

Gönderim Tarihi : 23.05.2023

Kabul Tarihi : 28.06.2023

DOI: 10.5281/zenodo.8194073

Nurcan DENİZ¹
Köksal BÜYÜK²

İkiz Dönüşüm: Yeşil ve Dijital Dönüşüm

Özet

“Sürdürülebilirlik” ve “dijital dönüşüm” kavramları ile ilişkili uygulamalar, günümüz dünyasına anlamlı katkılar sağlayan iki büyük eğilimi ifade etmektedir. Küresel ısınma ve karbon salınımı gibi çevresel konular hakkındaki farkındalık her geçen gün artmaktadır. Diğer taraftan Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte ortaya çıkan yıkıcı teknolojiler sadece sektörleri değil, hayatın her alanını etkilemektedir. Yeni teknolojilerin kullanımı, iş yapış şekillerini ve iş modellerini etkilemektedir. Bunun yanı sıra, sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşılmasında kolaylaştırıcı etkisi olması yönüyle de değer taşımaktadır. Yeni teknolojiler çevreye daha az zarar veren mal ve hizmet üretimine katkı sağlamak amacıyla kullanılabilir. Böylelikle şirketlerin dijital dönüşüm ile birlikte yeşil dönüşümü de gerçekleştirmesi mümkün hale gelebilecektir. Her iki dönüşümün birlikte ele alınması gereği üzerine, son birkaç yıldır dünya yazınında “twin transition (ikiz dönüşüm)” kavramı ortaya çıkmış ve bu konuda akademik çalışmalar yayınlanmaya başlamıştır. Her ne kadar internet ortamında bu kavram tartışılmaya başlamış olsa da, Türkçe yazında bu konuda yazılan herhangi bir akademik çalışmaya rastlanmamış olması bu makalenin çıkış noktasıdır. Bu makale kapsamında kavramsal açıdan yeşil ve dijital dönüşümü bir arada ele alan “ikiz dönüşüm” kavramını bilimsel bakış açısıyla ele alarak akademik katkı sunmak amaçlanmaktadır. Bu bağlamda yazın taraması gerçekleştirilmiş ve ulaşılan makaleler derlenmiştir. Araştırma sonuçları her ne kadar sürdürülebilirliğe ulaşma yolunda dijital dönüşümün katkı sağlaması amaçlansa da sürdürülebilirliğin sadece çevresel boyutunun ele alındığını ortaya koymaktadır. Diğer taraftan teknolojik yeniliklerin sosyal ve toplumsal etkilerinin göz ardı edilmesi, dijital dönüşümün başarısız olmasına neden olabilir. Bu bağlamda gelecek çalışmalarda sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun ele alınması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: İkiz Dönüşüm, Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm, Sürdürülebilirlik, Yeşil Dönüşüm

Digital Transformation: Green and Digital Transformation

Abstract

Practices related to the concepts of "sustainability" and "digital transformation" represent two major trends that make meaningful contributions to today's world. Awareness about environmental issues such as global warming and carbon emissions is increasing day-by-day. On the other hand, disruptive technologies emerged with Industry 4.0, not only affecting sectors but also all of our lives. The use of new technologies not only influences business practices and models but also plays a facilitating role in achieving sustainable development goals. New technologies can be used to contribute to the production of goods and services that are less harmful to the environment. Thus, it will be possible for companies to realize green transformation along with digital transformation. Recognizing the need to address both transformations together, the concept of "twin transition" has emerged in the global literature in recent years, and academic studies have started to be published on this subject. Although this concept has been discussed online, the absence of any academic work in Turkish literature on this topic is the starting point of this article. This article aims to provide a scientific perspective on the concept of "twin transition," which encompasses both sustainability and digital transformation conceptually, and contributes academically. In this context, a literature review was conducted and accessible articles were compiled. Results of the review shows that, although it is aimed to benefit from digital technologies to reach sustainability, only the environmental dimension is taken into consideration. On the other hand, ignoring the social and societal impacts of technological innovations can result in the failure of digital transformation. This result shows the importance of handling the social dimension of sustainability in the future studies.

Keywords: Twin Transition, Digitalization, Digital Transformation, Sustainability, Green Transition

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Türkiye, nurcanatikdeniz@gmail.com

²Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Türkiye, koksalbuyuk@gmail.com

Giriş

İşletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri için kâr elde etmeleri gerekmektedir. Ancak salt kâr elde etmeye odaklanan işletmeler üretim esnasında zararlı ham maddeler kullanma, üretim süreçlerinde çevreye zarar verme ve çalışanlarına ve topluma yaklaşımları açısından sorunlu olabilmektedir. Son yıllarda asıl amacı kârlılık ve satış olduğu için çevresel performansa odaklanmayan işletmeler üzerinde dünyanın doğal kaynaklarının tükenmesi dikkate alındığında daha yeşil bir çevre için baskı artmaktadır (Rehman, Giordino, Zhang, ve Alam, 2023). Ekonominin karbondan arındırılması ve “net sıfır dönüşümü”, tüm dünyada ve özellikle Avrupa Birliği’nde (AB) ana politika hedefleri hâline gelmiştir (Montresor ve Vezzani, 2023). Bu bağlamda geçmiş dönem iş modeli anlayışları, yerini döngüsel, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir ekonomi modellerine bırakmaya başlamıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı, “çevresel” boyutun yanı sıra “sosyal” boyutun da dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilirlik dönüşümünde kurumsal sosyal sorumluluk ve kurumsal yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması, başta işletmeler olmak üzere diğer türden örgütsel paydaşların da katılımı ve bağlılığı için önemli bir konudur (Gerlitz ve Meyer, 2021).

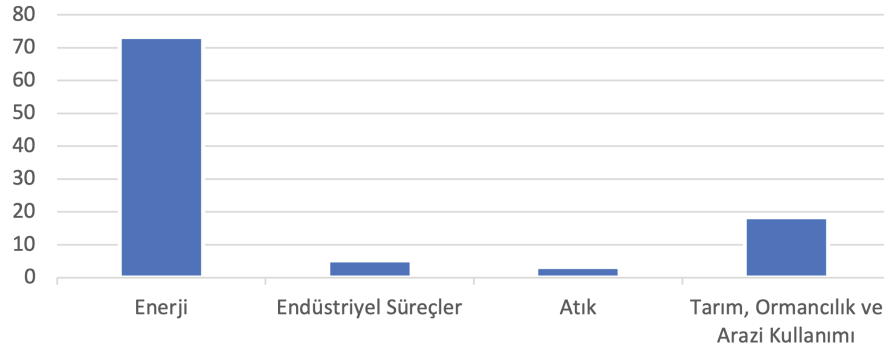
Sürdürülebilirliğe ilave olarak son yıllarda gündemi meşgul eden ve gündelik hayatı şekillendiren diğer önemli bir konu da dijital dönüşüm kavramıdır. Yapay zekâ, makine öğrenmesi, nesnelere interneti, blok zincir gibi kavramlar tartışılmaya ve uygulanmaya başlamıştır. Yenilikçi teknolojiler aracılığıyla iş yapış şekilleri değişmekte ve dönüşmekte, teknoloji her geçen gün hayatın daha büyük bir alanında yer almaktadır.

Teknoloji ve toplumsal ilerleme de birbirine bağlılık arz etmektedir. Endüstri 4.0’dan kısa bir süre sonra tartışılmaya başlanan “Toplum 5.0” kavramı bunun bir göstergesidir. Son yıllarda dijital teknolojilerin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (Sustainable Development Goals-SDGs) üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalarda karmaşık olan ilişkide hem olumlu hem de olumsuz çıktılar ortaya koymuşlardır. Spesifik dijital teknolojilerin ilişkili oldukları sürdürülebilirlik ile ilgili konular üzerindeki etkisinin incelenmesi gereği ortaya çıkmıştır (Almansour, 2022, s.1). Bu nedenle dijital dönüşümün sürdürülebilir kalkınma amaçlarının gerçekleştirilmesi için en önemli güçlerden birisi olduğu yönünde görüşler öne sürülmektedir (Gupta vd., 2020).

Yeşil dönüşüm de dijital dönüşümü etkilemektedir zira dijital teknolojilerin kendisi de çevreye olan etkilerini azaltmalıdır. Bu bağlamda dijital teknolojiler, elektronik bileşenler ve sistem değer zinciri çevresel sürdürülebilirlik doğrultusunda dönüştürülmelidir (Muench, Stoermer, Jensen, Asikainen, Salvi ve Scapolo, 2022). Ayrıca özellikle dijital dönüşümün öncü teknolojisi yapay zekâ bağlamında, açıklanabilirlik kavramı da ön plana çıkmaya başlamış ve “açıklanabilir yapay zekâ” (explainable AI) da son yıllarda üzerinde çalışılan önemli bir konu hâline gelmiştir (Deniz, 2022). Birleşmiş Milletler “İyilik için Yapay Zekâ (AI for Goods)” girişimi de yine sosyal boyutun dikkate alındığını gösteren bir diğer girişim olarak değerlendirilebilecek nitelikler taşımaktadır.

Bu noktada ikiz dönüşüm kavramı devreye girmektedir. Teknoloji, iklim değişikliği ile mücadele etmek için tasarlanan stratejilerin çoğunda merkezi bir rol oynamaktadır. Yeşil teknoloji bilgisi, düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş için çeşitli çözümler sunmaktadır. Bu çözümler, karbon (hava ve nokta) yakalama, e-yakıtlar, ileri biyoyakıtlar, sıfır karbonlu çimento, plastik ve çelik teknolojileri gibi farklı alanları kapsamaktadır (Bianchini ve Ghisetti, 2023, s.879). Rehman ve diğerleri (2023), nesnelere interneti (IoT), yapay zekâ ve büyük veri gibi teknolojilerin daha yeşil bir dünya için yardımcı teknolojiler olabileceğini ifade ederken; yenilikçi teknolojilerin farklı sektörlerde sera gazı salınımını azaltıcı etki potansiyeli olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarındaki teknolojik inovasyonlar ile karbon salınımlarında dramatik düşüşler kaydedilebileceği öne sürülmektedir (Husain, Sohag ve Wu, 2021).

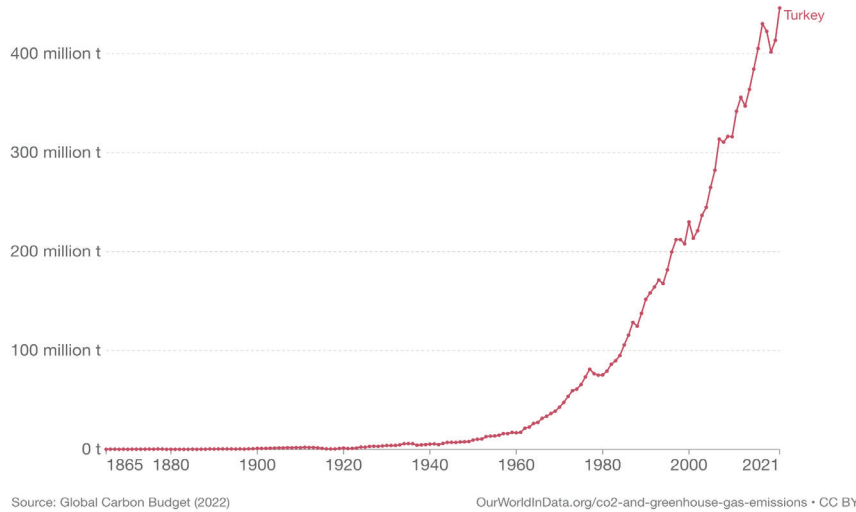
Bu veriler, küresel iklim değişikliği konusunda önemli bir göstergedir ve bilim insanlarının dikkatini çeken ciddi bir durumdur. Sıcaklık artışı, çeşitli faktörlerin birleşimiyle ilgili olarak insan faaliyetleri ve doğal etmenlerle açıklanmaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve daha sürdürülebilir bir gelecek için küresel çapta çaba harcamak, küresel toplumun önemli bir önceliği olmuştur. Şekil 1’den farklı sektörlerin ve süreçlerin küresel salınlara önemli katkıda bulunduğu açıkça görülmektedir. Bu da, iklim değişikliğiyle mücadele için tek ve basit bir çözümün olmadığı anlamına gelir. Elektrik, ulaşım, gıda üretimi veya ormansızlaşma gibi belirli alanlara odaklanmak yeterli değildir. Enerji sektörü gibi salınlamaların büyük bir kısmından sorumlu olan alanlarda bile, basit bir düzeltmenin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır (Ritchie, Roser ve Rosado, 2020).



Şekil 1. Sektörlere göre dünya geneli sera gazı emisyon kaynakları (%)

Kaynak: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>.

Şekil 2’deki eğilim incelendiğinde ise sıfır salınım hedefine ulaşılması için birçok sektörde yeniliklere ve çeşitli çözümlere ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, çeşitli sektörlerdeki salınlamaları azaltmaya yönelik çeşitli dönüşümler ve teknolojiler geliştirmek önemlidir. Toplum olarak, işbirliği içinde hareket ederek, çeşitli sektörlerdeki salınlamaları azaltmak için kapsamlı ve bütünleşmiş bir strateji benimsenmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Türkiye’nin yıllık CO2 salınlamaları (ton)

Kaynak: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>.

Bu makale kapsamında dünya yazınında yeni bir kavram olan “ikiz dönüşüm” hakkında kavramsal bilgi verilerek Türkçe yazına katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda ikiz dönüşüm uygulanmasına ilişkin çerçeve örneklerine de yer verilmiştir. Bu makalenin ilk bölümünde sürdürülebilirlik, ikinci bölümünde ise dijital dönüşüm ile ilişkili kavramlara değinilerek makalenin ana konusu olan ve üçüncü bölümde yer alan ikiz dönüşüm kavramına temel oluşturulmaktadır.

İkiz Dönüşüm: Sürdürülebilirlik Yolunda Bütüncül Yaklaşım

İzleyen alt başlıklarda, “İkiz Dönüşüm” kavramının ortaya çıkmasına kaynaklık eden iki temel kavram ele alınmaktadır: Sürdürülebilirlik ve dijital dönüşüm. Bu iki kavram ele alındıktan sonra, makalenin odaklandığı temel kavram olan “ikiz dönüşüm” kavramı açıklanmıştır.

Sürdürülebilirlik

Genel kabul gören ve “*gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamaını sağlamak*” (Brundtland Raporu, 1987) şeklinde tanımlanan “sürdürülebilirlik” kavramı Elkington (1994) tarafından “ekonomik”, “çevresel” ve “sosyal” olmak üzere üç boyut altında kavramsallaştırılmıştır. Ekonomik ve çevresel boyut bir arada ele alındığında “yeşil” kavramını ifade ederken; sosyal boyutun eklenmesiyle “sürdürülebilirlik” kavramı tamamlanmış olmaktadır. 1992 Rio Konferansı, 2002 Johannesburg Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, 2012 BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20) sürdürülebilir kalkınma konusunda önemli organizasyonlardır.

Her ne kadar ilk bakışta hem kârlı hem de çevre dostu ve sosyal sorumlu olmak pahalı görünse de (Heizer ve Render, 2004), sürdürülebilir üretim yönetiminin işletmelerin adaptif ve çevik olmalarına yardımcı oldukları (Kleindorfer, Kalyan, Wassenhove ve Luk, 2005) ve kanuni düzenlemeler ve tüketici davranışları aracılığı ile bir denge oluşturulabileceği (Hong, Zhang, Gong ve Yu, 2021) ifade edilmektedir (Deniz, 2023).

Birleşmiş Milletler, sürdürülebilir kalkınma yolunda 2030 Ajandası’nda 2015 yılında 17 adet sürdürülebilir kalkınma amacı ortaya konmuştur. “Yoksulluğa son” olan ilk kalkınma amacı ile “Hedefler İçin Ortaklıklar” olan son kalkınma amacı arasında açlık, eğitim, sağlık, doğal kaynakların korunması vb. konularda amaçlar yer almaktadır. 2015 Paris Anlaşması ve 2019 Avrupa Yeşil Mutabakatı yine çevresel sürdürülebilirlik noktasında önemlidir (Muench ve diğerleri, 2022).

Ürünlerin üretilip kullanıldıktan sonra ömürlerinin dolduğu doğrusal bir ekonomi anlayışı yerine, kullanım süresi dolan ürünlerin tekrar ekonomiye dâhil edilmesi öngören döngüsel ekonomi kavramı da bu bağlamda ele alınmalıdır. Sorumlu üretim ve tüketimle ilişkili 12. sürdürülebilir kalkınma amacı kapsamında da kapalı döngü prensiplerin dikkate alınması gerektiğine vurgu yapılarak döngüsel ekonomi desteklenmektedir. Özellikle atık yönetimi ve kaynak kullanımı açısından döngüsel ekonomi önemli bir kavramdır. Siber fiziksel sistemler, sensör teknolojisi, nesnelerin interneti ve özellikle de blok zincir teknolojisi gibi yenilikçi teknolojiler döngüsel ekonomiyi gerçekleştirme yolunda kolaylık sağlamaktadır (Wilts ve Berg, 2017).

Dijital Dönüşüm

2000’lerin başından itibaren dijitalleşme, yapay zekâ ve Endüstri 4.0 kavramının yükselişiyle birlikte üretim, sosyal ilişkiler ve eğitim alanları büyük bir hızla dönüşmüştür. Dünya Ekonomik Forumu’nun 2016 Davos toplantısında tüm ülkeler tarafından kabul edilen Endüstri 4.0 Devrimi, dijital gelişmelere dayanmaktadır (World Economic Forum, 2016).

Bilgi, ekonomik ve teknolojik gelişmelerin temelinde yer alır ve küresel pazarda rekabet avantajı sağlama açısından hayati bir kaynak olarak kabul edilir. Bilginin oluşturulması, toplanması, saklanması, işlenmesi ve iletilmesi süreçlerinde analogdan sayısala doğru bir dönüşüm yaşanmaktadır. Otomasyon, Nesnelerin İnterneti, dijitalizasyon (0-1 arasına dönüştürme), dijitalizasyon (sayısallaştırma), dijital dönüşüm (sayısal

dönüşüm), bilgi sistemleri, bilgi işlem ve bilişim gibi kavramlar günümüzde sıkça kullanılan ve bazen birbirinin yerine kullanılan terimlerdir (BTK, 2020, s.11).

Son yıllarda, farklı alanlarda sıklıkla karşılaştığımız terimlerden biri olan dijitalleşme, bilgi sistemlerinin temelini oluşturan analog verilerin sayısal formata dönüştürülmesini ifade eder. Sayısallaştırma sayesinde veriler bilgisayarlar tarafından işlenebilir, saklanabilir ve yönetilebilir hâle gelmektedir. Dijitalleşme ve dijital dönüşüm, bir kuruluşun veya bir sektörün iş süreçlerini, hizmetlerini ve faaliyetlerini dijital teknolojilere dayalı daha verimli, hızlı ve yenilikçi bir şekilde yürütme yoludur. Bu sayede bilgi paylaşımı, iletişim, veri analizi ve iş yapma yöntemleri önemli ölçüde geliştirilebilir.

Hess, Matt, Benlian ve Wiesböck (2016) dijital dönüşümü, işletmelerin dijital teknolojileri benimsemesi ve bu teknolojileri işletme süreçlerine entegre etmesi yoluyla işletmelerin iş yapış biçimlerini ve müşteri etkileşimlerini yeniden şekillendirmesi olarak tanımlanmaktadır. Dijital dönüşüm, dijital teknolojileri kullanarak iş modellerini, iş süreçlerini ve organizasyon yapılarını değiştirerek müşterilere ve paydaşlara yeni değerler yaratan ve sürekli değişen dijital ekonomide daha etkili bir şekilde rekabet eden bir süreçtir. Yani dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri kullanarak daha verimli, daha hızlı ve daha müşteri odaklı hâle gelmesi sürecidir.

Fitzgerald, Kruschwitz, Bonnet, ve Welch (2014) tarafından yapılan çalışmada, dijital dönüşüm şu şekilde tanımlanmaktadır: "Dijital dönüşüm, işletmelerin, yeni müşteri gereksinimlerine cevap verebilmek ve pazarda rekabet avantajı elde etmek amacıyla sosyal medya, mobil uygulamalar, veri analitiği, gömülü sistemler gibi yeni dijital teknolojileri kullanarak yeni iş modelleri geliştirmesi ve bu amaçla gerekli olan her türlü yapısal dönüşümü gerçekleştirmesini ifade eder."

Nwankpa ve Roumani (2016) ise dijital dönüşüm kavramını dijital teknolojilerin temelleri üzerine inşa edilen ve yönlendirilen değişim ve dönüşümler olarak tanımlamışlardır. Ayrıca bir işletme içinde dijital dönüşümün, büyük veri, analitik, bulut, mobil ve sosyal medya platformuna kurumsal bir geçiş süreci olduğunu ifade etmişlerdir. Onlara göre işletmeler, değişen iş ortamına yanıt olarak sürekli dönüşmekte ve gelişmekteyken, dijital dönüşüm, iş operasyonlarında, iş süreçlerinde ve değer yaratmada benzersiz değişiklikler başlatan, dijital teknolojilerin temeli üzerine inşa edilen değişikliklerdir.

Dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin iş ve sosyal yaşamda kullanımının yaygınlaştırılması ve bu teknolojilerin toplumda yol açtığı değişimden faydalanmak için iş faaliyetlerinin, süreçlerinin, yetkinliklerinin ve modellerinin hızlı bir şekilde dönüştürülmesidir. Bu dönüşüm, eğitim, sağlık, ticaret, finans, kamu yönetimi gibi alanlarda dijital teknolojilerin yaygınlaşmasını ve bulut bilişim, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve büyük veri gibi teknolojilerin kullanımının artmasını içermektedir (BTK, 2020, s.11).

McKinsey Global Enstitüsü, gelecekteki ekonomik büyüme için dijital teknolojilerin benimsenmesini en önemli faktör olarak görmektedir. Yapılan araştırmalar, 2030 yılına kadar potansiyel verimlilik artışının %60'ının dijital teknolojilerden kaynaklanacağını göstermektedir. Bu durum Türkiye için de geçerlidir. Otomasyon, yapay zekâ ve diğer dijital teknolojiler, ülke ekonomisini güçlendirmek için büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak bu potansiyeli gerçekleştirebilmek için işgücü ile ilgili fırsatlar ve zorluklar konusunun iyi anlaşılması önemlidir. Türkiye'deki işgücünün yaklaşımakta olan dönüşüme hazırlanabilmesi için bu konuların üzerinde durulmalıdır. Dünya genelinde mevcut teknolojiler, işlerin %50'sinin otomasyonla gerçekleştirilebilecek seviyede olduğunu göstermektedir. Türkiye'de ise mevcut teknolojilerle her 10 mesleğin 6'sı %30 oranında otomatize edilebilir durumdadır. Önümüzdeki on yıl içerisinde, otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin ekonomik faydaları ve sosyal değişimlerle birlikte, Türkiye'de 3.1 milyon iş artışı potansiyeli öngörülmektedir. Bu süre zarfında otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle 7.6 milyon iş kaybedilecek, ancak bu kaybedilen işler yeni işlere dönüşebilecek ve 2030 yılına kadar 8.9 milyon yeni iş oluşabilecektir. Ayrıca, özellikle teknoloji alanında olmak üzere, tamamıyla yeni 1.8 milyon işin de

yaratılması mümkün olabilecektir. Bu dönüşümü gerçekleştirebilmek için Türkiye'de mevcut mesleklerine devam eden 21.1 milyon kişinin, teknolojiden faydalanarak yetkinliklerini geliştirmesi gerekmektedir. Ayrıca, yeni yetkinlikler kazanmak ve meslek değişikliği nedeniyle otomasyon ve dijitalleşmenin etkisinin daha fazla olması beklenen 7.6 milyon çalışana da ihtiyaç duyulacaktır. Bununla birlikte, işgücüne katılacak olan 7.7 milyon çalışanın güncel yetkinliklere sahip olması gerekmektedir (McKinsey & Company, 2020, s.3).

Dijital dönüşüm yolculuğu sektöre göre farklılık gösterdiği gibi, organizasyon biçimi de farklılık gösterecektir. Bununla birlikte, her sektör değişim baskısı altındadır ve her organizasyonun bir planı olması gerekmektedir. Fiziksel ve dijital unsurları optimize etme zorluğunu aşabilen ve müşteri taleplerine dayalı yeni iş modellerini uygulayanlar, yetenek, ortaklar ve kaynaklar konusunda kazançlı çıkacaklardır (Berman, 2012, s.22).

İşletmeler için önemli olan, her türlü dijital dönüşüm yaklaşımını dikkate alan ve birleştiren kapsamlı bir dijital dönüşüm stratejisidir. Bu amaçla, farklı dijital dönüşüm senaryolarını ve bu senaryoların dönüşümü nasıl etkilediğini belirlemek önemlidir (Klein, 2020). Yapay zekâdan ve dijital yatırımları bir araya getirmekten daha büyük bir eko-inovasyon etkisi beklenmektedir (Montresor ve Vezzani, 2023).

İkiz Dönüşüm

Araştırmacılar, yöneticiler ve politika yapıcılar arasında güncel yazında anahtar rol oynayan “ikiz dönüşüm” fenomenini keşfetmeye yönelik artan bir ilgi bulunmaktadır. Sürdürülebilir bir geleceği teşvik etme yolunda Avrupa Komisyonu (EU), “iç içe geçmiş ve eşzamanlı yeşil ve dijital dönüşümü” ifade eden ikiz dönüşüm kavramını tanıtarak, sistematik dönüşümler yoluyla yeşil bir geleceği sürdürmek ve şirketlerin karbon ayak izini dengelemek için dijital teknolojileri kullanma hedefini belirlemiştir (Rehman ve diğerleri, 2023). Yeşil ve dijital dönüşümün paralel şekilde gerçekleştirildiği ikiz dönüşüm ile birlikte hem sinerji oluşturmak, hem de riskleri yönetmek mümkün olmaktadır (Muench, Stoermer, Jensen, Asikainen, Salvi ve Scapolo, 2022). İkiz dönüşüm sürdürülebilir, adil ve rekabetçi bir gelecek için bir köşetaşı olarak ifade edilmektedir (Muench ve diğerleri, 2022).

İkiz dönüşüm kavramının içeriği incelendiğinde sıklıkla “yeşil ve dijital dönüşüm” (Revoltella, 2020; Ortega-Gras, Bueno-Delgad, Cañavate-Cruzado ve Garrido-Lova, 2021; Husain ve diğerleri, 2021; Montresor ve Vezzani, 2023; Rehman ve diğerleri, 2023; Chen, Kurdve, Johansson ve Despeisse, 2023; Pulignano, Hauptmeier ve Frans, 2023) kavramları yer almaktadır. Söz konusu durumun, benzer bir anlamı ifade etmek üzere “çevresel ve dijital dönüşüm” (Ferreira, Fernandes, Veiga ve Caputo, 2022) şeklinde de ifade edilmekte olduğu görülebilmektedir. van Erp ve Rytter (2023) ise yine sürdürülebilirliğin çevresel boyutu ile ilişkili olarak ikiz dönüşüm kavramını “dijital ve dögüsel” olarak ifade etmiştir. Aynı yazarlar makalelerinin giriş bölümünde ise ikiz dönüşümü “sürdürülebilir ve dijital dönüşüm” olarak ifade etmişlerdir. Gerlitz ve Meyer (2021)'in çalışmasında ise “sosyal eşitlik” de dâhil edilerek “sürdürülebilir ve dijital dönüşüm” şeklinde kullanılmıştır. Diğer taraftan Rehman ve diğerleri (2023) yeşil insan kaynakları yönetimini dikkate alması yönüyle sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna dolaylı olarak yer vermiştir.

İkiz dönüşüm, farklı kaynaklarda “ikiz dijital (twin digital)”, “yeşil dönüşüm (green transition)”, “dögüsel endüstri 4.0 (Circular I4.0)” ve “dijital dögüsel ekonomi (Digital CE)” olarak da yer almaktadır (Ortega-Gras ve diğerleri, 2021). Husain ve diğerleri, (2021) ikiz dönüşüm stratejisinin, yeşil ve dijital dönüşümler arasındaki tartışılmaz tamamlayıcı ilişkiyi güçlendirdiğini ifade etmektedir. Bu süreci sosyo-teknik bir süreç olarak tanımlayan yazarlar bir paradigma değişimine ihtiyaç olduğunu da vurgulamaktadır. Diğer taraftan yazın incelendiğinde sürdürülebilirlik ve dijitalleşmeyi bir arada ele alan ve İngilizce “digitalization” ve “sustainability” kelimelerinin birleştirilmesinden oluştuğu için tam olarak Türkçe ifade edememek ile birlikte ikiz dönüşüm ile benzer anlamları olan “digitainability” kavramına da yer vermek gerekmektedir (Gupta, Motlagh ve Rhyner, 2020).

Son zamanlarda basının bu konuya ilgisinin yanı sıra bilim camiasında da bir dizi meşru sorular gündeme gelmeye başlamıştır. Yeşil ve dijital dönüşümler karşılıklı olarak uyumlu mu? Yoksa bir dönüşümün diğerini iptal etmesi söz konusu mu? "Dönüşüm" terimi ekonomik, sosyal, kültürel ve politik alanları kapsayan geniş bir kavramı ifade etmektedir. Yeşil teknolojiler ve ileri dijital teknolojilerin bir araya gelmesi, sera gazı salınımlarını azaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu teknolojilerin kombinasyonu, çimento, çelik, plastik gibi sektörlerdeki üretimin çevresel etkilerini azaltmada etkili olabilir (Bianchini ve Ghisetti, 2023, s.878).

Avrupalı politika yapıcılar, ikiz dönüşüm konusuna büyük önem vermektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve AB'nin Dijital Stratejisi, pandemi sonrası kurtarma planının temelini oluşturmaktadır. Bu planlar, AB ekonomisini daha sürdürülebilir ve dijital bir yapıya dönüştürme amacını taşımaktadır. Benzer şekilde, ABD de kurtarma planında dijital ve yeşil alanlara odaklanarak yeni teknolojilerin geliştirilmesine önem vermektedir. Ancak, AB'nin ikiz dönüşümde liderlik rolünü ne ölçüde üstleneceği henüz net değildir. AB firmalarının dijital ve yeşil teknolojilere uyum düzeyi, uluslararası meslektaşlarıyla karşılaştırılarak izlenmelidir. Bu izleme, AB ekonomisindeki ikiz dönüşüm sürecinin şekillenmesine yardımcı olacaktır (Veugelers ve diğerleri, 2023, s.1).

İkiz dönüşüm, uyum sağlamak için farklı beceri setlerini gerektirir. Yaratılan işler, kaybedilen işlerle aynı nitelikte olmayabilir ve yapısal değişimler, talep edilen beceri setlerinde değişikliklerle birlikte gelir. Örneğin, dijitalleşmeye bağlı değişimler, son yıllarda yüksek vasıflı işlerin artmasına ve özellikle daha gelişmiş veya yeni beceri setlerine sahip olan yenilikçi firmaların doğru yetenekleri bulmak için zorlanmasına yol açmıştır (EIB, 2018, 2019). Benzer şekilde, AB ekonomisinin yeşilleşmesi, farklı mesleklerde ihtiyaç duyulan becerileri değiştirecektir. Örneğin, bina tadilatlarında usta mimarlar, mühendisler veya yeşil teknolojilere yönelik talep giderek artacaktır (Revoltella, 2020, s.354).

Dijital teknolojilerin çevresel sorunlarla mücadele konusunda potansiyel olarak yardımcı olabileceğine dair yüksek beklentiler bulunmaktadır. Ancak, bu konuda henüz sistematik bir kanıt bulunmamaktadır. Örneğin, yapay zekâ (AI) ve büyük veri, çevresel verilerde yeni modeller tespit ederek iklim değişikliği çalışmalarına katkıda bulunabilir, tüketicileri daha çevre dostu davranışlara teşvik edebilir ve çevresel ayak izlerine ilişkin farkındalığı artırabilir. Aynı şekilde, elektrikli araçlar, akıllı cihazlar ve akıllı şebekeleri birbirine bağlayarak enerji yönetimi ve yönlendirmesi için kullanılarak akıllı ve düşük karbonlu şehirlerin teşvik edilmesi mümkündür. Dijital teknolojiler ayrıca salınımları azaltmaya, çevreyi korumaya ve tehlikeli hava olaylarının tahmin edilmesine yönelik politika eylemlerine rehberlik etme potansiyeline sahiptir. Ancak, dijital dönüşümün kurtarıcı bir etkisi olduğu düşüncesiyle bu konuyu aşırı basitleştirmemek önemlidir. Teknolojinin olumsuz yönlerinin de olduğu açıktır. Çünkü dijital teknolojiler büyük ölçüde enerjiye, altyapıya ve malzemelere bağımlıdır. Bu nedenle, dijital dönüşümün çevresel etkilerini ve sürdürülebilirlik açısından potansiyel riskleri dikkate almak önemlidir (Bianchini ve Ghisetti, 2023, s.879).

Gelişmekte olan birçok teknolojiyle ilgili tartışmalar gibi, dijitalleşme konusunda da görüşler kutuplaşmış durumdadır. Karşıt görüşlerden biri, "dijitalleşmenin gezegeni yok edeceği" iddiasını ortaya koyarken, diğer taraf ise "dijitalleşmenin çevresel sürdürülebilirlik için bir çözüm olduğunu" savunmaktadır. Ancak, dijital dönüşümün çevresel sonuçlarına ilişkin yapılan araştırmaların sınırlı olması nedeniyle gerçek durum tam olarak belirsizdir. Ayrıca, dijital teknolojilerin tek bir varlık olarak ele alınamayacağı, bunun yerine farklı, genellikle tamamlayıcı ve birbirine bağlı bir dizi bilgi olarak ele alınması gerektiği vurgulanmalıdır. Bu, farklı dijital teknolojilerin çevre üzerinde farklı etkileri olabileceği anlamına gelir. Her bir dijital teknolojinin çevresel etkisini anlamak için ayrı ayrı değerlendirme yapılması gerekmektedir (Bianchini ve Ghisetti, 2023, s.882).

Yapılan bir araştırmaya göre AB firmalarının, ABD rakiplerine kıyasla dijitalleşme açısından daha geride kalmaya meyilli olduğunu, ancak yeşil yatırımlar konusunda daha iyi bir konumda olduklarını göstermektedir. Avrupa firmaları, yeşil ve dijital dönüşümün kesişiminde liderlik etmektedir ve AB firmalarının daha yüksek bir oranı yeşil ve dijital dönüşümü bir arada gerçekleştirmektedir. Bu yeşil ve dijital dönüşümü bir

arada gerçekleştiren firmaların büyük bir bölümü imalat sektöründe faaliyet göstermektedir. Boyut, sektör ve bölge kontrolü yapıldığında, elde edilen sonuçlar "ikiz dönüşüm" yapan firmaların daha iyi yönetim uygulamalarına sahip olduklarını, yenilik liderleri olma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve iş güçlerini genişletme ve eğitime eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. İkiz dönüşüm gerçekleştiren firmalar, gelecekte kapasitelerini daha da genişletecek olan firma olma yolunda en olası adaylar iken; yeşil veya dijital yatırım yapmayan firmaların ise gelecekte böyle bir planları olmadığına işaret edilmektedir (Veugelers ve diğerleri, 2023, s.62).

COVID-19 krizi, sürdürülebilirlik ve dijital dönüşümün öneminin daha fazla anlaşılmasına yol açmıştır (Veugelers, Faivre, Rückert ve Weiss, 2023, s.1; Rehman ve diğerleri, 2023; s.2). İşletmeler, salgın nedeniyle işlerini uzaktan düzenlemeye ve müşteriler, tedarikçiler ve çalışanlarla iletişimi yeniden tasarlamaya zorlanmışlardır. Bu aksaklıkların önlenmesi için işlerini, temelden dönüştürmek durumunda kalmışlardır. Koronavirüs salgını ve iyileşme süreci, ikiz (yeşil ve dijital) dönüşümün hızlandırılmasına yönelik bir şok etkisi yaratabilir (Veugelers ve diğerleri, 2023, s.1).

Türkiye’de de bu konu hakkında farkındalık oluşmaya başlamıştır. Örneğin Sektörel Dernekler Federasyonu (SEDEFED) tarafından “Dijital ve Yeşil Dönüşen Sektörler” temasıyla gerçekleştirilen 14. Rekabet Kongresi’nde, başarıyla her iki dönüşümü gerçekleştirenlerin rekabette öne çıktığı vurgusu yapılmıştır. Söz konusu etkinlikte, dijital dönüşüm ve yeşil dönüşümün “ikiz dönüşüm” olarak tanımlandığı ifade edilmiştir. İkiz dönüşümün sektörlere olan etkileri masaya yatırılmış; sonuç olarak yeşil dönüşüm ve dijitalleşmenin ülkede yeni bakış açıları ve imkânlar sunarak sıçrama için kaldıraç etkisi yaratabileceği de ifade edilmiştir. Bu önemli etkinlikte, sektör temsilcileri, uzmanlar ve kamu kuruluşları bir araya gelerek ikiz dönüşümün rekabetçilik üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve ülkenin sürdürülebilir kalkınması için önemli stratejilerin ele alındığı bir platform sunulmuştur (www.milliyet.com.tr).

İzleyen metinde geçmişten günümüze kronolojik bir sıra izlenerek ikiz dönüşüme ilişkin akademik çalışmalara ait özet bilgiler sunulmaktadır. Bu bilgiler, söz konusu çalışmaların tarihsel anlamda gelişimini ve ilerlemesini vurgulamak amacıyla sunulmuştur.

Öncelikle Revoltella (2020), Covid-19 pandemisi sonrasında dijitalleşmenin hız kazandığı ve “yeni normal” olduğuna vurgu yaparak Avrupa Birliğinde yer alan şirketlerin rekabetçiliklerini korumaları için dijitalleşme çalışmalarını artırmaları gerektiğini ifade etmektedir. Hem dijital, hem de yeşil dönüşümün işgücü pazarına etkisi olacağını ifade eden çalışma kapsamında bir taraftan dijital dönüşüm kapsamında otomasyon nedeniyle işgücü kayıpları yaşanması beklenirken, diğer taraftan yeşil dönüşüm sonucunda yenilenebilir enerji ve geri dönüşüm gibi alanlarda işgücüne gereksinim olacağı ifade edilmektedir. Mevcut işgücünün dijital yeteneklerinin artırılmasının da toplumsal açıdan diğer önemli konu olduğu ifade edilmektedir.

Döngüsel ekonomiye geçişin Endüstri 4.0 kapsamındaki anahtar teknolojiler aracılığıyla güçlendirilebildiği üzerinde duran Ortega-Gras ve diğerleri (2021), Avrupa’daki uygulama örneklerini taramışlardır. Bu bağlamda ikiz dönüşüm ile ilişkili AR-GE projeleri, patentler ve ticari çözümlerden örnekler sunmuşlardır. Analiz sonucunda ikiz dönüşüm bağlamında en çok kullanılan beş teknolojinin robotik, büyük veri, yapay zekâ, nesnelere interneti ve eklemeli imalat olduğu ortaya çıkmıştır.

Husain ve diğerleri (2021) ise aynı yıl gerçekleştirmiş oldukları makalelerinde zaman serisi analizinden yararlanarak hem yeşil tahvil endeksi hem de yeşil sermaye endeksi dâhil olmak üzere yeşil piyasaların ABD'deki iklim politikası belirsizliğine tepkisini analiz etmektedir.

Diğer taraftan Gerlitz ve Meyer (2021) Baltık Denizi Bölgesi, Adriyatik-İyon Denizi Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi’nde yer alan küçük ve orta ölçekli limanlar için çevresel sorumluluk, sosyal eşitlik ve ekonomik verimlilik gözetilerek bir dönüşüm gerçekleştirilmesi konusunda çalışmışlardır. Bu çalışmada paydaşlar arasında paylaşılan bir değer üretimine vurgu yapılarak, dikkate alınması gereken ekosistemin boyutları çevresel, teknolojik, yasal, ekonomik, yönetim ve sosyal yönler olarak sıralanmıştır.

Fosil kaynaklı yakıt kullanan araçların çevreye olan olumsuz etkilerine bir çözüm olarak geliştirilen elektrikli araçların neden beklendiği kadar yayılmadığını nitel analiz ile inceleyen Almansour (2022)'un çalışmasının yanı sıra 2022 yılında gerçekleştirilen diğer bir çalışma kapsamında Ferreira ve diğerleri (2022) Eurostat, FAO, GEM, BM ve Dünya Bankası veritabanları üzerinden gerçekleştirmiş oldukları dinamik panel ekonometrik analizler sonucunda 27 Avrupa Birliği ülkesinin 2015-2019 yılları arasındaki 5 yıllık verilerine dayanarak, ulusal girişimcilik sistemlerinin ikiz dönüşüm üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca ulusal ekonomik kalkınma düzeyinin, bu etkide düzenleyici role sahip olduğu da çalışmanın diğer bir bulgusudur.

Bu yıl gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde ise Montresor ve Vezzani (2023), Rehman ve diğerleri, (2023), van Erp ve Rytter (2023), Pulignano ve diğerleri (2023) ve Chen ve diğerleri, (2023)'nin çalışmaları dikkat çekmektedir. Bu çalışmaların ortak yönü ise şirketlerden toplanan veriler üzerinde gerçekleştirilmiş uygulama makaleleri olmasıdır. Öncelikle Montresor ve Vezzani (2023) dijital teknolojilere yapılan yatırımları, eko-yenilikçi üretim süreçleri ve modellerinin eğilimiyle ilişkilendirerek şirketlerde ikiz dönüşümün (dijital ve yeşil) nasıl ortaya çıktığını İtalya'da 150.000 firmadan elde edilen örneklerle ortaya koymaktadır.

Rehman ve diğerleri, (2023) ise yeşil rekabet avantajı elde etmede dijital ve yeşil faktörler arasındaki ilişkiyi doğal kaynak tabanlı kuram bakış açısıyla Pakistan'dan elde ettikleri veri üzerinden inceledikleri çalışmaları kapsamında IoT, yeşil insan kaynakları yönetimi ve çevre yönetimi stratejilerine yapılan yatırımın bir şirketin yeşil rekabet avantajı ile doğrudan ve dolaylı olarak bağlantılı olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçları teknolojik yenilik ve yeşil iş iklimi algısının yeşil rekabet avantajını artırdığını; ayrıca yeşil iş iklimi algısı, teknolojik yenilik ve yeşil rekabet avantajı arasındaki ilişkiyi olumlu yönde güçlendirdiğini ortaya koyması yönüyle önemlidir.

van Erp ve Rytter (2023)'in çalışması dijital ve dögüsel imalat için DesOps olarak adlandırdıkları özgün bir tasarım ve işlem çerçevesi sunması yönüyle diğerlerinden farklılaşmaktadır. Dokuz aşamadan oluşan çerçevenin ilk aşaması olgunluk değerlendirme ile başlamakta ve son aşaması eğitim ile tamamlanmaktadır.

Almanya ve Belçika'da otomotiv endüstrisindeki ikiz dönüşüme yönelik sendika stratejilerinin belirleyicileri üzerine çalışan Pulignano ve diğerleri (2023), Alman sendikalarının otomotiv endüstrisinin süregelen dönüşümünü etkilemek ve şekillendirmek için proaktif stratejiler ve öneriler geliştirirken; Belçikalı sendikaların daha pasif bir şekilde daha geniş bir strateji olmaksızın, öncelikli olarak yönetim tekliflerine tepki vererek ve dar bir şekilde istihdam ve çalışma koşullarına odaklandıklarını ortaya koymuşlardır.

Son olarak Chen ve diğerleri, (2023) diğer çalışmalardan farklı olarak başarılı bir ikiz dönüşüm gerçekleştirme kapsamında dijital teknolojilerin çevresel sürdürülebilirliği yalın prensipler aracılığıyla nasıl destekleyebileceğini araştırmışlardır. Üç şirketten veri toplanarak gerçekleştirilen çalışma sonucunda görselleştirme ve hatasızlaştırma (poka-yoke) gibi yalın uygulamaların çevresel faydaları olabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmanın diğer bir katkısı da ikiz dönüşümü gerçekleştirmenin yanı sıra yılmazlığı (resilient) sağlamak adına imalat işletmeleri için faydalı olabilecek bir çerçeve (Digitalization Supports Environmental sustainability through Lean principles - DIESEL) sunmuş olmasıdır.

İkiz Dönüşüm Uygulamalarına Yönelik Faydalı Bilgiler

Bu bölüm kapsamında yazın taraması sonucunda elde edilen bilgilerden yola çıkılarak ikiz dönüşüm uygulamalarında rehberlik edici özelliğe sahip olan model ve yol haritalarına yer verilecektir. İlk olarak Avrupa Birliği tarafından yayımlanan JRC raporunda Avrupa Birliği'nde başarılı ikiz dönüşüm (dijital ve yeşil dönüşüm) için gerekli anahtar gereksinimlere yer verilmektedir. Söz konusu anahtar gereksinimler sosyal, teknolojik, çevresel, ekonomik ve politik olmak üzere beş başlıkta incelenmektedir (Muench ve diğerleri, 2022):

Sosyal Gereksinimler

- Adil dönüşümler sağlamak
- Değişim ihtiyacına yönelik toplumsal bağlılığı artırmak
- Teknolojinin gizliliğini ve etik kullanımını sağlamak

Teknolojik Gereksinimler

- İnovasyon altyapısını uygulamak
- Tutarlı ve güvenilir bir teknoloji ekosistemi oluşturmak
- Veri kullanılabilirliğini ve güvenliğini sağlamak

Çevresel Gereksinimler

- Geri tepme etkilerinden kaçınmak
- Yeşil dijital teknolojilerin çevresel ayak izini azaltmak

Ekonomik Gereksinimler

- Etkin pazarlar yaratmak
- Pazar oyuncularının çeşitliliğini sağlamak
- İşgücünü ilgili becerilerle donatmak

Politik Gereksinimler

- Yeterli standartları uygulamak
- Politika tutarlılığını sağlamak
- Yatırımları yeşil dijital çözümlere yönlendirmek

Bu raporda STEEP (toplum, teknoloji, çevre, ekonomi ve politika) çerçevesi kullanılmakta olup teknoloji ve çevre merkeze alınmıştır. Diğer taraftan sosyal konular arasında sosyal kabul, davranış değişikliği ve adil bir dönüşüm yer almaktadır. Kabul, davranış değişikliği ve bağlılık için bir ön koşul olması yönüyle oldukça önemlidir. Ekonomik konular pazarları, tedarik zincirlerini, altyapıyı, finansmanı, insan kaynağını ve inovasyon kapasitesini içerir. Son olarak, politik konular arasında politika oluşturma, yönetim sistemleri ve düzenleyici ortam yer alır. Rapor kapsamında tarım, inşaat, enerji ve ulaştırma sektörleri için detaylı bilgiler de yer almaktadır (Muench ve diğerleri, 2022) .

Diğer taraftan Ortega-Gras ve diğerleri (2021) çalışmalarında başarılı bir ikiz dönüşüm için tavsiyelere yer vermiştir. Şekil 3'te görselleştirilen bu tavsiyeler endüstri, teknolojik ve bilgi seviyesinde sınıflandırılmıştır. Endüstri düzeyi tavsiyelerden ilki atık yönetimi, otomotiv ve havacılık ile inşaat gibi öncü sektörlerde dijitalleşme ve döngüsellik için açık hedefler belirlenmesidir. Diğer taraftan gecikmeli sektörlerde ikiz dönüşümü destekleyici yeni stratejik plan ve politikaların ortaya konması önerilmektedir. Teknolojik düzeyde ise bir yandan döngüsel dönüşümü hızlandıran mevcut teknolojilerin araştırma-geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi, diğer yandan diğer teknolojilerin bu kapsamda nasıl kullanılabileceğinin değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Son olarak bilgi düzeyinde ikiz dönüşümü anlamak ve uygulamak için gereken yeteneklerin sağlanmasının yanı sıra, etkinin artırılması için Mesleki Mükemmellik Merkezleri (Centres of Vocational Excellence- CoVE) gibi farklı eğitim girişimleri arasında sinerjinin teşvik edilmesine vurgu yapılmaktadır.



Şekil 3. Başarılı bir ikiz dönüşüm için tavsiyeler

Kaynak: Ortega-Gras ve diğerleri (2021)

Diğer bir çalışma kapsamında ise Chen ve diğerleri (2023) tarafından dijitalleşmenin yalın üretim aracılığıyla çevresel sürdürülebilirliği desteklediği bir model (DIgitalization Supports Environmental sustainability through Lean principles - DISEL) önerilmiştir. Bu model kapsamında aracı rolü olan yalın üretim aracılığıyla stratejik seviyede değer odaklı bir yaklaşımla israfla mücadele edilmektedir.

van Erp ve Rytter (2023) de çalışmalarında DesOps olarak adlandırdıkları dokuz aşamadan oluşan özgün bir tasarım ve işlem çerçevesi sunmaktadır. Des, “design” kelimesinin karşılığı olarak tasarım, Ops ise “operations” kelimesinin karşılığı olarak işlemler bölümü ile ilgilidir. Çerçevenin ilk aşaması (sıfırıncı aşama) “olgunluk değerlendirme” ile başlamakta, sonrasında OKR olarak kısaltılan “hedef ve anahtar sonuçlar” belirlenmektedir. Tasarım kısmında öncelikle ikinci adımda “sistem tasarımı”, üçüncü adımda ise “etki alanına özgü tasarım” gerçekleştirilmektedir. Dördüncü adım tasarımı işlemlere bağlayan “sürekli sistem bütünleştirilmesi”dir. İşlemler bölümündeki beşinci ve altıncı adımlar “uygula” ve “izle” şeklinde devam etmektedir. Yedinci aşamada işlemleri tasarım ile birbirine bağlayan “sürekli geri bildirim” aşamasıdır. Tasarım ve İşlemler bölümleri hem kendi içlerinde hem de birbirlerine bağlı iki döngü şeklinde planlanmıştır. Önerilen çerçevenin son aşaması ise “eğitim” ile tamamlanmaktadır.

Son olarak Gerlitz ve Meyer (2021) tarafından limanlar için önerilen yeşil performans ölçüm çerçevesi incelendiğinde ilk olarak operasyonel ve teknolojik etkinliği değerlendirmek için anahtar performans göstergeleri yer almaktadır. Diğer göstergeler çevresel sorumluluk, sosyo-ekonomik etkinlik ve kurumsal denge kategorileri altında toplanmıştır.

Söz konusu çalışmalar incelendiğinde son üç yılda gerçekleştirildikleri ve Gerlitz ve Meyer (2021)’in limanlar özelinde gerçekleştirmiş oldukları çalışma haricinde genel anlamda uygulamalara yol gösterici model ve çerçeve önerileri şeklinde tasarlandıkları görülmektedir. Yeni bir kavram olan ikiz dönüşümün uygulanmasına yönelik faydalı çalışmaların sektör veya büyüklük gibi farklı sınıflandırmalar göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmesi faydalı olacaktır. Ayrıca gerçek uygulama sonuçlarından türetilen makalelerde yer verilecek zorlukların da rapor edilmesi faydalı olacaktır.

Sonuç

Dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik kavramları konusunda artan ilgi ve iki kavram arasındaki ilişki göz önünde bulundurulduğunda son yıllarda tartışılan ve her iki dönüşümün iç içe ve aynı anda gerçekleştirilmesine vurgu yapılan “ikiz dönüşüm” kavramı önem kazanmaktadır. Her ne kadar özellikle son üç yıldır ikiz dönüşüm konusunda İngilizce yazın hem kavramsal hem de uygulama çalışmaları açısından zenginleşmeye başlasa da, bu konuda yazılan Türkçe bir makaleye rastlanmamış olması, bu çalışmanın motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında kavramsal olarak öncelikle sürdürülebilirlik ve dijital dönüşüm kavramları, sonrasında ise ikiz dönüşüm kavramına yer verilmektedir. Çalışma kapsamında ayrıca uygulamacılara yol gösterici faydalı tavsiyeler ve modeller de yer almaktadır.

İkiz dönüşüm, oldukça yeni bir kavram olup, kuramsal ve uygulamalı çalışmaları incelendiğinde, konunun bütüncül bir bakış açısıyla ve disiplinlerarası bir yaklaşımla ele alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmaların sadece çevresel boyutu değil, aynı zamanda sosyal boyutu da dikkate alması gerektiği önemsenmelidir. Sürdürülebilirliğin başarılı bir şekilde sağlanması için sosyal etkilerin de göz önünde bulundurulması kritik bir unsurdur.

Gerçekleştirilen yazın taraması sonucunda gelecek çalışmalar için yol gösterici olması açısından, ikiz dönüşüm sırasında yaşanılması öngörülen zorluklara da yer verilmesi gerekliliği göze çarpmaktadır. Örneğin Ferreira ve diğerleri (2022)’nin de ifade ettiği gibi ikiz dönüşümün önündeki zorluklardan birisi çevresel dönüşüm açısından “sürdürülebilirlik” kavramı hakkında bilgi eksikliğidir. Dijital dönüşüm konusunda ise düzenli güncelleme ve personelin sürekli eğitimi gerekmektedir. Avrupa Birliği raporunda da belirtildiği üzere yeşil ve dijital dönüşümün sosyal boyut bakış açısı da dâhil edilerek geliştirilmesi gerekmektedir (Muench ve diğerleri, 2022).

Revoltella (2020) da aynı doğrultuda, dijital ve yeşil dönüşümün insan-merkezli bir şekilde yapılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Zira yeni teknolojiler hem çevresel, hem de sosyal sürdürülebilirliğin sağlanmasına önemli rol oynamaktadır. İkiz dönüşümün merkezinde insanın olması eğitim ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda eğitim müfredatlarının sadece dijital dönüşüm ekseninde değil, ayrıca sürdürülebilirlik ekseninde güncellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda okul öncesi dönemden lisansüstü seviyesine kadar tüm kademelerde farkındalık artırıcı eğitimler, geleceğimiz için oldukça önemlidir. Diğer taraftan akıllı ve sürdürülebilir bir endüstri ve toplum için ikiz dönüşümde politikalar da önemlidir (Ortega-Gras ve diğerleri, 2021). Bu noktada politika yapıcılara görev düşmektedir.

Gelecekte ayrıca kavramsal çalışmaların yanında uygulamalı çalışmalar yapılması da faydalı olacaktır. Bu uygulama çalışmalarının farklı kültürlerde yapılması, sürdürülebilirliğin sosyal boyutunun insan ve toplum ile ilişki olması ve dijital dönüşümde teknoloji kabul modelinin kültürler arası değişimi bağlamında önemlidir. Diğer tarafından ülkemizde ve dünyada gerçekleştirilmesi planlanan çalışmaların disiplinler arası çalışma grupları ile gerçekleştirilmesi de konunun bütüncül bakış açısı ile ele alınması noktasında önem arz etmektedir.

Son olarak dönüşüm söz konusu olduğunda, bu dönüşüme önderlik edecek liderlik kavramının da incelenmesi gerekir. Söz konusu yazın incelendiğinde Yücebalkan (2020) çalışmasında tek boyutlu liderlik modellerinin çok boyutlu koşullarla uyum sağlamakta yetersiz kalacağını ifade ettikten sonra “dijital liderlik” ile “yeşil transformasyonel liderlik” bileşimini “güncel liderlik” olarak tanımlanabileceğini ifade etmektedir.

KAYNAKÇA

- Almansour, M. (2022). Electric vehicles (EV) and sustainability: Consumer response to twin transition, the role of e-businesses and digital marketing. *Technology in Society*. 71, 102-135.
- Berman, S. J. (2012). Digital transformation: Opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*. 40, 16-24.
- Bianchini, S., Damioli, G., & Ghisetti, C. (2023). The environmental effects of the “twin” green and digital transition in European regions. *Environmental and Resource Economics*. 84(4), 877-918.
- Brundtland, G.H. (1987). Report of the world commission on environment and development: Our common future (Report No. A/42/427). United Nations.
- BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu), (2020). Türkiye'de Dijital Dönüşüm Ve Dijital Okuryazarlık Raporu.
- Chen, X. Kurdve, M., Johansson, B. Despeisse, M. (2023). Enabling the twin transitions: Digital technologies support environmental sustainability through lean principles. *Sustainable Production and Consumption*. 38, 13–27
- Deniz, N. (2022). Lojistikte Açıklanabilir Yapay Zekâ, Lojistikte Güncel Yaklaşımlar, Ankara: Nobel.
- Deniz, N. (2023). Social and Environmental Dimensions, Smart and Sustainable Operations and Supply Chain Management in Industry 4.0. CRC Press.
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*. 36(2), 90-100.
- Ferreira J. J., Fernandes C.I., Veiga P. M. & Caputo A. (2022). The interactions of entrepreneurial attitudes, abilities and aspirations in the (twin) environmental and digital transitions? A dynamic panel data approach, *Technology in Society*, 71, 102-121.
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55(2), 1-20.
- Gerlitz, L. & Meyer, C. (2021). Small and Medium-Sized Ports in the TEN-T Network and Nexus of Europe's Twin Transition: The Way towards Sustainable and Digital Port Service Ecosystems, *Sustainability*, 13, 4386.
- Gupta, S. Motlagh, M. & Rhyner, J. (2020). The digitalization sustainability matrix: A participatory research tool for investigating digitainability. *Sustainability* 12, 9283.
- Hague, C., & Payton, S. (2010). Digital literacy across the curriculum. 4 (1), 1-63. Bristol: Futurelab.
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A., & Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123-139.
- Heizer, J. & Render, B. (2004). Operations management (Seventh Edition) Pearson Prentice Hall.
- <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/rekabetin-yolu-ikiz-donusumden-gecer-6854942>
- Hong, Z. Zhang, H. Gong, Y. & Yu Y. (2021). Towards a multi-party interaction framework: state-of-the-art review in sustainable operations management. *International Journal of Production Research*.
- Husain, S., Sohag, K. & Wu, Y. (2022). The response of green energy and technology investment to climate policy uncertainty: An application of twin transitions strategy, *Technology in Society*, 71 102-132.

- Klein, S. (2020). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*. 29(3), 101615.
- Kleindorfer, P.R. Kalyan, S. Wassenhove, V. & Luk, N. (2005). Sustainable operations management. *Production and Operations Management*. 14 (4), 482.
- McKinsey & Company, (2020). *İşimizin Geleceği. Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü Raporu*
- Montresor, S. & Vezzani, A. (2023). Digital technologies and ecoinnovation. Evidence of the twin transition from Italian firms, *Industry and Innovation*.
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. & Scapolo, F. (2022). Towards a green and digital future, EUR 31075 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union,
- Nwankpa, J. K., & Roumani, Y. (2016). IT capability and digital transformation: A firm performance perspective. *International Conference of Information Systems*, Dublin, Ireland.
- Ortega-Gras J.J. , Bueno-Delgad M. V. , Cañavate-Cruzado, G. & Garrido-Lova, J. (2021). Twin Transition through the Implementation of Industry 4.0 Technologies: Desk-Research Analysis and Practical Use Cases in Europe, *Sustainability*, 13, 13601.
- Pulignano V., Hauptmeier, M. Frans, D. (2023) Determinants of union strategies towards the twin digital and green transitions in the German and Belgian automotive industry, *Transfer*, 29(1) 121–138.
- Rehman, S. U., Giordino, Zhang, D.Q. & Alam, G. M. (2023). Twin transitions & industry 4.0: Unpacking the relationship between digital and green factors to determine green competitive advantage. *Technology in Society*. 73, 102227.
- Revoltella, D. (2020). COVID-19 and the Twin Transition: How the Recovery Can Boost Sustainable and Inclusive Growth. *Intereconomics*, 352-355.
- Ritchie H., Roser M., Rosado P. (2020). "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". '<https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>'
- van Erp, T., Rytter, N.G.M. (2023). Design and operations framework for the Twin Transition of manufacturing systems, *Advances in Production Engineering & Management*. 18 (1), 92-103.
- Veugelers, R., Faivre, C., Rückert, D., & Weiss, C. (2023). The Green and Digital Twin Transition: EU vs US Firms. *Intereconomics*. 58(1), 56-62.
- World Economic Forum. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Davos-Klosters, Switzerland: World Economic Forum.
- Wilts, H. Berg, H. (2017). The digital circular economy: can the digital transformation pave the way for resource-efficient materials cycles? In brief 04/2017, Wuppertal Institute.
- Yücebalkan, B. (2020). Holistik Perspektiften Güncel Liderliğe Bir Bakış: Dijital Liderlik + Yeşil Transformasyonel Liderlik". *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*. 6 (18), 388-396.