (Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, 2021; İletişim Başkanlığı, 2026; T.C. Ticaret Bakanlığı, Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve Çalışma Grubu, t.y.).

Beşeri sermaye açığı da önemli bir kısıttır. Türkiye'de STEM mezunlarının dijital-sürdürülebilirlik kesişimindeki (veri analitiği, yeşil finans, çevre mühendisliği) yoğunlaşması oldukça sınırlı kalırken, TÜİK'in yükseköğretim beyin göçü istatistiklerine göre bilişim ve iletişim teknolojileri mezunları arasındaki yurt dışına göç oranı %6,8 ile tüm eğitim alanları arasında en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir; bu durum söz konusu açığı derinleştirmeye devam etmektedir (TÜİK, 2024b).

4.3. Veri, Yönetişim ve Finansman Problemleri

Sürdürülebilirlik verilerinin toplanması, doğrulanması ve kamusal erişime açılması konusunda ciddi açıklar bulunmaktadır. Şirket düzeyinde ESG raporlaması artık tamamen gönüllülük esasına dayanmamaktadır: Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu'nun (KGK) 29 Aralık 2023 tarihli kararıyla yürürlüğe giren Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS), 1 Ocak 2024'te başlayan hesap dönemlerinden itibaren belirlenen eşik değerleri aşan işletmeler için sürdürülebilirlik raporlamasını zorunlu kılmaktadır; bankalar ise herhangi bir eşik koşulu aranmaksızın kapsam içindedir. Buna karşın eşik değerlerin altında kalan, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için raporlama hâlâ gönüllülük esasına dayanmaktadır. Yeşil tahvil

piyasası ise henüz gelişme aşamasındadır. Hazine ve Maliye Bakanlığı'nın 5 Nisan 2023'te gerçekleştirdiği 2,5 milyar dolarlık ilk uluslararası yeşil tahvil ihracı bu alanda önemli bir başlangıç niteliğindedir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2023).

Kapsam dışında kalan şirketler için süregelen gönüllülük esasının kurumsal çerçevesi, Sermaye Piyasası Kurulu'nun (SPK) 2020 yılında yürürlüğe koyduğu ve TSRS'den önce yürürlüğe giren *Sürdürülebilirlik İlkeleri Uyum Çerçevesi*'nde somut biçimde görülmektedir. Söz konusu düzenleme, halka açık şirketlerin çevresel, sosyal ve kurumsal yönetişim (ÇSY) alanındaki uygulamalarını "uy ya da açıkla" ilkesi çerçevesinde faaliyet raporlarında beyan etmelerini öngörmekte; ancak ilkelerin bizzat uygulanmasını değil, yalnızca uygulanıp uygulanmadığının raporlanmasını zorunlu kılmaktadır (Sermaye Piyasası Kurulu, 2020). Bu düzenleyici tasarım, şirketlere ÇSY performansını iyileştirme değil mevcut durumu açıklama yükümlülüğü getirmesi bakımından veri şeffaflığını artırsa da veri kalitesini ve karşılaştırılabilirliğini garanti altına almamaktadır; farklı şirketlerin aynı ilkeye farklı derinlikte açıklamalarla uyum sağlaması, ESG verilerinin yatırım kararlarında güvenilir bir karşılaştırma zemini oluşturmasını güçleştirmektedir.

Kamu verisi tarafında ise, bu çalışma kapsamında taranan kamuya açık kaynaklarda, dijital ekonominin büyüklüğünü ulusal hesaplarla (GSYH) düzenli biçimde ilişkilendiren bir Türkiye dijital ekonomi uydu hesabına ulaşılamamıştır; bu durum, politika değerlendirmelerini ve akademik analizleri kısıtlamaktadır.

5. ÇÖZÜM ÖNERİLERİ VE POLİTİKA ÇIKARIMLARI

Daha önceki bölümlerde ortaya konan yapısal sorunlar ve analitik bulgular ışığında, Türkiye'de dijital ekonomi ile sürdürülebilirlik arasındaki uyumsuzluğun giderilmesine yönelik öneriler; kurumsal yönetişim, finansman ve piyasa mekanizmaları, beyin göçü ve beyin sermayesi, teknoloji politikası ile uluslararası entegrasyon boyutları çerçevesinde ele alınmaktadır. Her bir öneri, önceki bölümlerde tespit edilen yapısal kısıtlara doğrudan yanıt vermekte ve uygulanabilir politika adımları öngörmektedir.

5.1. Kurumsal Yönetişim ve Koordinasyon Önerileri

Bölüm 4'te saptanan kurumsal silo etkisi ve politika-uygulama uyuşmazlığı, öncelikle yapısal bir kurumsal müdahaleyi gerektirmektedir. Bu çerçevede aşağıdaki adımların atılması önerilmektedir:

- Mazzucato'nun (2021) misyon odaklı yönetişim yaklaşımından hareketle bu çalışma, Siber Güvenlik Başkanlığı bünyesinde bir "Yeşil

Dijital Koordinasyon Birimi" kurulmasını önermektedir. BTK, EPDK, SPK ve Ticaret Bakanlığını kapsayan bu çok kurumlu platform; politika belgelerinin uygulamaya dönüşümünü izlemeli, kurumlar arası veri paylaşımını sağlamalı ve ortak hedef göstergeleri üretmelidir.

- Kamu alım ölçütü olarak sürdürülebilirlik kriteri zorunlu hale getirilmelidir. Bütçe tahsislerinde 2053 Net Sıfır taahhüdü ile çelişkili sübvansiyon kalemlerinin (kömür destekleri vb.) sistematik biçimde ayıklanması için parlamentoya bağlı bağımsız bir izleme mekanizması oluşturulmalıdır.
- Sürdürülebilirlik veri altyapısı TÜİK öncülüğünde merkezileştirilmeli; TSRS'nin zorunlu uygulama kapsamı ölçülülük ilkesi gözetilerek kademeli biçimde genişletilmeli; GRI standartları ise şirketlerin etki odaklı ve paydaşlara yönelik açıklamalarında tamamlayıcı çerçeve olarak kullanılmalıdır.
- Dijital kamu hizmetlerinin karbon ayak izi ölçülmeli ve yıllık sürdürülebilirlik raporuna dahil edilmelidir. IEA'nın (2025) küresel veri merkezi elektrik talebi projeksiyonu dikkate alındığında, devlet veri merkezlerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi için 2030'a kadar uzanan bağlayıcı bir takvim oluşturulması bu çalışma tarafından önerilmektedir.

5.2. Finansman, Piyasa ve Teşvik Mekanizmaları

Finansman boyutundaki en önemli sorun, uzun vadeli yeşil-dijital yatırımların kısa vadeli makroekonomik oynaklık karşısında caydırıcılığa maruz kalmasıdır. Bu kırılganlığı gidermek için yapısal finansman çözümleri öngörülmektedir. Ulusal Yeşil Finans Stratejisi ve Eylem Planı (2026-2029) Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından yayımlanmış; plana ilişkin 2026/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 4 Temmuz 2026 tarihli ve 33300 sayılı Resmî Gazete'de yer almıştır. Bu strateji, aşağıdaki önerilerle ilişkili bir uygulama çerçevesi sunmaktadır (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2026; 2026/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi, 2026):

- Dünya Bankasının (2023) yeşil dijital dönüşüm çerçevesinden hareketle bu çalışma, Hazine ve Maliye Bakanlığı öncülüğünde bir "Yeşil Dijital Dönüşüm Fonu" kurulmasını önermektedir. Fonun ilk sermayesi EBRD, Avrupa Yatırım Bankası ve TKİB (Türkiye Kalkınma ve Yatırım Bankası) ortaklığıyla oluşturulmalı; denetimi bağımsız bir kurula devredilmelidir. Fondan sağlanan finansman, yeşil teknoloji Ar-Ge'si, enerji verimlilik yatırımları ve sürdürülebilirlik odaklı girişimlerle sınırlandırılmalıdır (World Bank, 2023).

- Borsa İstanbul'da Yeşil Tahvil Piyasası genişletilmeli; ihracı teşvik etmek amacıyla ihraççı şirketlere kısmi vergi indirimi ve vergi erteleme imkanı tanınmalıdır. AB Taksonomi Tüzüğü ile uyumlu Türkiye Yeşil Taksonomisi, İklim Değişikliği Başkanlığı koordinasyonunda; SPK, KGK ve diğer ilgili düzenleyici kurumların katılımıyla tamamlanmalı ve uygulama takvimi açık biçimde belirlenmelidir.
- Yeşil dijital dönüşümü hızlandırmak amacıyla şirketlere yönelik "Sürdürülebilir Dijital Yatırım Teşvik Paketi" oluşturulmalıdır. Bu paket; yenilenebilir enerji kullanan veri merkezi yatırımları için KDV istisnası, ESG uyumlu şirketler için düşük faizli kredi garantisi ve döngüsel ekonomi uygulamalarını benimseyen KOBİ'lere hibe desteği unsurlarını kapsamalıdır.
- Karbon fiyatlaması mekanizmasının hayata geçirilmesi önceliklendirilmelidir. AB'nin Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması (CBAM) kapsamındaki Türkiye ihracatına yönelik artan baskı göz önüne alındığında, iyi tasarımlanmış bir karbon vergisinin ekonomik maliyeti düşürebileceği ve yeşil dijital yatırımlar için sürdürülebilir bir gelir akışı yaratabileceği bu çalışma tarafından değerlendirilmektedir; IEA'nın (2025) küresel enerji talebi projeksiyonları bu önerinin arka planını oluşturmaktadır.

5.3. Beyin Sermayesi, Eğitim ve İnsan Kaynağı

Bölüm 4.2'de saptanan STEM-sürdürülebilirlik kesişimindeki yetenek açığı, kısa vadeli çözümlere değil; eğitim sisteminin yeniden yapılandırılmasına dayanılmasını gerektirmektedir:

- Yükseköğretim sisteminde "Yeşil Bilişim", "Sürdürülebilir Finans ve Veri Analizi" ile "Çevre Mühendisliği-Dijital Sistemler" gibi disiplinlerarası lisans ve yüksek lisans programları YÖK koordinasyonunda geliştirilmeli; özel sektör ortaklığıyla burs ve kariyer imkanları sağlanmalıdır.
- Mesleki eğitim kademesinde dijital-yeşil becerilere yönelik sertifika programları iş gücü yetiştirme kurumları ile ortaklaşa tasarlanmalı; özellikle enerji, tarım ve lojistik sektörlerindeki KOBİ çalışanları hedeflenmelidir.
- Yurt dışında yerleşik Türk teknoloji uzmanlarını çekmek amacıyla "Yeşil Teknoloji Yetenek Geri Dönüş Programı" oluşturulmalıdır. Program; vergi avantajları, hızlandırılmış konut kredisi, çocuk eğitim destekleri ve araştırma start-up finansmanı gibi çok bileşenli bir teşvik paketiyle desteklenmelidir. Güney Kore'nin yurt dışındaki araştırmacıları ve

uzmanları çekmeye yönelik Brain Pool ve Brain to Korea programları bu konuda örnek gösterilebilir; lisansüstü araştırma kapasitesinin güçlendirilmesine odaklanan Brain Korea 21 (BK21) programı ise diasporanın geri dönüşünden ziyade bu kapsamda anılmalıdır.

- Kamu sektörü yöneticileri için "Dijital Sürdürülebilirlik Liderliği" sertifika programı zorunlu hale getirilmeli; bu kapsamda düzenleyici kamu kurumlarındaki karar alıcıların dijital yetkinlik ve sürdürülebilirlik okuryazarlığı için asgari standartlar belirlenerek periyodik olarak ölçülmelidir.

5.4. Teknoloji Politikası ve Yeşil İnovasyon Ekosistemi

Dijital dönüşümün sürdürülebilirliği destekler hale gelmesi, yalnızca var olan teknolojilerin benimsenmesiyle değil; Türkiye'nin kendi yeşil dijital teknoloji kapasitesini üretmesiyle mümkündür. Bu doğrultuda:

- TÜBİTAK öncülüğünde "Yeşil Dijital Ar-Ge Ağı" kurulmalıdır. Akdeniz ve Orta Doğu coğrafyasına yönelik iklim uyum teknolojileri (hassas tarım, akıllı su yönetimi, enerji izleme sistemleri) Türkiye'nin kıyaslama avantajı olarak önceliklendirilmelidir.
- Yapay zekâ ve büyük veri analizinin çevresel izleme amacıyla kullanımını teşvik etmek için uydu-tabanlı emisyon takip sistemi TÜİK-EPDK-Türkiye Uzay Ajansı ortaklığıyla hayata geçirilmelidir. Bu sistem hem düzenleyici denetim kapasitesini artıracak hem de iklim politikası için karar destek altyapısı oluşturacaktır.
- Elektronik atık (e-atık) yönetiminde Üretici Sorumluluk İlkesi yasal düzeyde zorunlu kılınmalı; elektronik ürün üreticileri ve ithalatçıları için geri dönüşüm kota ve raporlama yükümlülüğü tanımlanmalıdır. Global E-waste Monitor verilerine göre Türkiye'de 2022 yılında yaklaşık 1,1 milyon ton elektronik atık üretilmiştir; bunun ne kadarının kayıtlı sistemler aracılığıyla geri dönüştürüldüğüne ilişkin güvenilir, birincil kaynaklı bir orana bu çalışma kapsamında ulaşılamamıştır. Bu veri belirsizliğinin kendisi, söz konusu alanı acil bir politika önceliği haline getirmektedir.

5.5. Uluslararası Entegrasyon ve Düşünsel Liderlik

Türkiye, coğrafi konumu ve ekonomik ağırlığı itibarıyla dijital-sürdürülebilirlik ajandasını bölgesel düzeyde şekillendirme kapasitesine sahiptir. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için:

- AB'nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, Dijital On Yıl Politika Programı 2030 (Digital Decade Policy Programme 2030) ve Ekotasarım düzenlemesi kapsamındaki Dijital Ürün Pasaportu ile AB Yeşil Mutabakatı standartlarına uyum süreci belirli bir takvime bağlanmalıdır. Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması'nın (CBAM) Türkiye ihracatı üzerindeki mali etkilerini minimize etmek amacıyla Hazine koordinasyonunda bir CBAM Uyum Masası kurulmalı; ihracatı yoğun sektörler (demir-çelik, çimento, gübre) önceliklendirilmelidir.
- G20 Dijital Ekonomi Görev Grubu ile OECD Dijital Politika Komitesi ve dijital ekonominin ölçümüne ilişkin ilgili çalışma gruplarında Türkiye'nin temsili üst düzey bir koordinatörlüğe yükseltilmeli; elde edilen politika bilgisi yurt içi mevzuat reformuna hızla entegre edilmelidir.
- Orta Doğu ve Orta Asya ekonomileriyle dijital-sürdürülebilirlik kapasite geliştirme ortaklıkları tesis edilmelidir. Türkiye'nin AB uyum sürecinde biriktirdiği teknik bilgi birikimi, Kuzey Afrika ve Körfez ülkelerine yönelik "Sürdürülebilir Dijital Kalkınma İş birliği" platformu aracılığıyla işlevleştirilmelidir. Bu yaklaşım, Türkiye'yi hem küresel dijital ekonominin hem de sürdürülebilir kalkınma gündeminin etkin bir aktörü olarak konumlandıracaktır.

6. POLİTİKA ÇIKARIMLARI VE GENEL DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, teorik tartışma, analitik değerlendirme ve Türkiye örneği çerçevesinde üç temel politika çıkarımına ulaşmıştır.

6.1. Birinci Çıkarım: Dijitalleşme Sürdürülebilirliği Otomatik Üretmez

2000 sonrası döneme ilişkin internet kullanımı, e-ticaret, enerji ve emisyon göstergelerinin betimsel olarak birlikte değerlendirilmesi, Türkiye'de dijitalleşmeye çevresel göstergelerde aynı yönde ve aynı ölçüde bir iyileşmenin eşlik ettiğine ilişkin açık bir kanıt sunmamaktadır. Bununla birlikte bu çalışma, karbon yoğunluğu, enerji yoğunluğu ve dijitalleşme göstergelerini kullanan bir ayrışma testi gerçekleştirmediğinden, mutlak veya göreli ayrışmanın gerçekleşmediği yönünde istatistiksel bir sonuca ulaşmamaktadır. Bu betimsel görünüm, Jevons Paradoksu'nun dijital ekonomi bağlamındaki tartışmasıyla uyumludur; teknolojik verimliliğin doğrudan çevresel iyileşmeye dönüşmeyebileceğine işaret etmektedir (Luccioni vd., 2025). Politika yapıcılar, dijitalleşmeyi sürdürülebilirlik açısından öz-düzenleyici bir süreç olarak değil; yönlendirme gerektiren bir araç olarak konumlandırmalıdır.

Bu çıkarım; dijital büyüme hedefleriyle çevresel performans göstergelerini birlikte izleyen entegre bir izleme çerçevesinin (dashboard) oluşturulmasını

zorunlu kılmaktadır. Khan ve diğerlerinin (2025) dijital ekonomi ve çevre ilişkisi üzerine sunduğu bibliyometrik literatür haritası, böyle bir izleme çerçevesinin kavramsal gösterge kümesinin geliştirilmesinde yararlanılabilecek bir referans niteliği taşımaktadır.

6.2. İkinci Çıkarım: Kurumsal Kapasite Belirleyici Değişkendir

Literatürdeki üçüncü yaklaşım (World Bank, 2023; Mazzucato, 2021) ve Türkiye analizi bir arada değerlendirildiğinde, dijitalleşme-sürdürülebilirlik ilişkisinin doğrultusunu belirleyen asıl faktörün kurumsal kapasite ve yönetişim kalitesi olduğu görülmektedir. Koordinasyon eksikliği, izleme mekanizmalarının yetersizliği ve düzenleyici belirsizlik hem özel yatırımı caydırmakta hem de kamu kaynaklarını sürdürülebilir olmayan alanlara yönlendirme riskini artırmaktadır. Üçüncü ve dördüncü bölümlerde ortaya konan örnekler bu tespitle uyumludur: Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ile Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nın birbirinden bağımsız yürütülmesi ve SPK'nın 2020 tarihli Sürdürülebilirlik İlkeleri Uyum Çerçevesi'nde ilkelerin uygulanmasını "uy ya da açıkla" esasına bağlaması (TSRS kapsamındaki işletmeler için zorunlu raporlama hükümleri saklıdır), kurumsal kapasite eksikliğinin soyut bir gözlem değil, somut bir politika sorunu olduğuna işaret etmektedir.

Politika çıkarımı olarak: kurumsal düzenleyici kalite, dijital-sürdürülebilirlik yatırım ikliminin önde gelen belirleyicisidir. Bu nedenle yasal ve kurumsal reform— özellikle ESG raporlama zorunluluğu, karbon fiyatlaması mevzuatı ve yerel yapı izni süreçlerinin sadeleştirilmesi— finansman teşviklerinden önce ele alınmalıdır. Mevzuata dayalı tahmin edilebilirlik olmadan finansal teşviklerin etkisi sınırlı kalacaktır.

6.3. Üçüncü Çıkarım: "Ayrışma" Olasıdır, Ancak Koşulludur

Türkiye'de incelenen betimsel göstergelerin dijitalleşme ile çevresel performans arasında bir ayrışmanın (decoupling) gerçekleştiğine ilişkin açık bir kanıt sunmaması, bu sürecin yapısal olarak imkânsız olduğu anlamına gelmemektedir; bulgular, ayrışmanın mevcut kurumsal ve politika koşullarında kendiliğinden oluşmadığını göstermektedir. Bazı gelişmiş ülke deneyimleri, kasıtlı bir politika tasarımıyla ekonomik büyüme ve dijitalleşmeyi çevresel sürdürülebilirlik baskılarından ayırmanın mümkün olabileceğine işaret etmektedir; ancak bu gözlem, sistematik bir ülke karşılaştırmasına değil, yeşil dijital dönüşüm literatüründeki niteliksel bir değerlendirmeye dayanmaktadır (World Bank, 2023).

Türkiye bu dönüşümü gerçekleştirmek için birkaç stratejik avantaja sahiptir: Orta gelir tuzağından çıkış baskısı reform motivasyonu sağlamakta; AB

ile mevcut ekonomik entegrasyon uyum standartlarını yakınlaştırmakta; genç ve tekno-girişimci nüfus yapısı ise insan sermayesi tabanı oluşturmaktadır. Ancak bu avantajların politikaya dönüşmesi, siyasi kararlılık ve uzun vadeli planlama ufkunun kısa vadeli makroekonomik önceliklerle dengelenmesine bağlıdır (Mazzucato, 2021).

Sonuç olarak bu çalışma, dijital ekonomi ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin kaçınılmaz bir uyum ya da zorunlu bir çelişkiyle değil; kurumsal seçimlerle ve politika tasarım kalitesiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin bu kesişimde kazanan tarafta yer alması, teknolojik yetkinliğiyle birlikte kurumsal dönüşümü eş zamanlı ve stratejik biçimde sürdürmesine bağlıdır.

6.4. Örnek Değerlendirme Soruları

AS1 – Dijitalleşme sürdürülebilir kalkınmayı hangi mekanizmalar üzerinden etkiler? Çalışma, dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınmayı enerji verimliliği, kaynak optimizasyonu ve emisyon izleme gibi doğrudan mekanizmaların yanı sıra, kurumsal kapasite ve yönetişim kalitesi üzerinden dolaylı biçimde etkilediğini; ancak bu etkinin Jevons Paradoksu nedeniyle çoğu zaman öngörülen yönde gerçekleşmediğini ortaya koymuştur (bk. Bölüm 2.3).

AS2 – Dijitalleşmenin çevresel ve ekonomik etkileri literatürde nasıl tartışılmaktadır? Literatür taraması, dijitalleşmeyi büyümenin itici gücü olarak gören iyimser yaklaşım, çevresel maliyetlere odaklanan eleştirel yaklaşım ve kurumsal yapının belirleyiciliğini vurgulayan üçüncü bir yaklaşım olmak üzere üç temel eğilimin bir arada var olduğunu göstermiştir (bk. Bölüm 1 ve 2.2).

AS3 – Türkiye'de dijitalleşme ile sürdürülebilirlik çıktıları arasındaki uyumsuzluk hangi faktörlerden kaynaklanmaktadır? Türkiye analizi, bu uyumsuzluğun temelde kurumsal kapasite eksikliği, politika söylemi ile uygulama arasındaki tutarsızlık ve parçalı/koordinasyonsuz kurumsal yapıyla ilişkili olabileceğine; makroekonomik istikrarsızlığın da bu sorunu derinleştirdiğine işaret etmektedir (bk. Bölüm 3 ve 4).

6.5. Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bazı önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, çalışma nitel ve betimsel bir literatür/politika analizi niteliğindedir; zaman serisi, panel veri veya ekonometrik model kullanılarak "ayrışma" (decoupling) hipotezinin istatistiksel olarak sınanması bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Bu nedenle "ayrışmaya ilişkin açık bir kanıt bulunmadığı" yönündeki değerlendirme, karbon

yoğunluğu, enerji yoğunluğu veya dijitalleşme endeksi gibi ölçülebilir göstergelere dayalı ampirik bir kanıt olarak değil, mevcut ikincil verilerin ve kurumsal göstergelerin niteliksel bir okuması olarak değerlendirilmelidir. İkinci olarak, Ar-Ge yoğunluğu ve yeşil teknoloji patent üretimine ilişkin değerlendirmeler, aynı yıl ve aynı göstergelere dayalı sistematik bir uluslararası karşılaştırma tablosuna dayandırılmamış; mevcut göstergelerin niteliksel bir okumasıyla sınırlı kalmıştır. Üçüncü olarak, çalışmada kullanılan elektrik üretim ve tüketim verileri EPDK'nın resmî sektör raporuna, uluslararası dijital rekabetçilik sıralamaları IMD'nin resmî ülke profiline ve elektronik atık miktarı Global E-waste Monitor'a dayanmaktadır; bununla birlikte e-atık geri dönüşüm oranına ilişkin güvenilir, birincil kaynaklı bir veriye bu çalışma kapsamında ulaşılamamıştır. Bu sınırlılıklar, ileride yapılacak çalışmalarda nicel/ekonometrik bir analiz çerçevesiyle giderilebilir.

Veri Kesim Tarihi: Bu bölümde kullanılan güncel veriler ve kurumsal düzenlemeler 18 Temmuz 2026 tarihi itibarıyla güncellenmiştir; bu tarihten sonra gerçekleşecek mevzuat veya kurumsal değişiklikler çalışmaya yansıtılmamıştır.

Yapay Zekâ (AI) Kullanım Beyanı: Bu bölümün hazırlanmasında üretken yapay zekâ araçlarından dil/gramer kontrolü, kaynakça/atıf/biçim düzenlemesi ve literatür taraması alanlarında yardımcı olarak yararlanılmıştır.

KAYNAKÇA

183 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi. (2025). *Bazı Cumhurbaşkanlığı Kararnamelerinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi*. 28 Mart 2025 tarihli Resmî Gazete.

2026/8 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi. (2026). *Ulusal Yeşil Finans Stratejisi ve Eylem Planı (2026-2029) ile İlgili 2026/8 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi*. 4 Temmuz 2026 tarihli ve 33300 sayılı Resmî Gazete.

7552 sayılı İklim Kanunu. (2025). *9 Temmuz 2025 tarihli ve 32951 sayılı Resmî Gazete*.

Acemoğlu, D., ve Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.

Adaş, E. ve Erbay, B. (2022). Yapay zekâ sosyolojisi üzerine bir değerlendirme. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *21*(1), 326–337. https://doi.org/10.21547/jss.991383

Akdemir Ömür, G. (2025). Sürdürülebilirlik ve dijital dönüşüm kavramlarının etkileşimine yönelik bir değerlendirme. *Business & Management Studies: An International Journal*, 13(1), 127-147.

Al-Zoubi, W. K. (2024). Economic Development in the Digital Economy: A Bibliometric Review. *Economies*, 12(3), 53.

Altun Ada, A. (2011). Kümeleme analizi ile AB ülkeleri ve Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29, 319-332.

An, Q., Wang, R., Wang, Y., ve Pavel, K. (2024). The impact of the digital economy on sustainable development: evidence from China. Frontiers in Environmental Science, 12, 1341471. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1341471

Balbay, Ş., Sarıhan, A. ve Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye'de "Döngüsel ekonomi / endüstriyel sürdürülebilirlik" yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 557–569. https://doi.org/10.31590/ejosat.971172

Ballı, E. (2017). Teknoloji, inovasyon ve ekonomik büyüme ilişkisi: Üst ve üst orta gelir gruplarındaki ülkeler üzerine bir inceleme. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, *9*(2), 15–28.

BKM – Bankalararası Kart Merkezi. (2024). *2024 yılı kartlı ödeme verileri*. https://bkm.com.tr/wp-content/uploads/2025/01/BKM-2024-Yillik-Bulten-.pdf

Brynjolfsson, E., ve McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York, NY: W. W. Norton & Company.

BTK – Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (2024). *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü 3 Aylık Pazar Verileri Raporu*. https://www.btk.gov.tr/elektronik-haberlesme-pazar-verileri

Bukht, R., ve Heeks, R. (2017). Defining, conceptualising and measuring the digital economy. *Development Informatics Working Paper*, 68, 1–24.

Chen, Z., ve Xing, R. (2025). Digital economy, green innovation and high-quality economic development. *International Review of Economics and Finance*, 99, 104029.

Corporate Finance Institute. (2019). *Production possibilities frontier (PPF).* Retrieved from https://corporatefinanceinstitute.com/resources/economics/production-possibilities-frontier/

Couldry, N., ve Mejias, U. A. (2019). *The costs of connection: How data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press.

Cumhurbaşkanlığı. (2021). *Cumhurbaşkanı Erdoğan'ın Birleşmiş Milletler 76. Genel Kurulu'nda Türkiye'nin 2053 net sıfır emisyon hedefini açıklaması* (21 Eylül 2021). https://iklim.gov.tr

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021). *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025*. https://cbddo.gov.tr/uyzs

Deniz, N., ve Büyük, K. (2023). İkiz dönüşüm: Yeşil ve dijital dönüşüm. *Dijital Teknolojiler ve Eğitim Dergisi*, *2*(1), 57-70.

Dewan, S., ve Riggins, F. J. (2005). The digital divide: Current and future research directions. *Journal of the Association for Information Systems*, *6*(12), 298–337. https://doi.org/10.17705/1jais.00074

Elkington, J. (1998). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. New Society Publishers.

Ember. (2024). *Türkiye'nin elektrik üretiminde kömür ve yenilenebilir enerji görünümü*. https://ember-energy.org/app/uploads/2024/03/Turkiye-Elektrik-Gorunumu-2024.pdf

EPDK – Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2024). *2023 Yılı Elektrik Sektör Raporu*. https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik-sektor-raporu

Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., ve Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns, 2*(9), 100340. https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100340

Fuso Nerini, F., Tomei, J., To, L. S., Bisaga, I., Parikh, P., Black, M., … Mulugetta, Y. (2018). Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, *3*(1), 10–15. https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5

Global E-waste Monitor. (2024). *The Global E-waste Monitor 2024*. https://ewastemonitor.info

He, W., He, S., ve Hou, H. (2024). Digital economy, technological innovation, and sustainable development. *PLOS ONE*, 19(7), e0305520.

IMD World Competitiveness Center. (2023). *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2023*. IMD. https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/

International Energy Agency (IEA). (2025). *Key questions on energy and AI.* Retrieved from https://www.iea.org/reports/key-questions-on-energy-and-ai

İletişim Başkanlığı. (2026). *Cumhurbaşkanı Erdoğan Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planı'nı açıkladı*. https://www.iletisim.gov.tr/turkce/haberler/detay/cumhurbaskani-erdogan-turkiye-yapay-zeka-eylem-planini-acikladi

İşcan, H. ve Durgun Kaygısız, A. (2024). Yapay zekâ: Alt dalları ve uygulama alanları. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *16*(4), 201–234. https://doi.org/10.52791/aksarayiibd.1574207

Jones, C. I. (2019). Paul Romer: Ideas, nonrivalry, and endogenous growth. *The Scandinavian Journal of Economics*, 121(3), 859-883.

Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu (KGK). (2023). *Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS) ve uygulama kapsamı* (29 Aralık 2023 tarihli ve 32414 sayılı Resmî Gazete).

https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/v2/Surdurulebilirlik/Duyuru/Turkiye_Surdurulebilirlik_Raporlama_Standartlari_ve_TSRSlerin_Uygulama_Kapsami_Resmi_Gazetede_Yayimlanmistir.pdf

Kesebir, M. (2018). Türkiye'de 2001 krizi sonrası bankacılık sektörünün durumu, yapısal reformlar ile son yıllardaki gelişmeler. *Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2).

Khan, Y., Yousafzai, H., ve Xiangdong, L. (2025). Bibliometric research on digital economy and environment nexus: Latest trend, development, and future domains. *SN Business & Economics*, 5, 170.

KPMG Türkiye. (2025). *Türkiye startup yatırımları 2024*. https://kpmg.com/tr/tr/home/insights/2025/02/kpmg_turkiye_startup_yatirimlari_2024.html

Kurz, H. D., Strohmaier, R., ve Knell, M. (2025). *Technological change: History, theory and measurement. A brief account*. (JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology No. 2025/03). Seville, Spain: European Commission, Joint Research Centre.

Li, Y., Yang, X., Ran, Q., Wu, H., Irfan, M., ve Ahmad, M. (2021). Energy structure, digital economy, and carbon emissions: evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(45), 64606-64629.

Linkov, I., Trump, B. D., Poinsatte-Jones, K., ve Florin, M. V. (2018). Governance Strategies for a Sustainable Digital World. *Sustainability*, 10(2), 440.

Liu, B., ve Wang, F. (2025). The Impact of the Global Digital Economy on Carbon Emissions: A Review. *Sustainability*, 17(11), 5044.

Luccioni, A. S., Strubell, E., ve Crawford, K. (2025). From efficiency gains to rebound effects: The problem of Jevons' paradox in AI's polarized environmental debate. In *Proceedings of the 2025 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. https://doi.org/10.1145/3715275.3732007

Ma, X., Feng, X., Fu, D., Tong, J., ve Ji, M. (2024). How does the digital economy impact sustainable development? —An empirical study from China. Journal of Cleaner Production, 434, 140079. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140079

Mazzucato, M. (2018). *Mission-oriented research and innovation in the European Union*. European Commission.

Mazzucato, M. (2021). *Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism*. Allen Lane.

Mohammedi, W., Mgadmi, N., Abidi, A., ve Moussa, W. (2025). The impact of the digital economy on sustainable development in the face of geopolitical risks. Digital Economy and Sustainable Development, 3(1). https://doi.org/10.1007/s44265-024-00050-5

OECD. (2019). *Going digital: Shaping policies, improving lives*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264312012-en

Raihan, A. (2024). A review of the potential opportunities and challenges of the digital economy for sustainability. Innovation and Green Development, 3(3), 100174.

Rifkin, J. (2014). *The zero marginal cost society: The Internet of Things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. Palgrave Macmillan.

Roblek, V., Meško, M., Pejić Bach, M., Thorpe, O., ve Šprajc, P. (2020). The interaction between internet, sustainable development, and emergence of Society 5.0. Data, 5(3), 80.

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

Rosário, A. T., ve Dias, J. C. (2023). The new digital economy and sustainability: Challenges and opportunities. Sustainability, 15(14), 10902.

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. New York, NY: Columbia University Press.

Sapmaz Veral, E. (2021). Döngüsel ekonomi: Engeller, stratejiler ve iş modelleri. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, *8*(1), 7–18.

Saraç, B. ve Alptekin, N. (2017). Türkiye'de illerin sürdürülebilir kalkınma göstergelerine göre değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(1), 19-49.

Sarıkaya, M. (2022). Kurumsal sürdürülebilirlik ve dijitalleşme. A. Kıray ve M. Kaplan (Ed.), *Teknolojik dönüşüm, işletme ve ekonomi* içinde (s. 1-20). Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.

SEFİA – Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği. (2023). *Enerji sektörü finansmanında geçiş riskleri*. https://sefia.org/blog/enerji-sektoru-finansmaninda-gecis-riskleri/

Sermaye Piyasası Kurulu (SPK). (2020). *Sürdürülebilirlik İlkeleri Uyum Çerçevesi* (II-17.1.a sayılı Kurumsal Yönetim Tebliği). https://spk.gov.tr/data/63a17b1a8f95db0fa40e3309/s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik%20ilkeleri%20uyum%20cercevesi.pdf

Srnicek, N. (2016). *Platform capitalism*. Polity Press.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB). (2023). *On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)*. https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/

T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2023). *Sürdürülebilir finansman kapsamında 5 Nisan 2023 tarihinde gerçekleştirilen ilk uluslararası yeşil tahvil ihracı*. https://www.hmb.gov.tr/surdurulebilir-finansman

T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2026). *Ulusal Yeşil Finans Stratejisi ve Eylem Planı (2026-2029)*. https://www.hmb.gov.tr/duyuru/ulusal-yesil-finans-stratejisi-ve-eylem-plani-2026-2029-basin-duyurusu

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2025). *2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi* (10 Mayıs 2025 tarihli ve 2025/6 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi). https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/2030SanayiveTeknolojiStratejisi.pdf

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2025). *Türkiye'de e-ticaretin görünümü raporu*. https://ticaret.gov.tr/duyurular/turkiyede-e-ticaretin-gorunumu-raporu-yayinlandi-06-05-2025

T.C. Ticaret Bakanlığı. (t.y.). *Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve Çalışma Grubu*. https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/yesil-mutabakat-eylem-plani-ve-calisma-grubu (Erişim tarihi: 17 Temmuz 2026)

Tapscott, D. (1996). *The digital economy: Promise and peril in the age of networked intelligence*. New York, NY: McGraw-Hill.

Tatlıdil, H. ve Ünal, E. (2010). Türkiye için sürdürülebilir kalkınma skoru geliştirilmesi. *TİSK Akademi*, 5(9), 44-63.

Taymaz, E. (2018). *Dijital Teknolojiler ve Ekonomik Büyüme Raporu*. İstanbul: TÜSİAD.

TÜBİTAK. (2023). *Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası*. https://tubitak.gov.tr/en/kurumsal/politikalar/yesil-buyume

TÜİK – Türkiye İstatistik Kurumu. (2024a). *Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2024-53492

TÜİK – Türkiye İstatistik Kurumu. (2024b). *Yükseköğretim Beyin Göçü İstatistikleri, 2021-2023*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yuksekogretim-Beyin-Gocu-Istatistikleri-2021-2023-53839

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development* (Resolution A/RES/70/1). https://sdgs.un.org/2030agenda

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., ve Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11(1), 233. https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y

Wang, Q., Li, C., ve Li, R. (2023). Could the digital economy increase renewable energy and reduce carbon emissions? Empirical research on EKC in 67 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 77150-77164.

World Bank. (2023). *Green digital transformation: How to sustainably close the digital divide and harness digital tools for climate action*. Washington, DC: World Bank.

World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

Xin, C., Fan, S., Mbanyele, W., ve Shahbaz, M. (2023). Towards inclusive green growth: does digital economy matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 70348-70370.

Xu, S., Yang, C., Huang, Z., ve Failler, P. (2022). Interaction between Digital Economy and Environmental Pollution: New Evidence from a Spatial Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5074.

Zhang, H., Qi, R., Liu, Y., Wang, T., Zhong, F., Zhou, Q., ve Wang, K. (2024a). The spatial impact of digital economy on carbon emissions reduction: evidence from 215 cities in China. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1370938.

Zhang, Z., Chen, L., Li, J., ve Ding, S. (2024b). Digital economy development and carbon emission intensity—mechanisms and evidence from 72 countries. *Scientific Reports*, 14, 28459.

Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.