



DERLEME MAKALE / REVIEW ARTICLE



Copyright@Author(s) - Available online at dergipark.org.tr/en/pub/igusbd.
Content of this journal is Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND) International License.

İşletmelerde Sürdürülebilirlik İçin Yapay Zekanın Kullanılması: Olası Olumlu Etkiler, Riskler ve Güçlükler

Using Artificial Intelligence for Sustainability in Businesses: Potential Positive Impacts, Risks and Challenges

¹Engin YURDASEVER

Öz

Bu çalışmanın temel amacı işletmelerde sürdürülebilirliği sağlamada yapay zekanın nasıl kullanılabileceğini incelemektir. Çalışmanın diğer amacı ise sürdürülebilirlik için yapay zeka kullanımının olası olumlu etkilerinin yanında olası riskleri ve güçlükleri ortaya koymaktır. Bu amaçla çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi tekniği kullanılmış ve ilgili literatür detaylı bir şekilde incelenmiştir. Literatür taraması için “artificial intelligence (ai)”, “sustainability”, “business”, “positive impact” (or “benefits”, “opportunities”), “risks” (or “challenges”, “barriers”, “threats”, “limitations”), “yapay zeka”, “sürdürülebilirlik”, “işletme”, “olumlu etki” (veya “faydalar”, “fırsatlar”), “riskler” (veya “güçlükler”, “engeller”, “tehditler”, “sınırlılıklar”) anahtar kelimeleri kullanılarak, tarih kısıtı olmaksızın, Web of Science, Willey Online Library, Scopus, Science Direct, Sage Journals, Emerald, Google Scholar ve TR Dizin veri tabanları taranmıştır. İnceleme sonucunda elde edilen veriler ışığında, yapay zekanın işletmelerde sürdürülebilir tarımdan madencilığe, finanstan inşaata ve lojistikten imalata kadar pek çok alanda sürdürülebilirlik amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Yapay zeka kullanımının çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik üzerinde pek çok olumlu etkisinin olabileceği ancak buna karşın işsizlik, eşitsizlik, veri güvenliği gibi riskler ile değişime direnç, maliyet, yasal çerçeve eksikliği gibi güçlükler barındırdığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda yapay zekanın etik bir şekilde kullanılması için düzenleyici çerçevelere ihtiyaç olduğu, etkili kullanım için güçlü bir dijital altyapı ve işbirliği gerektiği, bunun için de hükümetlerin işletmelere teşvikler ve sübvansiyonlar sağlaması gerektiği gibi konularda öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilirlik, Yapay Zeka, Literatür Taraması, Potansiyel Faydalar, Riskler, Güçlükler

¹Dr. Öğr. Üyesi, Ordu Üniversitesi,
Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu,
Muhasebe ve Vergi Bölümü, Ordu,
Türkiye.

✉ enginyurdasever@odu.edu.tr

Geliş/Received: 17.02.2025

Kabul/Accepted: 16.04.2025

Engin YURDASEVER, “Using Artificial Intelligence for Sustainability in Businesses: Potential Positive Impacts, Risks and Challenges”, Istanbul Gelisim University Journal of Social Sciences, 12 (3), Special Issue on Sustainability, 2025, pp. 1597-1619.

Abstract

The primary aim of this study is to examine how artificial intelligence (AI) can be used to achieve sustainability in businesses. Another objective of the study is to highlight the potential positive effects of AI usage for sustainability, as well as the risks and challenges associated with it. To achieve this aim, the study employs qualitative research methods, specifically the document analysis technique, and a detailed review of the relevant literature has been conducted. For the literature review, Web of Science, Willey Online Library, Scopus, Science Direct, Sage Journals, Emerald, Google Scholar and TR Index databases were searched using the keywords 'artificial intelligence (ai)', 'sustainability', 'business', 'positive impact' (or 'benefits', 'opportunities'), 'risks' (or 'challenges', 'barriers', 'threats', 'limitations'). In the light of the data obtained as a result of the examination, it is seen that artificial intelligence is used for sustainability purposes in many areas from sustainable agriculture to mining, from finance to construction and from logistics to manufacturing. The findings suggest that AI can have numerous positive effects on environmental, economic, and social sustainability. However, it has also been identified that AI presents risks such as unemployment, inequality, and data security concerns, along with challenges including resistance to change, costs, and the lack of a legal framework. The study concludes that regulatory frameworks are necessary for the ethical use of AI, that strong digital infrastructure and collaboration are essential for effective implementation, and that governments should provide incentives and subsidies to businesses in order to overcome these challenges. Recommendations regarding these issues have been proposed.

Keywords

Sustainability, Artificial Intellegent, Potential Benefits, Literature Review, Risks, Challenges

Giriş

Dünyanın hızla gelişmesiyle birlikte ekonomik, sosyal, kültürel ve politik alanlardaki yapısal değişiklikler iş süreçlerinin de değişmesine, kaynakların dikkatsiz kullanılmasına ve çevresel bozulmaya neden olmuştur. Bugün bireysel, kurumsal ve toplumsal düzeylerdeki çevresel hasarlar dünyadaki en büyük sorunlardan birisi haline gelmiştir (Ronaghi, 2023). Söz konusu sorunlar son derece karmaşıktır ve acil ve uzun vadeli çözümler gerektirmektedir. Son 50 yıl boyunca, küresel düzeyde ortaya çıkan değişikliklere ilişkin bilimsel veriler ve ampirik gözlemler de dünyadaki ekosistemlerin ayakta kalabilmesi için sürdürülebilir sistemlere ve uygulamalara geçiş ihtiyacına giderek daha fazla dikkat çekmektedir (Berger vd., 2017). Dolayısıyla dünyada hem yaşam hem de iş yapma şekillerinde radikal bir değişime ihtiyaç duyulmaktadır. İşletmelerin de ekonomik faaliyetlerin mikro özneleri olmaları nedeniyle bu çağrıya kulak tıkamaları mümkün değildir. Bu nedenle son yıllarda işletmelerin odak noktası, salt ekonomik büyümeden, özellikle çevresel ve sosyal alanlarda daha kapsamlı bir sürdürülebilirlik arayışına kaymıştır (Cucari vd., 2023). Küresel düzeyde sürdürülebilirliğin giderek artan önemi, 2015 yılında iş dünyasının katkıda bulunmaya çağrıldığı "Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi"nin deklare edilmesiyle sonuçlanmıştır. Böylece her sektörden ve her büyüklükteki işletme için "sürdürülebilirliğe geçmek" gelecekte var olmanın bir yolu olarak kabul edilmiştir (Ogreaan, 2023).

İşletmeler için sürdürülebilirlik, mevcut iş faaliyetleri ve ihtiyaçlarıyla ilgili sosyal, çevresel ve ekonomik zorlukları ele alan bir yaklaşımı ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik, potansiyel maliyetleri azaltmak, riskleri en aza indirmek ve sosyal iyiliği teşvik eden yeni fırsatlar sağlamak için işletmelerin iş stratejilerinde hayati bir öneme sahiptir. Bu nedenle, artık daha fazla işletme sürdürülebilirliği bütünsel bir yaklaşım olarak ele almakta ve işletmedeki tüm faaliyetlerde sürdürülebilirliğin üç boyutunu (ekonomik, çevresel, sosyal) göz önünde bulundurmaktadır (Hernandez vd., 2023). Ancak işletmelerde sürdürülebilirliği sağlamak ve ilerletmek için artık mevcut çabaların ötesine geçerek daha büyük potansiyele sahip bir paradigma değişikliğine ihtiyaç duyulduğuna dair ortak söylemler giderek güç kazanmaktadır. Bu nedenle artan çevresel zorluklar ve yenilikçi çözümlere olan ihtiyaçların artmasıyla sürdürülebilirlik çabalarını güçlendirecek veri odaklı iş modelleri ve teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. İşte bu noktada araştırmacılar sürdürülebilirliğe doğru ilerlemek yani çevre, ekonomi

ve toplumla ilgili sorunları yönetmek ve daha verimli bir mekanizma geliştirmek amacıyla yapay zekanın kullanılabileceğini öne sürmektedir (Frank, 2021).

Yapay zeka dış dünyadan gelen girdiyi değerlendirme, bu verilerden bilgi edinme ve bu bilgiyi belirli hedeflere ulaşmak için kullanma yeteneğine sahip bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Kaplan & Haenlein, 2019). Yapay zeka teknolojilerinin oyun değiştirici potansiyeli, şirketlerin sürdürülebilirliğe yönelik iş modellerinde yenilik yapmak için önemli bir itici güç olarak kabul edilmektedir (Toniolo vd., 2020). Yapay zekanın bu potansiyeli sayesinde sürdürülebilirlik faaliyetlerinin etkinliğini ve verimliliğini artırmak için daha fazla kullanılması önerilmektedir (Zhao & Fariñas, 2023). Bu nedenle bugün artık birçok işletme yapay zeka ve alt alanlarını sürdürülebilirliği sağlamak ve iş uygulamalarında köklü değişiklikler yapmak için kullanmaya başlamıştır (Zhao, 2018).

Yapay zeka ve sürdürülebilirliğin bir araya gelmesi tesadüf değil, çevresel zorlukların ele alınması, verimliliğin artırılması ve inovasyonun teşvik edilmesi için stratejik bir seçimdir. Çünkü yapay zeka, geniş veri kümelerini işleme, anlamlı içgörüler elde etme ve gerçek zamanlı veriye dayalı kararlar alma becerisiyle sürdürülebilirliğin üç boyutu arasındaki dengeyi sağlamak için çok önemli bir rol üstlenmektedir (Tyagi vd., 2023). Ancak ikiz dönüşüm adı da verilen bu sürdürülebilirlik-yapay zeka birlikteliğinin kritik rolüne rağmen içerisinde bir takım riskleri ve güçlükleri de barındırdığını göz ardı etmemek gerekir. Yapay zekaya erişimde yaşanan eşitsizlikler, veri güvenliği, kötüye kullanım, değişime direnç, yasal çerçeve eksikliği ve yapay zekanın kendisinin çevreye olumsuz etkisi gibi faktörler bu risk ve güçlüklerden bazılarıdır (Ogrean, 2023). Ocak 2015'te Stephen Hawking, Elon Musk ve bir çok yapay zeka uzmanı, yapay zekanın toplumsal etkileri ve beklenmeyen sonuçları hakkında araştırma yapılması çağrısında bulunan açık bir mektup yayınlamıştır (Sainato, 2015). Ancak yapay zekanın sürdürülebilirlik uygulamalarındaki kritik rolüne ve potansiyeline rağmen literatür incelendiğinde yapay zekanın sürdürülebilirlik çerçevesinde nasıl kullanıldığını ve bu entegrasyonun sonuçlarını ele alan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Ayoubi vd., 2023; Goralski & Tan, 2020; Liao & Wang, 2020). Bu nedenle artan sürdürülebilirlik bilincine ve gerekliliğine paralel olarak yapay zekanın her alanda yaygınlaşması, yapay zekanın sürdürülebilirlikte nasıl kullanılabileceğini keşfetmeye yönelik artan bir ihtiyacın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Rohde vd., 2023).

Bugüne kadar yapılan çalışmalar genellikle sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna odaklanan ve yapay zekanın kullanımını teknik açıdan ele alan daha spesifik çalışmalar şeklindedir (Goralski & Tan, 2020; Khakurel vd., 2018; Vinuesa vd., 2020). Yine bugüne kadar bu iki değişken arasındaki ilişkileri ele alan çalışmalar çoğunlukla yapay zekanın sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerine odaklanmakta, risklerini ve uygulama güçlüklerini göz ardı etmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın en önemli gerekçesi, yapay zekâ ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi yalnızca olumlu katkılarla sınırlı kalmadan, riskler ve uygulama güçlükleri bağlamında da ele alarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaya çalışmaktır. Böylece, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerinde yapay zekâ teknolojilerini daha dengeli, bilinçli ve bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmelerine katkı sunulması hedeflenmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı hem işletmelerde sürdürülebilirliği sağlamada yapay zekanın nasıl kullanılabileceğini incelemek hem de sürdürülebilirlik için yapay zeka kullanımının olası olumlu etkilerinin yanında olası riskleri ve güçlükleri ortaya koymaktır. Böylece çalışma literatürde bu alanda yapılmış az sayıdaki çalışmaya katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenerek doküman analizi tekniği kullanılmıştır. Nitel araştırmalarda doküman analizi, araştırma konusu ile ilgili belge, arşiv kaydı, rapor veya akademik çalışmaların detaylı olarak incelenmesi işlemidir (Gürbüz ve Şahin, 2017:428-429). Söz konusu analiz için literatür taraması kapsamında "artificial intelligence (ai)", "sustainability", "business", "positive impact" (or "benefits", "opportunities"), "risks" (or "challenges", "barriers", "threats", "limitations"), "yapay zeka", "sürdürülebilirlik", "işletme", "olumlu etki" (veya "faydalar", "fırsatlar"), "riskler" (veya "güçlükler", "engeller", "tehditler", "sınırlılıklar") anahtar kelimeleri kullanılarak, tarih kısıtı olmaksızın, Web of Science, Willey Online Library, Scopus, Science Direct, Sage Journals, Emerald, Google Scholar ve TR Dizin veri tabanları taranmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde söz konusu literatürün incelemesiyle ilk olarak sürdürülebilirlik ve yapay zeka kavramları açıklanmış ardından sürdürülebilirlikte yapay zekanın kullanım alanları ele alınmıştır. Daha sonra sürdürülebilirlik-yapay zeka entegrasyonun olumlu

sonuçları ile risk ve güçlükleri ortaya konulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise çalışmadan elde edilen çıkarımlar ile yapay zekanın sürdürülebilirlikte daha etkili ve etik kullanımı için öneriler sunulmuştur.

Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kavramı, ilk olarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından yayınlanan Brundtland Raporunda; “Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılamak” olarak tanımlanmıştır. Bu tanıma göre çevre, ekonomi ve toplum, sürdürülebilirliğe ulaşmaya katkıda bulunan birbiriyle ilişkili üç unsur olarak kabul edilmiştir. Kavramın BM tarafından tanımlanması ile dünya genelinde ivme kazanmış ve sürdürülebilirlik fikri 1997’de Kyoto Protokolü, 2009’da Kopenhag Konferansı ve 2015’te Paris Anlaşması’nın imzalanmasıyla küresel liderler tarafından giderek daha fazla desteklenmiştir (Falkner, 2016). 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin deklare edilmesiyle BM ile birlikte Avrupa Birliği (AB) de iş dünyasını Küresel Sürdürülebilirlik Gündemi 2030’a katkıda bulunmaya açıkça çağırmıştır (European Union, 2016).

Bugün özellikle pandemiden sonra yaygın olarak benimsenen sürdürülebilir kalkınma hedefleri, insan yaşamını, ekonomiyi, çevreyi ve enerji ve ulaşım sektörlerini iyileştirmek için barışçıl, sağlıklı ve sürdürülebilir bir dünya yaratmayı amaçlamaktadır (Nundy vd., 2021). Sürdürülebilirliğin devletler tarafından kabulünün yanında 21. yüzyılda çağdaş işletmelerin de temel bir unsuru haline geldiği görülmektedir. Çünkü işletmeler de faaliyet gösterdikleri dünyada yaygın olan ve giderek artan çevresel, ekonomik ve sosyal zorlukların daha fazla farkına varmaktadır. Sonuç olarak, artık çoğu şirket operasyonlarını ve hizmetlerini sürdürülebilirlik gündemine uygun şekilde yeniden düzenleme eğilimi göstermektedir (Petruse vd., 2016). Ekonomik faaliyetleri sebebiyle ekosisteme verilen zararın sorumlularından biri olan işletmeler, bu sorumluluğun bir sonucu olarak kıt kaynakları gelecek nesiller için daha kullanılabilir kılmak amacıyla ekonomik, sosyal ve çevresel faydaları içeren pek çok sürdürülebilir iş modelini hayata geçirmektedir. Sürdürülebilirlik artık tüm sektörlerdeki tüm işletmeler için hızla bir ihtiyaç haline gelmektedir. Böylece işletmeler çevreye ve topluma zarar vermeden ekonomik faaliyetler yürütmek için sürekli yeni ve yaratıcı uygulamalar denemektedir (Malleeswaran & Uthayakumar, 2023).

Yapay Zeka

Yapay zeka insan davranışını taklit edebilen ve benzer şekilde işlev görebilen herhangi bir makine veya bilgisayar sistemini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Haleem vd., 2023). Aslında insan davranışını taklit etmek için hesaplama tabanlı yapay zeka kullanma fikri ilk olarak Alan Turing tarafından 1950 yılında “Turing Testi” geliştirildiğinde ortaya atılmıştır (Turing, 1950). 1956 yılında ise John McCarthy, makinelerin nasıl akıllıca düşünebileceğini keşfetmek için yaptığı çalışmada ilk kez resmi olarak “yapay zeka” kavramını kullanmıştır. O zamandan beri, yapay zeka kavramına dayalı sayısız tanım önerilmiştir (Zhao & Fariñas, 2023). Örneğin Taylor vd. (2020) yapay zekayı, bir makinenin deneyimlerden öğrenme, yeni girdilere uyum sağlama ve insan benzeri görevleri uygulama yeteneği olarak tanımlanmıştır. Bir başka tanıma göre yapay zeka, makine öğrenimi, derin öğrenme, veri madenciliği, doğal dil işleme ve görüntü tanıma gibi çok çeşitli teknolojiler kullanılarak makineler (programlar) tarafından insan zekasının simüle edilmesidir (Dwivedi vd., 2021). Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ise yapay zekayı, insanların refahını ve iyiliğini iyileştirme, olumlu sürdürülebilir küresel ekonomik faaliyete katkıda bulunma, inovasyonu ve üretkenliği artırma ve temel küresel zorluklara yanıt verme potansiyeline sahip genel amaçlı bir teknoloji olarak tanımlamıştır. Avrupa Komisyonu ise yapay zekanın, çevrelerini analiz ederek ve belirli hedeflere ulaşmak için belirli bir özerklikle eylemlerde bulunarak akıllı davranış sergileyen sistemler anlamına geldiğini belirtmiştir (Zhao & Fariñas, 2023). Kaplan & Haenlein’in (2019:17) yaygın olarak kabul gören yapay zeka tanımı ise “bir sistemin dış verileri doğru şekilde yorumlama, bu verilerden öğrenme ve bu öğrenmeleri esnek adaptasyon yoluyla belirli hedeflere ve görevlere ulaşmak için kullanma yeteneği” şeklindedir.

Günümüzde yapay zeka, sinir ağlarından konuşma ve desen tanıma, genetik algoritmalar ve derin öğrenmeye kadar çeşitli bilgisayar bilimi teknolojilerini ve uygulamalarını ifade edebilen bir şemsiye terim haline gelmiştir (Jarrahi, 2018). Yapay zekanın standart ve evrensel olarak kabul görmüş bir

tanımını yapmanın zorluğu, onun dinamik ve sürekli gelişen teknolojisinden kaynaklanmaktadır. 2010'dan bu yana, bilgisayar donanımı ve internet teknolojisindeki yenilikçi gelişmelerle birlikte bir dizi yapay zeka teknolojisi ortaya çıkmıştır. Bu yapay zeka teknolojileri çeşitli alanlara entegre edilmiş ve işletmelerdeki iş modellerini yeniden şekillendirmiştir. IBM'in 2022 kurumsal araştırma raporuna göre, küresel işletmelerin ortalama olarak %35'i yapay zekayı benimsemiştir. Çin ise %58 benimseme oranıyla Avrupa ve Amerika ülkelerini (%25) önemli ölçüde geride bırakmıştır (Chen vd., 2024). 2030 yılına kadar dünya ekonomisine 15 trilyon dolarlık potansiyel katkı sağlaması beklenen yapay zeka geleceğin en önemli stratejik teknolojisi olarak görülmektedir. Son derece yıkıcı bir teknoloji olarak yapay zeka, işletmelerde strateji, süreçler, yapı ve kültür gibi organizasyonel ve yönetim unsurlarının dönüşümünde ve yeniden yapılandırılmasında baskın bir unsur olarak hareket etmeye başlamıştır. Son yıllarda ise bu süreçlere ek olarak yapay zekanın sürdürülebilirlik çabalarında yararlanılan stratejik bir araç haline geldiği de görülmektedir (Zhao & Fariñas, 2023).

Sürdürülebilirliği Sağlamada Yapay Zeka Kullanımı

60 yıllık varlığına rağmen yapay zekanın potansiyeli ve önemi ancak yakın zamanda, esas olarak son on yılda makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi alt teknolojilerdeki gelişmelere bağlı olarak anlaşılmıştır (Miyazaki & Sato, 2018). Yapay zekanın son yıllardaki hızlı gelişimi yapay zekayı farklı veri türlerinde ve farklı alanlarda kullanma olanağına sahip olunmasına yol açmıştır. İşte bu alanlardan birisi de sürdürülebilirlik olarak öne çıkmaktadır. Günümüzün hızla gelişen iş ortamında, yapay zeka ve sürdürülebilirliğin bir araya gelmesi, bir çok orta ölçekli ve büyük işletme için dönüştürücü bir güce dönüşmüştür. Yapay zeka teknolojilerinin sürdürülebilirlik çabalarına stratejik olarak entegre edilmesi, işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik zorluklar ile başa çıkmalarına yardımcı olurken sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için ise önemli bir fırsat sunmaktadır (Jankovic & Curovic, 2023).

Yapay zeka mevcut iş modellerini dönüştürme ve kökten değiştirme potansiyeli ve yeteneğine sahiptir. Bunun yanında olumlu sürdürülebilir etkilere sahip yeni iş modelleri kurmak için inovasyonu da teşvik etmektedir (Di Vaio vd., 2020b). Sürdürülebilirlik ise statik olmaktan ziyade sosyal, ekonomik ve çevresel değişikliklere tepki olarak değişen dinamik bir terimdir. Yapay zekanın sürekli yeni veri kaynaklarını değerlendirebilme kapasitesi ve eş zamanlı içgörüler sağlayabilmesi, sürdürülebilirliğin bu değişken yapısına kolaylıkla uyum sağlayabileceği anlamına gelmektedir (Tyagi vd., 2023).

Avrupa Komisyonu, Yapay Zeka Beyaz Bülteni'nde yapay zekanın önemini ve sürdürülebilir kalkınma üzerindeki potansiyel etkisini kabul ederek, yapay zeka sistemlerinin kullanımının sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde ve sosyal hakların korunmasında önemli bir rol oynayabileceğini ilan etmiştir (Panța & Popescu, 2023). Vinuesa vd. (2020) yaptıkları çalışmada işletmelerde yapay zekâ uygulamaları sayesinde 17 sürdürülebilir kalkınma amacı altındaki 169 sürdürülebilirlik hedefinden 134 tanesinin (%79) pozitif yönde etkilendiği ve yapay zekanın sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kolaylaştırıcı bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Literatürde buna benzer farklı çalışmalar da yapay zekanın iş süreçlerini otomatikleştirmeye, yeni iş modelleri geliştirmeye, sürdürülebilirlik risklerini analiz etmeye, malzeme tedariki, lojistik ve üretimle ilgili faaliyetlerde karbon ayak izini azaltmaya katkı sağladığını göstermektedir (Dey vd., 2019; Hansen & Bogh, 2021).

Sürdürülebilirliğe ulaşmada yapay zeka kullanımını ele alan çalışmalar incelendiğinde büyük kısmının bu ilişkiyi teorik olarak incelediği görülmektedir (Bhati & Mittal, 2023; Haleem vd., 2023; Jiang & Chen, 2024; Khakurel vd., 2018; Mihai & Pica, 2023; Nishant vd., 2020; Zhao & Fariñas, 2023). Az sayıdaki ampirik çalışmada ise yapay zekanın enerji kullanımı (Kopka & Grashof, 2022), sürdürülebilir iş performansı (Badghish & Soomro, 2024), sürdürülebilir kalkınma hedefleri (Goralski & Tan, 2020) ve kurumsal sürdürülebilirlik performansı (Chen vd., 2024; Li & Jin, 2024) üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Bu çalışmaların sonuçları incelendiğinde farklı sektörlerdeki işletmelerin sürdürülebilirliği sağlamak için yapay zekayı kullandığı ve bunun işletme performansını ve sürdürülebilirlik faaliyetlerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Sonuç olarak yapay zeka eğitimden sağlığa, enerjiden tarım ve imalat sanayine kadar pek çok alanda ve sektörde karar verme ve politika geliştirme süreçlerini önemli ölçüde desteklemektedir. Aşağıda sürdürülebilirliği sağlamada yapay zekanın kullanılabileceği başlıca sektörler ve uygulama örnekleri sıralanmıştır.

1. Enerji: Yapay zeka, özellikle yenilenebilir enerji şebekelerinde enerji depolamayı, verimliliği, yük yönetimini ve talep ve arz tahminini geliştirebilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu ve güvenilirliğini kolaylaştırabilmesi mümkündür. Bunun yanında yenilenebilir enerji üreten şirketler, üretim için en yoğun dönemleri belirlemek ve enerji depolama cihazlarının kullanımını en üst düzeye çıkarmak amacıyla meteorolojik verileri analiz etmek için yapay zeka ve tahmine dayalı analitiği kullanabilmektedir (Haleem vd., 2023).

2. Finans: Yapay zeka, kullanıcıların geçmiş dijital ayak izlerine göre kredi değerliliğinin belirlenmesinde kullanılabilmektedir. Kredi hizmetleri ve faiz oranları, kullanıcının alışkanlıklarına uyacak şekilde özelleştirilebilmekte, makine öğrenimi algoritmaları sayesinde kullanıcıların finansal davranışlarını incelenerek olası potansiyel dolandırıcılık işlemi olabilecek şüpheli faaliyetler tespit edilebilmektedir (Krishnaveni vd., 2021).

3. İnşaat: Yapay zeka, binaların daha dayanıklı olmasını ve minimum enerji tüketecek şekilde inşa edilmesini kolaylaştırarak sürdürülebilirlik sorunlarının çözümüne katkıda bulunabilmektedir. Bunun yanında inşaat ve beton atıklarının olumsuz etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir inşaat malzemeleri tasarlayarak da sürdürülebilirliğe katkı sağladığı görülmektedir. Ek olarak bina yapımında elektrik, mekanik, mimari, mühendislik ve tesisat gibi farklı ekiplerin planlarını 3D modellere entegre edebilmesi ve tüm planların senkronize hale getirilmesi ile daha akıllı ve verimli binaların inşa edilmesi mümkün hale gelmektedir (Aprianti, 2017).

4. Madencilik: Yapay zeka madenciliğin arama, cevhere ulaşma, cevheri kırma, cevheri yüzeye çıkarma, cevheri hazırlama veya eritme aşamalarını işletmelerin insan gücüne ihtiyaç olmadan yapabilesini sağlamaktadır. Ayrıca stratejik yerlere yerleştirilen sensörler sayesinde daha hızlı ve daha doğru karar almayı sağlayacak gerçek zamanlı veriler toplayabilmektedir. Böylece operasyonların güvenilirliğini ve doğruluğunun yanında maden işçilerinin sağlık ve güvenlikleriyle ilgili riskler de azaltılmış olmaktadır (Krishnaveni vd., 2021).

5. Perakende: Günümüzde birçok müşteri ilişkileri yönetimi yazılımının yapay zeka destekli hale gelmesiyle işletmeler, müşteriler için olumlu satın alma deneyimleri sunmanın yanı sıra, nerede yenilik yapabilecekleri ve daha fazla satış için fırsat yaratabilecekleri konusunda fikir edinebilmektedir. Ayrıca yapay zeka algoritmaları şirketlerin talebi doğru bir şekilde tahmin etmesini ve kişiselleştirilmiş pazarlama ve reklamcılık gibi yeni dağıtım ve iletişim kanalları aracılığıyla doğru hedef müşterilere ulaşmasını sağlamaktadır (Bughin vd., 2017). Bu durum işletmelerin tüketici ihtiyaçlarını anlama ve karşılama biçimini kökten değiştirerek hedefe yönelik pazarlamayı ve müşteri memnuniyetinin sağlanmasını mümkün hale getirmektedir.

6. Sağlık: Yapay zekanın sağlık sektöründe faaliyet gösteren işletmeler için potansiyeli oldukça büyüktür. Yapay zekanın en dikkat çekici faydalarından biri, insan müdahalesi olmadan, büyük bir doğrulukla hastalıkları teşhis edebilmesidir. Yapay zeka sağlık hizmetlerinde daha iyi sonuçlar elde edilmesine ve hastalar için daha iyi geri bildirim, rehberlik ve destek sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Buna ek olarak çağrı yanıtlama, hasta kayıtlarını inceleme, nüfus sağlığı tahminleri ve analizleri, ilaç geliştirme çalışmaları, radyoloji görüntü algılama ile klinik teşhis ve tedavilere kadar temel sağlık çabalarına ilişkin birçok görevde kullanılabilmektedir (Kar vd., 2022).

7. Tarım: Tarım sektöründe kullanılan otonom dronlar tarlaları inceleyebilmekte, mahsulün sağlığını değerlendirebilmekte ve hatta pestisit püskürtme veya ekim gibi görevleri doğrudan insan müdahalesi olmadan gerçekleştirebilmektedir. Toprağa yerleştirilen sensörler ve havadan gözetleme yapan dronların kullanımıyla artık toprağın nemi, mineral içeriği, pH seviyeleri vb. gibi faktörler hakkında veri toplamak mümkün hale gelmekte ve bu da mahsul büyüme modellerini anlamaya ve mahsul çıktısı seviyelerini tahmin etmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca yapay zeka yine sensörler yardımıyla yağış, sıcaklık, rüzgar, hava basıncı ve nemdeki geçmiş eğilimleri analiz ederek çiftçilerin ekim, gübreleme ve hasat gibi faaliyetler için uygun zamanları belirlemelerine yardımcı olabilmektedir (Tyagi vd., 2023).

8. Lojistik: Yapay zeka aracılığıyla işletme operasyonlarını iyileştiren bir başka faaliyet ise otonom teslimat sistemleridir. Örneğin işletmeler yapay zeka sayesinde kendi kendine giden teslimat kamyonetleri veya dronlar sayesinde tüm lojistik faaliyetlerini optimize etme potansiyeline sahiptir (Nishant vd., 2020). Ayrıca, otonom araçların benimsenmesi lojistik kaynaklı sera gazı emisyonlarının

azaltılması için olası bir dönüm noktası kabul edilmektedir. Örneğin Iglirski & Babiak (2017) yaptıkları çalışmada otonom araçların daha az yakıt tüketimi yoluyla sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ek olarak otonom araçlar sayesinde alternatif ve mümkün olan en kısa rotalar belirlenmekte ve bu sayede trafik sıkışıklığını azaltılarak daha az yakıt tüketimi elde edilebilmektedir.

9. Üretim/İmalat: Yapay zeka algoritmaları girdi miktarını ve kalitesini analiz ederek, farklı koşullar veya kısıtlamalar altında çıktının kalitesini ve verimini tahmin edebilmektedir. Ayrıca, atık üretimini azaltma ve kaynakların en iyi şekilde kullanılması ile ilgili hesaplamalar yaparak üretim süreçlerini daha verimli hale getirebilmekte ve maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Bunun yanında artırılmış gerçeklik teknolojisi üretimle ilişkili genel maliyetlerin azaltılmasına ek olarak üretim süreçlerinde aksaklıkların önlenmesine ve kayıpları azaltarak operasyonel verimliliğin artırılmasına yardımcı olmaktadır (Sahu vd., 2021).

10. Medya ve Eğlence: Film endüstrisinde, yapay zeka halihazırda senaryolar ve özetler oluşturmak ve hedef kitle tarafından beğenilmesi muhtemel karakter isimlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Öte yandan makine öğrenimi kendisine verilen bir senaryodaki tutarsızlıkları belirleyebilmekte ve uygun diyaloglar önerebilmektedir. Yapay zeka ayrıca tüketicilerin ne tür programlarla ilgilendiğini, ne zaman ilgilerini kaybettiklerini, başka kanallara geçiş geçmediklerini ve eğer geçtilerse nedenini tespit etmeye yardımcı olabilmektedir. Bu da müşterileri anlamak, amaca yönelik reklam kampanyalarını tasarlamak ve sürdürülebilir gelir elde etmek için önem bir avantaj sağlamaktadır (Krishnaveni vd., 2021).

Sürdürülebilirlik için Yapay Zeka Kullanımının Olumlu Etkileri

Büyük veriyle desteklenen yapay zeka, sürdürülebilirliği teşvik etmeye yardımcı olmak için yöneticilerin iş kararlarında ve stratejik yönetim politikalarında çok faydalı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Zhao & Fariñas, 2023). Örneğin, yapay zekanın veri odaklı karar alma yeteneği, işletmelerin hem atıkları azaltarak hem de kaynak kullanımını iyileştirerek çevresel etkilerini daha iyi yönetmelerini sağlamaktadır. Yapay zeka işletmelerin aynı anda çevresel ve sosyal endişeleri ele alırken ekonomik kazanımlar da elde etmelerini sağlayarak genel sürdürülebilirlik performanslarına katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla işletmeler yapay zekayı kullanarak ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların tümünde kurumsal sürdürülebilirlik performansını iyileştirebilmektedirler (Li & Jin, 2024). Aşağıda sürdürülebilirlik için yapay zeka kullanımının işletmelere sağlayacağı olası olumlu etkiler çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar için ayrı ayrı açıklanmıştır.

1. Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkiler

Çevresel sürdürülebilirlik, sürdürülebilirliğin doğal kaynakların korunması ve ekosistemlerin sağlığı gibi konuları ele alan alt boyutunu oluşturur. Yapay zeka kullanımının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olası olumlu etkileri aşağıda sıralanmıştır.

a. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümü Kolaylaştırma

Yapay zeka ürünlerin tasarım aşamasında, daha kolay parçalanıp geri dönüştürülebilen ürünler tasarlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu durum işletmelerin sürdürülebilirliği sağlamak için henüz ürünlerin tasarım aşamasındayken bile daha bilinçli seçimler yapmalarını sağlamaktadır (Tyagi vd., 2023). Bunun yanında yapay zeka ortaya çıkan atık miktarını azaltma ve geri dönüşüm çabalarını destekleme konusunda da önemli bir rol oynamaktadır. Yapay zeka destekli robotlar, günümüzde atıklar içerisinde geri dönüştürülebilir olanları ayırt etmek için tesislerde kullanılmaktadır. Bu durum çöplüklere giden atık hacmini azaltmakta, yeniden kullanım için daha yüksek kaliteli malzemeler sağlamakta ve geri dönüşüm sektörünü desteklemektedir. Ek olarak atık suyun arıtımı için kullanılan yapay zeka algoritmaları, insan yaşamı üzerinde önemli etkilere yol açabilmekte, atık su yönetimini ve üretkenliğini iyileştirerek yeni stratejik modeller yaratılabilmektedir (Vinuesa vd., 2020).

b. Karbon Emisyonunu Azaltma

Yapay zeka çevresel verileri gerçek zamanlı olarak izleyerek işletmelerin neden olduğu hava kirliliği sorunlarını ele almak için stratejiler geliştirebilmektedir. Yapay zeka uygulamalarının bu gerçek

zamanlı emisyon takibi veri odaklı kararları kolaylaştırarak hava kalitesini iyileştirebilmektedir. Ayrıca yapay zeka tabanlı teknikler, düşük karbonlu teknolojilerin geliştirilmesini kolaylaştırabilmekte, daha çevreci bir altyapı planlanmasına ve işletilmesine yardımcı olabilmektedir (Dwivedi vd., 2022). Boston Consulting Group tarafından hazırlanan bir araştırma raporu, yapay zekanın kullanılmasının 2,6 ile 5,3 milyar ton arasında karbondioksit emisyonunu azaltmaya yardımcı olabileceğini göstermektedir (Liang vd., 2024).

c. Enerji Verimliliğini Artırma

Bir çok araştırma yapay zekanın kullanılan enerji üretimi ve dağıtımı, enerji planlaması ve tasarımı ile işletme ve bakım faaliyetlerinde verimliliği sağlamak için yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir (Olowu vd., 2018). Yapay zeka, gelecekteki enerji ihtiyaçlarını tahmin etmek için geçmiş ve şimdiki verileri inceleyebilmekte ve daha isabetli kararlar almayı sağlayabilmektedir. Akıllı şebekeler, yoğun talep dönemlerini ve konumlarını dikkate alarak elektriği daha etkili bir şekilde dağıtabilmektedir. Ayrıca düşük enerji talebinin olduğu zaman dilimlerinde fazla gücü depolamak, yüksek kullanım sırasında ise serbest bırakmak için enerji depolama cihazlarını yönetebilmektedir. Yapay zeka bunun yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının çıktısını tahmin etmeye yardımcı olarak rüzgar ve güneş enerjisi tesislerinin üretim ve tüketimini optimum şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu durum temiz enerji kaynaklarının tam potansiyelleriyle kullanılmasını garanti etmekte ve fosil yakıt talebini azaltmaktadır (Jiang & Chen, 2024). Ek olarak yapay zeka, bina ve fabrikalarda da enerji tüketimini optimize edebilmektedir. Binalarda yapay zeka destekli sistemler, kapasite ve hava koşullarını dikkate alarak gerçek zamanlı olarak ışıkları, ısıtmayı ve soğutmayı kontrol edebilmekte bu da enerji tüketiminin azalmasına ve işletme maliyetlerinin düşmesine neden olmaktadır (Toniolo vd., 2020).

Sonuç olarak yapay zekanın çevresel sürdürülebilirlik üzerinde başta atık yönetimi ve geri dönüşümü kolaylaştırma, karbon emisyonunu azaltma ve enerji verimliliğini artırma olmak üzere pek çok olumlu etkisini görmek mümkündür. Şekil 1’de yapay zekanın çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki başlıca olumlu etkilerini bir arada görmek mümkündür.



Şekil 1. Yapay Zekanın Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkileri

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

2. Ekonomik Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkiler

Ekonomik sürdürülebilirlik, sürdürülebilirliğin kaynakların verimli kullanımı ve uzun vadeli ekonomik istikrar gibi konuları ele alan alt boyutunu oluşturur. Yapay zeka kullanımının ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki olası olumlu etkileri aşağıda sıralanmıştır.

a. Maliyet Tasarrufu Sağlama

Bugüne kadar yapılan birçok çalışma, yöneticilerin büyük çoğunluğunun işletmelerde kullanılan yapay zeka araçlarının üretkenliği artırdığını ve maliyet tasarrufu sağladığını düşündüklerini göstermektedir. Özellikle otomasyon süreçleri ve yapay zeka destekli makineler işçilik maliyetlerini düşürerek verimliliği artırabilmektedir. Örneğin gıda işleme süreçlerinde yapay zeka, sıralama ve paketleme gibi tekrarlayan görevleri otomatikleştirerek işçilik maliyetlerinden tasarruf sağlayabilmekte, operasyonları hızlandırabilmekte ve insan hatasını azaltabilmektedir (Jankovic & Curovic, 2023).

b. Operasyonel Verimliliği Artırma

Yapay zeka dinamik kurumsal yetenekleri şekillendirerek kaynak kullanım verimliliğini artırmada etkili olmaktadır. Yapay zeka, bilgisayarlı görüş sistemleriyle kalite kontrolünü iyileştirebilmekte ve hammadde kullanımını optimize ederek atıkları azaltmak için operasyonları optimize etmektedir. Bir şirketin yapay zeka uygulamalarını benimseme yoğunluğu, operasyonel iyileşmeyi sağlayarak verimliliğe ulaşmaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca yapay zeka sayesinde görevlerin otomasyonu ile üretkenlik de artırmaktadır. Bu yenilikçi önlemler hem üretim sürecinin verimliliğini artırmakta hem de girdi ve atık bertaraf maliyetlerini düşürerek operasyonların kalitesini iyileştirebilmektedir (Ta vd., 2024).

c. Ekonomik Performansı İyileştirme

Yapay zekanın öngörücü analiz yetenekleri, şirketlerin pazar talebini ve tüketici davranışını daha doğru bir şekilde tahmin etmelerini, üretim planlarını ve pazarlama stratejilerini optimize ederek ekonomik performansı daha da iyileştirmelerini sağlamaktadır. Yapay zekayı benimsemek kaynak tahsisini optimize ederek ve üretim verimliliğini artırarak ekonomik performansı önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bu da şirketlerin operasyonel maliyetlerini düşürmelerine ve kâr marjlarını artırmalarına yardımcı olmaktadır (Awan vd., 2021).

d. Rekabet Avantajı Elde Etme

İşletmelerde yapay zeka teknolojilerinin iyi tanımlanmış bir sürdürülebilirlik stratejisiyle birlikte uygulanması, işletmeler için rekabet avantajı yaratmaktadır. Pazarla ilgili veriler yapay zeka teknolojileri aracılığıyla etkili bir şekilde kullanıldığında, pazar rekabetinde önemli bir üstünlük kazandırmaktadır. Tedarik zinciri optimizasyonu, ürün inovasyonu ve veri odaklı karar alma için yapay zekadan yararlanan şirketler, hem yerel hem de küresel olarak pazar konumlarını iyileştirebilmektedirler. Hatta bu durum işletmelerin yatırımcı çekmesini de sağlayabilmektedir (Mihai & Pica, 2023).

e. Finansal Yönetimi Güçlendirme

Finansal yönetimde yapay zekanın kullanımı, işletmelerin finansal performanslarını artırma potansiyeline sahiptir. Yapay zeka destekli finansal araçlar, gider takibi, fatura yönetimi ve finansal tahmin gibi çeşitli görevlerde değerli içgörüler sağlamaktadır. Bu araçlardan yararlanarak işletmeler finansal yönetim süreçlerini optimize edebilmekte ve finansal kaynaklarını yönetmede daha verimli kararlar alabilmektedir (Ebuka vd., 2023).

f. Inovasyonu Teşvik Etme

Yapay zeka, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için işletmeleri yenilikçi yollar bulmaya itmektedir. Örneğin döngüsel ekonomi modellerinin kullanımı, karbon emisyonlarını düşürmek için akıllı ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji açısından verimli yazılımların geliştirilmesi, yapay zeka odaklı inovasyonun örneklerindendir (Lazaroiu vd., 2022). Dahası, yapay zekanın sağladığı çözümler, yenilikçi ürünlerin, hizmetlerin ve inovatif iş modellerinin yaratılmasını destekleyerek rekabet gücünde ve ekonomik verimlilikte de artışa yol açmaktadır (Mihai & Pica, 2023).

g. Risk Yönetimi Sağlama

Yapay zeka uygulamaları şirketlerin karşı karşıya kalabileceği çevresel riskler, tedarik zinciri riskleri ve güvenlik riskleri dahil olmak üzere potansiyel riskleri belirleme konusunda yardımcı bir rol oynamaktadır. Yapay zeka, şirketlerin gerçek zamanlı izleme ve öngörücü analiz sistemleri kurmasına, dış değişikliklere hızla uyum sağlamasına, finansal kayıplara ve operasyonel aksaklıklara karşı önlem almasına, potansiyel iş fırsatlarını yakalamasına ve piyasa değişikliklerine hızlı yanıt vermesine yardımcı olarak olası risklere karşı dayanıklılığını artırmaktadır (Kar & Kushwaha, 2023; Ta vd., 2024).

h. Etkin Veri Analizi Sağlama

Yapay zekanın en önemli katkılarından biri de işletmelerin sürdürülebilirliği sağlamak için yapılandırılmamış verileri (raporlar, sözleşmeler, müşteri şikayetleri ve sosyal medya gönderileri gibi) analiz etmek ve bu sayede ihtiyaç duyduğu kapsamlı bilgileri ortaya çıkarıp bu bilgilerin karar süreçlerinde kullanılmasını sağlamaktır (Ronaghi, 2023). Yapay zeka, büyük verileri kolayca işleyerek ve analiz ederek işletmelerin pazar taleplerini belirlemesine, operasyonel süreçleri optimize etmesine ve kaynak tahsis optimizasyonunu elde etmesine yardımcı olmaktadır. Büyük miktarda verinin

kapsamlı bir şekilde analiz edilebilmesi değerli içgörülerin ve potansiyel seçeneklerin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Bu da işletmelerin daha bilinçli ve sürdürülebilir kararlar almasını sağlamaktadır (Ebuka vd., 2023).

i. Envanter Yönetimini Kolaylaştırma

Yapay zeka destekli envanter yönetimi teknolojilerinin kullanımı, talebi tahmin etme, stok seviyelerini optimize etme ve aşırı envanter ya da stokun tükenmesi gibi riskleri azaltma potansiyeline sahiptir. Yapay zeka tabanlı yazılımlar, gelecekteki tüketici satın alma eğilimlerini tahmin ederek makul depolama ve düşük maliyetli kira gideri sayesinde genel giderleri azaltabilmektedir. Ayrıca bu akıllı sistemler, büyük veri kümelerini anında analiz ederek arz ve talep tahminleri konusunda hızlı tavsiyeler sunabilmektedir (Ebuka vd., 2023; Haleem vd., 2023).

j. Tedarik Zincirini Optimize Etme

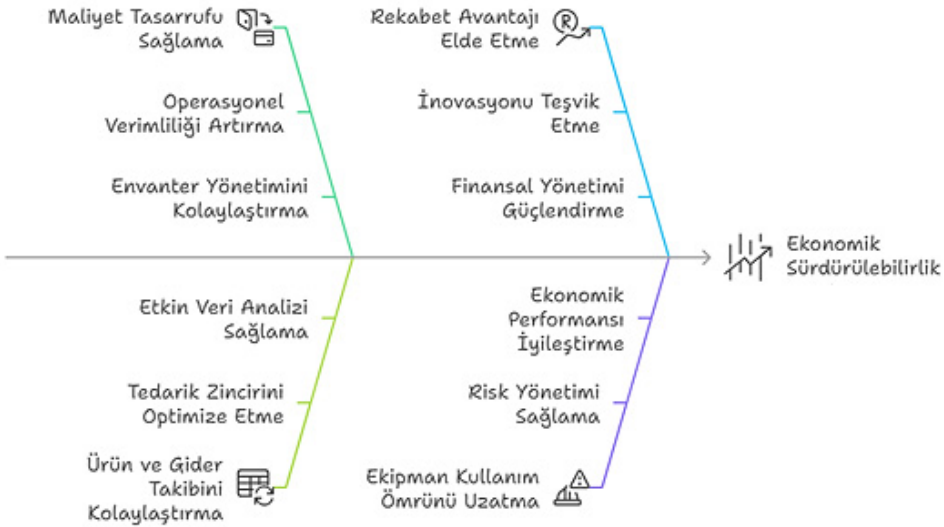
Yapay zeka, tedarik zinciri ağlarıyla ilişkili birçok sorunun üstesinden gelmeyi mümkün kılmaktadır. Yapay zeka, aşırı stok bulundurma riskini azaltarak ve lojistik gecikmeleri en aza indirerek tedarik zincirlerinin ihtiyaçlara yanıt verme yeteneğini ve verimliliğini artırabilmektedir. Yapay zeka ayrıca tedarik zincirinin dağıtım aşamasında, rota optimizasyonunu ve talep tahminini etkinleştirerek zamanında teslimatları ve dengeli tedariki garanti altına almaktadır (Helo & Hao, 2022).

k. Ürün ve Gider Takibini Kolaylaştırma

Yapay zeka işletmelerde girdilerin ve ürünlerin akışı ve takibi ile ilgili gerçek zamanlı veriler sağlayarak yöneticilerin karar alma süreçlerine yardımcı olmaktadır. Hatta ek olarak, ürünleri tüketim ya da kullanılmasından sonra da takip ederek ayrıştırılabilecek bileşenleri tekrar geri kazanılmasını sağlayabilmekte ve böylece döngüsel ekonomi ilkelerinin uygulanmasının önünü açabilmektedir (Ali vd., 2024).

l. Ekipman Kullanım Ömrünü Uzatma

Yapay zeka işletmede kullanılan ekipmanların durumunu gerçek zamanlı izleyerek ve arıza oluşmadan önce öngörücü bakım ile arızaları önleyerek operasyonel maliyetleri azaltabilmekte ve ekipmanların kullanım ömrünü uzatabilmektedir (Ta vd., 2024).



Şekil 2. Yapay Zekanın Ekonomik Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkileri

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç olarak yapay zekanın ekonomik sürdürülebilirlik üzerinde başta maliyet tasarrufu, operasyonel verimlilik ve rekabet avantajı olmak üzere pek çok olumlu etkisini görmek mümkündür. Şekil 2’de yapay zekanın ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerini bir arada görmek mümkündür.

3. Sosyal Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkiler

Sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilirliğin toplumsal eşitlik, adalet ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ile çalışan, paydaş ve müşteri memnuniyetini de kapsayan alt boyutunu oluşturur. Yapay zeka kullanımının sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki olası olumlu etkileri aşağıda sıralanmıştır.

a. İnsan Kaynakları Faaliyetlerini İyileştirme

İnsan kaynakları alanında yapay zekanın kullanılması işe alım, çalışan katılımı, çalışan memnuniyeti ve performans değerlendirme gibi birçok faaliyette fayda sağlama potansiyeline sahiptir (Ebuka vd., 2023). Yapay zeka kullanımı çalışanları tekrarlayan, monoton ve zor işlerden kurtararak yetkinliklerini ve becerilerini daha anlamlı ve yaratıcı işlerde kullanmalarını sağlayabilmektedir (Ronaghi, 2023). Yapay zeka, maaş ve terfi önerilerindeki adaletsizliği çalışanlara ulaşmadan önce tespit edebilmekte ve yöneticilerin daha adil kararlar almasını sağlayabilmektedir. Ayrıca işe alım ve yetenek yönetiminde, standartlaştırılmış ve objektif bir aday değerlendirme süreci izleyerek şirketlerin önyargıları ve ayrımcılığı azaltmalarına yardımcı olmaktadır (Strohmeier & Piazza, 2015). Bu da işletmelerin çeşitlilik ve kapsayıcılık hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır.

b. Müşteri Memnuniyetini Sağlama

Yapay zeka, müşteri geri bildirimlerini ve satın alma davranışlarına dair verileri analiz ederek son derece kişiselleştirilmiş ürünler ve hizmetler sunabilmekte, müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırabilmektedir. (Jiang & Chen, 2024). Ayrıca yapay zekanın müşteri ilişkileri yönetimi sistemlerine entegre edilmesi, müşteri verilerini etkili bir şekilde yönetme, müşteri davranışlarını tahmin etme, pazarlama kampanyalarını uyarlama ve müşteri ilişkileri yönetimini geliştirme konusunda önemli avantajlar sunmaktadır. Yapay zekanın e-ticarete kullanılması ise çevrimiçi müşteriler için ürün önerilerinin, içeriklerin ve alışveriş deneyimlerinin özelleştirilmesini sağlayarak genel müşteri memnuniyetini artırmaktadır (Ebuka vd., 2023).

c. Paydaşlarla Etkileşimi Artırma ve Sosyal Etki Yaratma

İşletmeler artan bir şekilde tedarikçiler, tüketiciler, hükümet ve topluluklar gibi paydaşların ihtiyaçlarını ve geri bildirimlerini anlamak ve bu verileri analiz etmek için yapay zekayı kullanmaktadır. Yapay zeka çeşitli platformlar üzerinden paydaşlarla hızlı ve etkili iletişimi mümkün kılarak işletmelerin daha kişiselleştirilmiş deneyimler sunmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca sürdürülebilirlik ve toplumsal sorumluluk ile ilgili projeler önerebilmekte ve işletmenin sosyal etki alanını artırarak imajının iyileştirilmesine katkı sağlayabilmektedir (Grover vd., 2022).

d. Kurumsal Sosyal Sorumluluğu Artırma

Yapay zeka sadece dahili operasyonlarda değil daha geniş topluluk girişimlerini desteklemek için de kullanılmaktadır. Örneğin, yapay zeka uygulamaları topluluk ihtiyaçlarını belirlemek için sosyal ve ekonomik verileri analiz ederek şirketlerin kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerini daha etkili bir şekilde yönetmesini sağlamaktadır. Bu durum işletmelerin toplumun gerçek sorunlarının ele alınmasına yardımcı olmakta ve böylece sosyal yapıyı güçlendirerek işletmenin sorumlu bir paydaş olarak rolünü geliştirmektedir (Balcioglu vd., 2024).

e. Yönetişimi İyileştirme

Yönetişim açısından, yapay zeka sistemleri işletmeler içinde uyumluluğu ve etik standartları izlemek için gelişmiş araçlar sağlamaktadır. Bu sistemler, etik olmayan uygulamaları içeren finansal işlemlerdeki veya operasyonlardaki anormallikleri tespit edebilmekte ve şirketlerin yüksek şeffaflık standartlarını korumasını sağlayabilmektedir (Balcioglu vd., 2024). Yapay zeka, yönetim kurulundaki karmaşık karar alma süreçlerini de iyileştirerek kurumsal yönetim, uyumluluk ve risk yönetimi gibi alanlarda işletmelerin yeteneklerini artırabilmektedir. Yapay zeka ayrıca sürdürülebilir politikalar önerebilmekte ve sürdürülebilirliğe uygun kararlar alınmasına yardımcı olabilmektedir. Ayrıca, sürdürülebilirlik stratejisini ve politikasını genel iş stratejisiyle entegre etme konusunda işletmelere önerilerde bulunabilmektedir (Zhao & Fariñas, 2023).

f. Siber Güvenliği Güçlendirme

Yapay zeka veri güvenliği ile ilgili riskler içerse de bizzat kendisinin siber güvenlik protokollerine entegre edilmesi, olası saldırıları derhal tespit ederek ve çözüm üretmek mevcut güvenlik

önlemlerini güçlendirebilmekte, böylece hassas bilgileri koruyarak kesintisiz kurumsal operasyonların sürdürülmesine katkıda bulunabilmektedir (Ebuka vd., 2023).

g. İşyeri ve İş Güvenliğini Artırma

Yapay zeka odaklı sistemler, işyeri güvenliğini iyileştirmek ve çalışan refahını artırmak amacıyla, üretim tesisleri ve ağır sanayilerde potansiyel tehlikeleri tespit ederek, ekipman arızalarını ve tehlikeli durumları tahmin edip çalışanların riskli koşullara maruz kalmamasını sağlayarak kazaları önlemeye yardımcı olmaktadır (Balcioglu vd., 2024).

Sonuç olarak yapay zekanın sosyal sürdürülebilirlik üzerinde başta insan kaynakları faaliyetlerini iyileştirme, müşteri memnuniyetini sağlama ve paydaşlarla etkileşimi artırma olmak üzere pek çok olumlu etkisini görmek mümkündür. Şekil 3’de yapay zekanın sosyal sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerini bir arada görmek mümkündür.



Şekil 3. Yapay Zekanın Sosyal Sürdürülebilirlik Üzerindeki Olumlu Etkileri

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Özetle yukarıda sayılan tüm bu olası olumlu etkiler sayesinde yapay zekanın benimsenmesi yalnızca ekonomik ve çevresel performansı artırmakla kalmamakta, aynı zamanda sosyal sorumluluğu ve işletme imajını da geliştirerek kapsamlı kurumsal sürdürülebilirliği teşvik edebilmektedir. Literatürde bu görüşü destekler nitelikte az da olsa ampirik bulgulara rastlanmaktadır. Örneğin Ghobakhloo vd. (2023) çalışmalarında daha yüksek yapay zeka benimseme yoğunluğuna sahip işletmelerin sürdürülebilirlik performansında iyileşmeler yaşadığını tespit etmişlerdir. Tuğaç (2023) ise çalışmasında yapay zeka sistemlerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılabilmesi için önemli katkıları olduğunu açıklamıştır. Kopka & Grashof (2022) çalışmalarında yapay zekanın özellikle, atık azaltma, enerji optimizasyonu ve daha sürdürülebilir eylemlere yönelik karar almayı kolaylaştırdığını tespit etmişlerdir. Di Vaio vd. (2020b) yapay zekanın sürdürülebilir tüketim ve üretime odaklanan “sorumlu üretim ve tüketim” başlıklı 12 numaralı sürdürülebilir kalkınma amacını büyük ölçüde olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Ancak sürdürülebilirlik için yapay zekanın bir çok faydasının yanında bazı riskleri ve uygulama güçlüklerini barındırdığı da unutulmamalıdır. Bundan sonraki bölümde bu olası riskler ve güçlükler açıklanmaktadır.

Sürdürülebilirlik İçin Yapay Zeka Kullanımının Olası Riskleri ve Güçlükleri

Yapay zekanın dijital dönüşüm sürecinin merkezi haline gelmesiyle çok çeşitli alanlarda büyük potansiyel katkıları ortaya çıkmıştır. Ancak yapay zekayı benimsemenin her zaman kolay olmadığını ve içinde bir takım önemli riskler barındırdığını da unutmamak gerekir. Dolayısıyla riskleri ve güçlükleri

göz önünde bulundurularak yapay zekanın sürdürülebilirlik üzerindeki net etkisinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Rohde vd., 2023). Yani yapay zekanın sorumlu ve etik kullanımı için bu yönü ile yüzleşmek gerekmektedir. Yapay zekanın karanlık yüzünü de dikkate alarak onu iki ucu keskin bir kılıca benzetmek mümkündür. Vinuesa vd. (2020) yaptıkları çalışmada işletmelerde yapay zekâ uygulamalarının, 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı altındaki 169 sürdürülebilirlik hedefinden 59 adedini (%35) negatif yönde etkilediği ve yapay zekanın sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde zorlaştırıcı bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Görüldüğü gibi yapay zeka, insanların karşılaştığı en karmaşık ekonomik, çevresel ve sosyal sorunlarda önemli ilerlemeler sağlama potansiyeline sahip olsa da beraberinde bir çok riski ve güçlüğü de getirmektedir (Zhao & Fariñas, 2023). Yapay zekayı sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kullanan işletmelerin aşağıda sıralanan riskleri dikkate alması ve güçlükleri olabildiğince aşması gerekmektedir.

1. Riskler

a. Çalışanların İşsiz Kalması

İşletmelerde yapay zeka kullanımının temel risklerinin başında çalışanların yerine getirdiği belirli görevlerin otomatikleştirilebilmesi ve bu nedenle yaşanan iş kaybı ve işsizliktir (Di Vaio vd., 2020a). Bu durum ekonomik ve sosyal eşitsizliklerin daha da artmasına yol açmaktadır. İnsana özgü olan işlerin bile artık yapay zeka tarafından daha iyi ve hızlı bir şekilde yerine getirilmesi çalışanlar için büyük bir stres kaynağı haline gelmektedir (Goralski & Górniak-Kocikowska, 2018). Dolayısıyla bu durumda çalışanlar psikolojik açıdan da etkilenebilmekte, kapasiteleri ve yetenekleri gölgelenmekte bu da depresyona neden olmaktadır (Mihai & Pica, 2023). Yapay zekanın yol açtığı bu kaygı nedeniyle çalışanların ruh sağlığı sorunlarında artış olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Gale vd. (2017) bu kaygının sosyal izolasyona yol açtığını ve bunun kalp hastalığı sıklığı ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir.

b. Erişim Sorunları ve Eşitsizlik

Yapay zekanın hızla yaygınlaşması bazı işletmelerin ve devletlerin entelektüel ve finansal avantajlar sağlamasına diğerlerinin ise bu avantajlardan mahrum kalmasına yol açmaktadır. Bu durum işletme ve ülkeler arasında eşitsizliklere neden olmaktadır (Mihai & Pica, 2023). Kaynaklar ve teknolojiye erişimde yaşanan bu büyük farklılık, sosyal eşitsizlikleri de tetiklemektedir. Dolayısıyla teknolojik olarak gelişmiş ülkeler ile teknolojik olarak geride kalmış ekonomiler arasındaki büyük ve büyüyen bir dijital uçurum riski bulunmaktadır (Goralski & Tan, 2020). Avrupa Komisyonuna göre az sayıda dijital aktörün büyük miktarda veri toplayabilmesi, sahip oldukları büyük veri hacmi ile onlara önemli içgörüler ve rekabet avantajları sağlamaktadır. Bu büyük güç ise söz konusu aktörlerin platformlardaki kuralları belirlemesine ve verilere erişim ve kullanım koşullarını tek taraflı dayatmasına yol açarak ciddi bir risk teşkil etmektedir (Zhao & Fariñas, 2023).

c. Karbon Emisyonunda Artış

Yapay zeka sürdürülebilirlik için umut vadeden ve güçlü bir teknoloji olmasına rağmen, uygulama aşamasında zıt bir etki olarak büyük bir karbon ayak izi yaratma ikilemine sahiptir. Tek bir yapay zeka modelinin eğitilmesinin beş arabanın ömrüne eşdeğer karbondioksit yayabileceği iddia edilmektedir. Yapay zeka modelleri daha karmaşık hale geldikçe karbon ayak izlerinin çok daha fazla olacağı düşünülmektedir (Haleem vd., 2023). Yapay zeka teknolojisi, yapay zeka tabanlı sistemlerin çok fazla işlem gücüne ihtiyaç duyması ve dolayısıyla enerji tüketimini artırması nedeniyle de eleştirilmektedir. Yönetilmesi gereken veri miktarı arttıkça sunucuların maliyeti ve veri merkezlerini serin tutmak için gereken elektrik ihtiyacı da artmaktadır (Dwivedi vd., 2022). Örneğin, Bitcoin gibi kripto para birimlerinin bugün bile Belçika veya Finlandiya'nın tüm ekonomik büyüklüğü kadar enerji tükettiği hesaplanmıştır (Kopka & Grashof, 2022).

d. Veri Güvenliği ve Mahremiyet

Yapay zeka kullanımı ile ilgili bir diğer önemli konu da veri gizliliği ve güvenlik endişeleridir (Misra vd., 2020). Siber saldırılar, dijitalleşmekte olan işletmelerin en büyük korkusudur. En önemli riskler arasında, işletmelerin yapay zeka sistemlerini manipüle etme ve karar alma sürecini yavaşça değiştirme yönündeki kasıtlı girişimler yer almaktadır. Yapay zeka sistemleri, etkili bir şekilde çalışmak için genellikle tüketicilerin satın alma alışkanlıkları, diyet tercihleri ve sağlık bilgileri gibi kişisel bilgileri içeren büyük miktarda veri gerektirmektedir. Bu yüzden verilerin gizlilik yasalarına ve standartlarına

uygun olarak toplanması, saklanması ve işlenmesi gerekmede ve ayrıca tüketicilerin hangi verilerin toplandığı ve nasıl kullanılacağı konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir (Ta vd., 2024). Dolayısıyla işletmeler yapay zekanın etik, şeffaf ve sorumlu kullanılmasını sağlamalıdır. Tüketiciler, veri ve gizlilik haklarını korumak ve sürdürülebilirlik girişimlerini desteklemek için giderek daha bilinçli hale geldiği için uygun etik protokolleri oluşturmak hayati önem taşımaktadır (Haleem vd., 2023).

e. Ön Yargı ve Yanlılık

Yapay zekanın en işlevsel alt alanı olan makine öğrenimi, öğrenme ve tahminlerde bulunmak için geçmiş verilerde gözlemlenen kalıpları ve ilişkileri kullanmaktadır. Ancak geçmiş veriler, günümüze oranla daha kısıtlı ve stabil bir zaman dilimini yansıttığı için bu geçmiş veri kümelerinden elde edilen tahmin veya içgörüler de sınırlı olabilmektedir (Nishant vd., 2020). Bu nedenle yapay zeka sistemleri bu gibi zayıf, sınırlı veya ön yargılı olabilecek veri kümeleriyle tasarlanırsa veri yanlılığı ortaya çıkabilmektedir. Khakurel vd. (2018) de yapay zeka tasarımcılarının kendi önyargılarını karmaşık algoritmalar yoluyla yapay zekaya yansıtabileceklerini ileri sürmektedir. Öte yandan yine yazılımcılar müşterilerinin çıkarlarını desteklemek veya kararlarını etkilemek için de yanlı bir tasarım veya algoritma geliştirebilmektedirler. Bu riski bertaraf etmek ve yapay zeka ile ilgili etik sorunları aşmak için titiz önyargı azaltma protokolleri hazırlanmalı (Ta vd., 2024) ve yapay zeka tasarım sürecine tüm paydaşların dahil edilmesi sağlanmalıdır (Haleem vd., 2023).

f. Sorumluluk Belirsizliği

Hukuk alanındaki akademik camiada en çok cevap aranan sorulardan birisi yapay zeka sistemlerinin neden olduğu hasarlardan kimin sorumlu tutulacağıdır (Panch vd., 2019). Yapay zekanın sürdürülebilir kalkınma hedefleri için uygulanmasında ele alınan konular, oldukça karmaşık olabilmekte (iklim modelleri gibi) ve milyonlarca hatta milyarlarca insanı doğrudan etkileyen önemli toplumsal, ekonomik ve çevresel etkilere sahip olabilmektedir (Herve, 2021). Bu nedenle olası olumsuz etkilere karşı kimin sorumlu olduğuna ilişkin belirsizliklerin işletmeyi de aşacak şekilde uluslararası düzeyde açıklığa kavuşturulması gerekmektedir.

g. Kötüye Kullanım

Günümüzde yapay zeka ile ilgili düzenlemeler ve denetim tam olarak sağlanamadığı için, yapay zekanın kötü amaçlarla kullanılması konusunda endişeler artmaktadır (Dauvergne, 2020). Çünkü yapay zekanın kötüye kullanımı, özellikle sürdürülebilirliğin sosyal boyutu açısından tehlikeler yaratabilmektedir. Yapay zekanın yalnızca belirli grupların çıkarlarını koruyacak şekilde kullanılması da sosyal sürdürülebilirlik için risk teşkil etmektedir (Krishnaveni vd., 2021).



Şekil 4. Sürdürülebilirlik için Yapay Zeka Kullanımında Riskler

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç olarak işletmelerde sürdürülebilirliği sağlamak için yapay zekanın kullanımı durumunda başta işsizlik, eşitsizlik, veri güvenliği ve kötüye kullanım olmak üzere pek çok potansiyel risk söz konusudur. Şekil 4’de potansiyel riskleri bir arada görmek mümkündür.

2. Güçlükler

a. Yapay Zeka Maliyeti

Ebuka vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, katılımcı işletmeler, yapay zeka teknolojilerinin dağıtım veya benimsenme maliyetinin yüksek olmasının bu teknolojilerin benimsenmesindeki önemli bir engelleyici olduğunu iddia etmektedir. Buna göre işletmeler yüksek maliyeti nedeniyle yapay zeka teknolojilerinden uzak durma eğilimindedir. Younis vd. (2021) çalışmalarında, yapay zekanın her ne kadar uzun vadede maliyet tasarrufları sağlasa da geliştirme ve başlangıç maliyetlerinin oldukça yüksek olduğunu iddia etmiştir. Yapay zekayı benimsemenin yeterli fiziksel ve teknolojik altyapıyı gerektirmesi sebebiyle bu maliyet daha da yükselebilmektedir.

b. Değişime Direnç Gösterme

İşletmelerde eski iş yapma alışkanlıkları iş operasyonlarında teknoloji ve yapay zekanın benimsemesini engelleyebilmektedir. Çalışanlar kimi zaman eski yöntemleri değiştirmekten kimi zaman da yapay zekayı kabul etmekten kaynaklanabilecek bilinmezlik ve belirsizliklerden korku duymaktadırlar (Ebuka vd., 2023). Karanth vd.’ne (2023) göre direncin en önemli nedeni, yapay zeka kullanımına ilişkin güven eksikliğidir. Khogali & Mekid (2023) ise makineler tarafından yerinden edilme veya iş kaybı korkusunun en temel direnç sebebi olduğunu iddia etmektedir. Dolayısıyla bu türden bir direnç yapay zekanın faydalarını kabul etmeyi ve benimsenme sürecini geciktirebilmektedir.

c. Farkındalık ve Beceri Eksikliği

Yapay zekanın yeterince yaygınlaşmasının önündeki güçlüklerden birisi de yapay zeka hakkında bilgi eksikliğidir. Çalışanların birçoğunun yapay zekanın kullanılması ya da yapabileceklerine dair farkındalıkları bulunmamaktadır. Bunun yanında yapay zekayı etkili ve verimli bir şekilde kullanmak için ek beceriler gerekirken ancak çoğu işletme bu beceri gereksinimlerinden yoksun olmakla birlikte bunu başarabilecek insan kaynağını işletmeye çekmekte de zorlanmaktadır (Ebuka vd., 2023).

d. Performans Ölçümünde Zorluk

İşletmelerde sürdürülebilirliğe doğru kat edilen ilerlemenin kesin ve doğru bir şekilde ölçülmesi ve izlenmesi gerekmektedir. Ancak bu tür bir ölçüm oldukça karmaşık ve zorlu bir süreçtir. Sürdürülebilirlik için yapay zeka kullanımının performansını ölçmek ise iki kat daha zorluk yaratmaktadır (Crawford vd., 2016). Yapay zekanın sürdürülebilirlik için başarısını ölçmek, teknik ve öngörücü performans modellerini birleştiren, hedef kitleler tarafından kabul düzeyini ölçen ve yapay zekanın teknik sınırlamalarının ve karmaşıklığının farkında olan bütünsel bir metrik gerektirmektedir (Nishant vd., 2020).

e. Strateji ve Politika Eksikliği

Sürdürülebilirlikte yapay zeka girişimlerinin yeterince başarılı olmamasının sebeplerinden birisi net bir dijital stratejinin olmamasıdır. Sürdürülebilirlik süreçlerine ve iş operasyonlarına rehberlik edecek bir politikadan yoksun olunması belirlenen hedeflere ulaşmayı zorlaştırmaktadır (Hess vd., 2016).

f. Yasal Çerçeve Eksikliği

Yapay zeka tasarımı ve dağıtımını disiplin altına almayı sağlayan uygulamaya dönük yasal bir çerçevenin olmaması önemli bir güçlüktür. Bugüne kadar gerçekleştirilen girişimlerin bağlayıcı olmaması, etik kurallardan sapmanın, suistimal veya kötüye kullanımın yaptırımsız kalmasına ve itibar kaybı dışında şirketler için bir kayba yol açmamasına neden olmaktadır (Hagendorff, 2019). Bu konuda henüz yasal bir düzenlemenin olmamasının başlıca nedenlerinden biri, özel sektörün geniş etkisidir. Google, Facebook ve SAP gibi büyük şirketlerin etik kurallar geliştirme ve konuyla ilgili araştırmalara yatırım yapma çabalarının, aslında kendi çıkarlarına veya önceliklerine hizmet edecek şekilde gerçekleştiği öne sürülmektedir (Jobin vd., 2019).



Şekil 5. Sürdürülebilirlik İçin Yapay Zeka Kullanımında Karşılaşılabilecek Güçlükler

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Sonuç olarak sürdürülebilirliği sağlamak için yapay zekayı kullanmayı düşünen işletmelerin başta maliyet, değişime direnç ve yasal çerçeve eksikliği olmak üzere pek çok güçlük ile karşılaşabileceği görülmektedir. Şekil 5’de işletmelerin karşılaşılabileceği güçlükleri bir arada görmek mümkündür.

Özetle yukarıda sayılan tüm faktörler yapay zekanın sürdürülebilirlik için kullanılmasında ve kurumsal sürdürülebilirliğe ulaşılmasında aşılması gereken engeller olarak görülmektedir. Yapay zekanın karanlık yüzünü temsil eden bu risk ve güçlükler hakkında literatürde bazı çıkarımlar görmek mümkündür. Örneğin Richey vd. (2023) sürdürülebilirliği teşvik etmek için yapay zeka algoritmalarını kullanmanın son derece teknik bir konu olduğunu ve karmaşıklığa bağlı zorluklar içerdiğini iddia etmektedir. Hernandez vd. (2023) ise özellikle KOBİ’lerde yetersiz fiziksel ve teknolojik altyapı, veri kullanılabilirliği, müşteri gizliliği ve güvenliği, yetersiz yasal çerçeveler, yönetim desteği ve yapay zeka benimseme stratejisinin eksikliği gibi faktörlerin sürdürülebilirlikte yapay zekayı kullanmak için belirgin sorunlar yarattığını ve bu zorlukların aşılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Varma Vegesna (2023) her işletmenin yapay zekaya erişiminin aynı olmadığını ve bu durumun etik sorunlara ve erişimdeki eşitsizliklere yol açtığını vurgulamaktadır. Vinuesa vd. (2020) yapay zekanın bir çok sürdürülebilirlik hedefine ulaşılmasına katkı sağlamasına rağmen aynı zamanda söz konusu hedeflerin yaklaşık üçte birini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur.

Sonuç ve Tartışma

Yapay zeka ile sürdürülebilirliğin senkronizasyonu günümüz dünyasındaki karmaşık zorlukların üstesinden gelmek için umut verici bir çerçeve sunmaktadır. Yapay zekanın kurumsal operasyonlara giderek daha fazla entegre edilmesi, yapay zeka ile sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin tesadüfi olmaktan çok amaca yönelik olduğunu ve daha sürdürülebilir bir geleceğe ilerlemek için güçlü bir yol sağladığını göstermektedir. Bu bağlamda, yapay zeka sürdürülebilirlik için bir amaçtan çok sürdürülebilir hedeflere ulaşmak için bir araç olarak görülmelidir. Yapay zekanın bir kolaylaştırıcı mı yoksa engelleyici mi olduğu ise büyük ölçüde kullanım amacına bağlıdır. Bir başka ifadeyle yapay zekanın, nasıl kullanıldığına bağlı olarak sürdürülebilirlik için çözümün bir parçası olabileceği gibi sorunun da bir parçası olabileceğini unutmamak gerekir. Bu nedenle yapay zekanın özellikle sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kullanılması olası olumlu etkileri artırarak riskleri ve güçlükleri azaltacaktır.

Tyagi vd.'ne (2023) göre işletmelerin yapay zekânın faydalarından tam olarak yararlanabilmesi için "sorumlu yapay zekâ" uygulamalarını benimsemeleri ve bu teknolojinin etik ilkelerle uyumlu olmasını sağlamaları gerekmektedir. Yazarlara göre yapay zeka sadece verimlilik ve kârlılık sağlamakla kalmayıp aynı zamanda çevreye daha duyarlı ve eşitlikçi bir geleceğe katkıda bulunmaya çalışmalıdır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik olarak kullanılan yapay zeka teknolojileri için "yeşil zeka" kavramının kullanılması önerilmektedir. İçinde bulunduğumuz dijital çağda işletmelerin sürdürülebilirlik için yeşil zeka teknolojilerinin gücünden yararlanması onların hem geleceklerini güvence altına almalarına hem de çevreye ve topluma olumlu katkılarda bulunarak öncü bir rol üstlenmelerine katkı sağlayacaktır.

Yapay zekanın sürdürülebilirlik stratejilerine entegrasyonunda sektörel farklılıkların da göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamak gerekir. Her sektörün karşılaştığı çevresel, ekonomik ve sosyal zorluklar farklılık gösterdiğinden, yapay zeka uygulamalarının da bu bağlamlara uygun şekilde özelleştirilmesi önemlidir. Örneğin, enerji yoğun sektörlerde yapay zeka sayesinde enerji tüketimi ve atık yönetimi gibi çevresel sürdürülebilirlik boyutları optimize edilebilirken, hizmet sektöründe müşteri deneyimini iyileştirmek yoluyla sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlanabilir. Bu durum, sektör bazlı stratejilerin geliştirilmesinin ve yapay zekanın çok boyutlu sürdürülebilirlik hedefleriyle ilişkilendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, yapay zekanın sürdürülebilirlik bağlamında etkili biçimde kullanılabilmesi için sadece teknolojik kapasite değil, aynı zamanda kültürel ve yönetsel dönüşüm de gereklidir. İşletmelerin değişime açık, yenilikçi ve etik değerlere bağlı bir örgüt kültürü geliştirmesi, yapay zekadan maksimum fayda sağlanabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca bu süreçte çalışanların teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmeleri için sürekli eğitim ve gelişim olanaklarının sunulması da sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak önemli bir unsurdur. Yapay zekanın sunduğu fırsatların sadece teknolojiye değil, aynı zamanda insan kaynağına da yatırım yapılarak sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Bu çalışmanın en önemli çıkarımlarından birisi yapay zekanın, dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik amaçları arasındaki boşluğu kapatabilmesi ve sürdürülebilirlik stratejilerine entegre edilmesi halinde çok önemli içgörüler sağlayabilmesidir. Bunun yanında yapay zekanın sürdürülebilirlik amaçları için kullanılması işletmelere pek çok avantaj sağlasa da risklerin çok dikkatli bir şekilde yönetilmesi ve güçlüklerin aşılması için çaba harcanması gerektiği de çalışmanın bir diğer çıkarımını oluşturmaktadır. Çalışma aynı zamanda işletme yöneticileri için bir rehberlik sağlama potansiyeline sahiptir ve yöneticilere yapay zekanın sürdürülebilirlik hedeflerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Yöneticiler bu entegrasyonun başarısı için işbirliğinin gücünden yararlanmalı ve örgütte öğrenme odaklı bir ortamı oluşturarak çalışan katılımını teşvik etmelidir. Böylece işletmeler hem kurumsal sürdürülebilirlik yolculuğunda ilerleyebilecek hem de operasyonel verimliliği artırarak değişen pazarda rekabet avantajı elde edebilecektir.

Öneriler

Yapay zeka teknolojilerinin hızla gelişen doğası göz önüne alınarak yapay zekanın getirdiği potansiyel sorunlarla başa çıkmak için yapay zekanın etik bir şekilde kullanılması önerilmektedir. Gizlilik, şeffaflık ve önyargılarla ilgili endişeleri ortadan kaldırmak için etik uygulama çerçeveleri geliştirmek faydalı olacaktır. Yapay zekanın dünya üzerinde yaşayan tüm insanlar üzerinde etki gücünün olması nedeniyle, kötü amaçla kullanıma karşı bu sistemleri denetlemenin de çok önemli olduğu bir gerçektir. Bu noktada düzenleyici kuruluşlara ve bağlayıcı yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu ve bu ihtiyacın acilen karşılanması gerektiği belirtilebilir. Ek olarak yapay zeka kullanılarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için çok taraflı ve katılımcı bir sürece ihtiyaç vardır. Bu hem örgüt içinde hem de örgüt dışında ve ulusal/uluslararası ölçekte paydaşların katılımını içeren işbirliğini gerektirmektedir. İşletmeler bu işbirliği imkanlarını geliştirmeli ve kolektif bir çaba gösterilmesine ön ayak olmalıdır. Özellikle çalışanların sürece dahil edilmesi yapay zeka benimsenme oranını artırarak etkili kullanımın önünü açacaktır. Ancak çalışanların beceri açığının kapatılması için eğitilmesi ve yeni beceriler kazandırılması gerektiği unutulmamalıdır. Yapay zekanın sürdürülebilirlik çabalarına başarılı bir şekilde entegre edilmesinin koşullarından birisi de güçlü dijital bir altyapının geliştirilmesidir. Bu nedenle yapay zekaya yatırım yapılmalı ve bunun için finansal kaynak aktarılmalıdır. Hükümetlerin de sürdürülebilirlik için yapay zeka

teknolojilerine yatırım yapmak isteyen işletmelere vergi teşvikleri ve finansal sübvansiyonlar gibi seçenekler sunmaları önemlidir. Bu tür teşvikler işletmelerin sürdürülebilirlik performansını artırırken ülke ekonomisinde de büyümeyi teşvik etme potansiyeline sahiptir.

Son olarak konuya ilgi duyan araştırmacılara ise sürdürülebilirlik için yapay zeka kullanımının etkilerinin daha iyi anlaşılması için çeşitli sektörlerde daha fazla ampirik çalışma yapılması önerilmektedir. Hatta bu çalışmaların kesitsel değil uzamsal araştırmalar şeklinde tasarlanması, yapay zekanın sürdürülebilirlik üzerindeki uzun vadeli etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacaktır. Ayrıca bu etkinin daha objektif bir şekilde ölçülmesini sağlamak için ölçek geliştirme çalışmalarına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

ALİ, Z. A., ZAIN, M., PATHAN, M. S. & MOONEY, P. (2024). Contributions of artificial intelligence for circular economy transition leading toward sustainability: An explorative study in agriculture and food industries of Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 19131–19175. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03458-9>

APRIANTI, S. E. (2017). A huge number of artificial waste material can be supplementary cementitious material (scm) for concrete production. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4178–4194.

AWAN, U., SHAMIM, S., KHAN, Z., ZIA, N. U., SHARIQ, S. M. & KHAN, M. N. (2021). Big data analytics capability and decision-making: The role of data-driven insight on circular economy performance. *Technological Forecasting and Social Change*, 168, 1-12.

AYOUBI, H., TABAA, Y. & EL-KHARRIM, M. (2023, June 2-3). *Artificial intelligence in green management and the rise of digital lean for sustainable efficiency*. International Conference on Innovation in Modern Applied Science, Environment, Energy and Earth Studies, Les Ulis, France.

BADGHISH, S. & SOOMRO, Y. A. (2024). Artificial intelligence adoption by SMEs to achieve sustainable business performance: Application of technology–organization–environment framework. *Sustainability*, 16, 1-24. <https://doi.org/10.3390/su16051864>

BALCIOĞLU, Y. S., ÇELİK, A. A. & ALTINDAĞ, E. (2024). Artificial intelligence integration in sustainable business practices: A text mining analysis of usa firms. *Sustainability*, 16, 1-18. <https://doi.org/10.3390/su16156334>

BERGER, L., EMMERLING, J. & TAVONI, M. (2017). Managing catastrophic climate risks under model uncertainty aversion. *Management Science*, 63(3), 749–765.

BHATI, R. & MITTAL, S. (2023, March 17-18). *The role and impact of artificial intelligence in attaining sustainability goals*. 9th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, Coimbatore, India.

BUGHIN, J., HAZAN, E., RAMASWAMY, S., CHUI, M., ALLAS, T., DAHLSTRÖM, P., HENKE, N. & TRENCH, M. (2017). *Artificial intelligence: The next digital frontier?*. McKinsey Global Institute.

CRAWFORD, K., WHITTAKER, M., ELISH, M. C., BAROCAS, S., PLASEK, A. & FERRYMAN, K. (2016). *The ainow report: The social and economic implications of artificial intelligence technologies in the near-term*. Erişim tarihi: 14.02.2025, https://assets.ctfassets.net/8wprhvnpc0/3JOy5k4f1YSCQOi8MCCmA2/97010d04fbc7892662ce8b2469dc1601/AI_Now_2016_Report.pdf

CUCARI, N., TUTORE, I., MONTERA, R. & PROFITA, S. (2023). A bibliometric performance analysis of publication productivity in the corporate social responsibility field: Outcomes of scival analytics. *Corporate Social Responsibility Environmental Management*, 30, 1–16.

DAUVERGNE, P. (2020). Is artificial intelligence greening global supply chains? Exposing the political economy of environmental costs. *Review of International Political Economy*, 29, 696–718.

DEY, P. K., MALESIOS, C., DE, D., CHOWDHURY, S. & ABDELAZIZ, F. B. (2019). Could lean practices and process innovation enhance supply chain sustainability of small and medium-sized enterprises?. *Business Strategy and the Environment*, 28(4), 582-598.

DI VAIO, A., BOCCIA, F., LANDRIANI, L. & PALLADINO, R. (2020a). Artificial intelligence in the agri-food system: Rethinking sustainable business models in the covid-19 scenario. *Sustainability*, 12, 1-12.

DI VAIO, A., PALLADINO, R., HASSAN, R. & ESCOBAR, O. (2020b). Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 121, 283-314. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.019>

DWIVEDI, Y. K., HUGHES, L., ISMAGILOVA, E., AARTS, G., COOMBS, C., CRICK, T., DUAN, Y., DWIVEDI, R., EDWARDS, J., EIRUG, A., GALANOS, V., ILAVARASAN, P. V., JANSSEN, M., JONES, P., KAR, A. K., KIZGIN, H., KRONEMANN, B., LAL, B., LUCINI, B., MEDAGLIA, R. & WILLIAMS, M. D. (2021). Artificial intelligence (ai): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 1-47.

DWIVEDI, Y. K., HUGHES, L., KAR, A. K., BAABDULLAH, A. M., GROVER, P., ABBAS, R., ANDREINI, D., ABUMOGHLI, I., BARLETTE, Y., BUNKER, D., KRUSE, L. C., CONSTANTIOU, I., DAVISON, R. M., DE, R., DUBEY, R., FENBY-TAYLOR, H., GUPTA, B., HE, W., KODAMA, M., MÄNTYMÄKI, M. & WADE, M. (2022). Climate change and COP26: Are digital technologies and information management part of the problem or the solution? An editorial reflection and call to action. *International Journal of Information Management*, 63, 1-39.

EUROPEAN UNION (2016). *Next steps for a sustainable European future*. 28 Ocak 2025 tarihinde <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016DC0739> adresinden edinilmiştir.

EBUKA, A. A., EMMANUEL, D. & IDIGO, P. (2023). Artificial intelligence as a catalyst for the sustainability of small and medium scale businesses (smes) in nigeria. *Annals of Management and Organization Research*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.35912/amor.v5i1.1719>

FALKNER, R. (2016). The paris agreement and the new logic of international climate politics. *International Affairs*, 92(5), 1107–1125.

FRANK, B. (2021). Artificial intelligence-enabled environmental sustainability of products: Marketing benefits and their variation by consumer, location, and product types. *Journal of Cleaner Production*, 285, 1-11.

GALE, C. R., WESTBURY, L. & COOPER, C. (2017). Social isolation and loneliness as risk factors for the progression of frailty: The english longitudinal study of ageing. *Age Ageing*, 47(3), 392-397. <https://doi.org/10.1093/ageing/afx188>.

GHOBAKHLOO, M., ASADI, S., IRANMANESH, M., FOROUGHI, B., MUBARAK, M. F. & YADEGARIDEHKORDI, E. (2023). Intelligent automation implementation and corporate sustainability performance: The enabling role of corporate social responsibility strategy. *Technology in Society*, 74, 1-20.

GORALSKI, M. A. & GÓRNIK-KOŚCIKOWSKA, K. (2018). Permissionless evolution of ethics – artificial intelligence. Munoz, J. M. & Naqvi, A. (Eds.). *Business strategy in an artificial intelligence economy*. Business Expert Press.

GORALSKI, M. A. & TAN, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *The International Journal of Management Education*, 18, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330>

GROVER, P., KAR, A. K. & DWIVEDI, Y. K. (2022). Understanding artificial intelligence adoption in operations management: Insights from the review of academic literature and social media discussions. *Annals of Operations Research*, 308, 177–213.

GÜRBÜZ, S. ve ŞAHİN, F. (2017). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. Seçkin Yayıncılık.

HAGENDORFF, T. (2019). The ethics of ai ethics: An evaluation of guidelines. *Minds and Machines*, 30, 99–120.

HALEEM, A., JAVAID, M., KHAN, I. H. & MOHAN, S. (2023). Significant applications of artificial intelligence towards attaining sustainability. *Journal of Industrial Integration and Management*, 8(4), 489-520. <https://doi.org/10.1142/S2424862223500331>

HANSEN, E. B. & BOGH, S. (2021). Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 362-372.

HELO, P. & HAO, Y. (2022). Artificial intelligence in operations management and supply chain management: An exploratory case study. *Production Planning & Control*, 33(16), 1573–1590.

HERNANDEZ, A. A., CABALLERO, A. R., ALBINA, E. M., BALMES, I. L. & NIGUIDULA, J. D. (2023). *Artificial intelligence for sustainability: Evidence from select small and medium enterprises in the philippines*. 8th International Conference on Business and Industrial Research, Bangkok, Thailand.

HERVE, P. (2021). Machine learning-powered predictive analytics for reducing carbon emissions. *First International Meeting for Applied Geoscience & Energy Expanded Abstracts*. Swinford, B. & Abubakar, A. (Eds.) Society of Exploration Geophysicists.

HESS, T., MATT, C., BENLIAN, A. & WIESBÖCK, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123-139.

IGLIŃSKI, H. & BABIAK, M. (2017). Analysis of the potential of autonomous vehicles in reducing the emissions of greenhouse gases in road transport. *Procedia Engineering*, 192, 353–358.

JANKOVIC, S. D. & CUROVIC, D. M. (2023). Strategic integration of artificial intelligence for sustainable businesses: Implications for data management and human user engagement in the digital era. *Sustainability*, 15, 1-19. <https://doi.org/10.3390/su152115208>

JARRAHI, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-ai symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577–586.

JIANG, J. & CHEN, S. (2024). Influence of artificial intelligent in industrial economic sustainability development problems and countermeasures. *Heliyon*, 10(3), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25079>

JOBIN, A., IENC, M. & VAYENA, E. (2019). Artificial intelligence: The global landscape of ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1, 389–399.

KAPLAN, A. & HAENLEIN, M. (2019). Siri, siri in my hand, who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.

KAR, A. K., CHOUDHARY, S. K. & SINGH, V. K. (2022). How can artificial intelligence impact sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 376, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134120>

KAR, A. K. & KUSHWAHA, A. K. (2023). Facilitators and barriers of artificial intelligence adoption in business – Insights from opinions using big data analytics. *Information Systems Frontiers*, 25, 1351–1374. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10219-4>

KARANTH, S., BENEFO, E. O., PATRA, D. & PRADHAN, A. K. (2023). Importance of artificial intelligence in evaluating climate change and food safety risk. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 1-7.

KHAKUREL, J., PENZENSTADLER, B., PORRAS, J., KNUTAS, A. & ZHANG, W. (2018). The rise of artificial intelligence under the lens of sustainability. *Technologies*, 6(4), 1-18. <https://doi.org/10.3390/technologies6040100>

KHOGALI, H. O. & MEKID, S. (2023). The blended future of automation and ai: Examining some long-term societal and ethical impact features. *Technology in Society*, 73, 1-12.

KOPKA, A. & GRASHOF, N. (2022). Artificial intelligence: Catalyst or barrier on the path to sustainability?. *Technological Forecasting & Social Change*, 175, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121318>

KRISHNAVENI, D., HARISH, V. & MANSURALI, A. (2021). Ai and business sustainability: Reinventing business processes. Rana, G., Khang, A., Sharma, R., Goel, A. K. & Dubey, A. K. (Eds.) *Reinventing manufacturing and business processes through artificial intelligence*. CRC Press.

LAZAROIU, G., ANDRONICEANU, A., GRECU, I., GRECU, G. & NEGURIȚĂ, O. (2022). Artificial intelligence-based decision-making algorithms, internet of things sensing networks, and sustainable cyber-physical management systems in big data-driven cognitive manufacturing. *Oeconomia Copernicana*, 13(4), 1047-1080.

LI, J. & JIN, X. (2024). The impact of artificial intelligence adoption intensity on corporate sustainability performance: The moderated mediation effect of organizational change. *Sustainability*, 16, 1-21. <https://doi.org/10.3390/su16219350>

LIANG, P., SUN, X. & QI, L. (2024). Does artificial intelligence technology enhance green transformation of enterprises: Based on green innovation perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 21651–21687. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04225-6>

LIAO, H. T. & WANG, Z. (2020, December 18–20). *Sustainability and artificial intelligence: Necessary, challenging, and promising intersections*. Management Science Informatization and Economic Innovation Development Conference, Guangzhou, China.

MALLEESWARAN, B. & UTHAYAKUMAR, R. (2023). A single-manufacturer multi-retailer sustainable reworking model for green and environmental sensitive demand under discrete ordering cost reduction. *Journal of Management Analytics*, 10(1), 109–128.

MIHAL, D. A. & PICA, A. Ș. (2023). The role of artificial intelligence in business sustainability. *Faima Business & Management Journal*, 11(3), 56-67.

MISRA, N. N., DIXIT, Y., AL-MALLAHI, A., BHULLAR, M. S., UPADHYAY, R. & MARTYNENKO, A. (2020). IoT, big data, and artificial intelligence in agriculture and food industry. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(9), 6305–6324.

MIYAZAKI, K. & SATO, R. (2018, June 24–27). *Adoption of ai in firms and the issues to be overcome. An empirical analyses of the evolutionary path of development by firms*. The 22nd Biennial Conference on the International Telecommunications Society, Seoul, Korea.

NISHANT, R., KENNEDY, M. & CORBETT, J. (2020). Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *International Journal of Information Management*, 53, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102104>

NUNDY, S., GHOSH, A., MESLOUB, A., ALBAQAWY, G. A. & ALNAIM, M. M. (2021). Impact of covid-19 pandemic on socioeconomic, energy-environment and transport sector globally and sustainable development goal (SDG). *Journal of Cleaner Production*, 312, 127705.

OGREAN, C. (2023). Interplays between artificial intelligence and sustainability in business management. A bibliometric analysis. *Studies in Business and Economics*, 18(2), 336-357. <https://doi.org/10.2478/sbe-2023-0041>

OLOWU, T., SUNDARARAJAN, A., MOGHADDAMI, M. & SARWAT, A. (2018). Future challenges and mitigation methods for high photovoltaic penetration: A survey. *Energies*, 11(7), 1782.

PANCH, T., MATTIE, H. & CELI, L. A. (2019). The inconvenient truth about ai in healthcare. *NPI Digital Medicine*, 2(1), 1-3.

PANȚA, N. & POPESCU, N. E. (2023). Charting the course of ai in business sustainability: A bibliometric analysis. *Studies in Business and Economics*, 18(3), 214-229. <https://doi.org/10.2478/sbe-2023-0055>

PETRUSE, R. E., GRECU, V. & CHILIBAN, B. M. (2016). Augmented reality applications in the transition towards the sustainable organization. Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A. M., Torre, C. M., Taniar, D., Apduhan, B. O., Stankova, E. & Wang, S. (Eds.) *Computational science and its applications*. Springer International Publishing.

RICHEY, R. G., CHOWDHURY, S., DAVIS-SRAMEK, B., GIANNAKIS, M. & DWIVEDI, Y. Y. (2023). Ai in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 532–549. <https://doi.org/10.1111/jbl.12364>.

ROHDE, F., WAGNER, J., MEYER, A., REINHARD, P., VOSS, M. & PETSCHOW, U. (2023). Broadening the perspective for sustainable ai: Comprehensive sustainability criteria and indicators for ai systems. *arXiv*, 2306.13686, 1-25. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.13686>

RONAGHI, M. H. (2023). The influence of artificial intelligence adoption on circular economy practices in manufacturing industries. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 14355-14380. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02670-3>

SAHU, C. K., YOUNG, C., RAI, R. & SAHU, C. K. (2021). Artificial intelligence (ai) in augmented reality (ar) - Assisted manufacturing applications: A review. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4903-4959. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1859636>.

SAINATO, M. (2015). *Stephen hawking, elon musk, and bill gates warn about artificial intelligence*. Erişim tarihi: 16.02.2025, <https://observer.com/2015/08/stephen-hawking-elon-musk-and-bill-gates-warn-about-artificial-intelligence/>

STROHMEIER, S. & PIAZZA, F. (2015). Artificial intelligence techniques in human resource management - A conceptual exploration. Kahraman, C. & Çevik Onar, S. (Eds.) *Intelligent techniques in engineering management*. Springer.

TA, M. D-P., WENDT, S. & SIGURJONSSON, T. O. (2024). Applying artificial intelligence to promote sustainability. *Sustainability*, 16, 1-17. <https://doi.org/10.3390/su16124879>

TAYLOR, S. A., HUNTER, G. L., ZADEH, A. H., DELPECHITRE, D. & LIM, J. H. (2020). Value propositions in a digitally transformed world. *Industrial Marketing Management*, 87, 256-263.

TONIOLO, K., MASIERO, E., MASSARO, M. & BAGNOLI, C. (2020). Sustainable business models and artificial intelligence: opportunities and challenges. Matos, F., Vairinhos, V., Salavisa, I., Edvinsson, L. & Massaro, M. (Eds.) *Knowledge, people, and digital transformation, contributions to management science*. Springer.

TUĞAÇ, Ç. (2023). Birleşmiş milletler sürdürülebilir kalkınma amaçlarının gerçekleştirilmesinde yapay zekâ uygulamalarının rolü. *Sayıştay Dergisi*, 34(128), 73-99. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1245051>

TURING, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy*, 59(236), 433-460.

TYAGI, P. K., SINGH, A. K., SHARMA, P., SHARMA, P., TYAGI, P. & SINGH, V. J. (2023, December 1-3). *The role of artificial intelligence in promoting sustainable business operations and autonomy*. 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering, Greater Noida, India.

VARMA VEGESNA, V. (2023). International journal of sustainable development through ai, ml and iot ai-enabled blockchain solutions for sustainable development. *Harnessing Technological Synergy Towards a Greener Future*, 2(2), 1-10.

VINUESA, R., AZIZPOUR, H., LEITE, I., BALAAM, M., DIGNUM, V., DOMISCH, S., FELLÄNDER, A., LANGHANS, S. D., TEGMARK, M. & FUSO NERINI, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the sustainable development goals. *Nature Communications*, 11(1), 1-10.

YOUNIS, H., SUNDARAKANI, B. & ALSHARAI, M. (2021). Applications of artificial intelligence and machine learning within supply chains: Systematic review and future research directions. *Journal of Modelling in Management*, 17(3), 916-940.

ZHAO, W. (2018). Improving social responsibility of artificial intelligence by using iso 26000. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 428(1), 1-6.

ZHAO, J. & FARIÑAS, B. G. (2023). Artificial intelligence and sustainable decisions. *European Business Organization Law Review*, 24, 1-39. <https://doi.org/10.1007/s40804-022-00262-2>

Summary

The rapidly deteriorating ecosystems and increasing environmental issues in the world, as a consequence of the capitalist economic system, have revealed the need for a profound change in lifestyles and business practices. This change is of critical importance not only for businesses aiming for economic growth but also for a world that must take environmental and social sustainability into account. Businesses, as micro-level subjects of economic activities, cannot remain indifferent to the call for sustainability. In this context, businesses must adopt a more comprehensive understanding of sustainability and fulfill their environmental and social responsibilities. However, to achieve these goals, it is necessary to go beyond current efforts and embrace a more innovative and robust approach. In meeting this need, data-driven business models and technologies play an important role. In recent years, artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most powerful and promising technologies for this purpose. The primary aim of this study is to examine how AI can be used to achieve sustainability in businesses. Another aim of the study is to highlight both the potential positive effects and the risks and challenges associated with the use of AI for sustainability. To achieve this goal, the study employs qualitative research methods, specifically the document analysis technique, and a detailed review of the relevant literature has been conducted. For the literature review, Web of Science, Willey Online Library, Scopus, Science Direct, Sage Journals, Emerald, Google Scholar and TR Index databases were searched using the keywords 'artificial intelligence (ai)', 'sustainability', 'business', 'positive impact' (or 'benefits', 'opportunities'), 'risks' (or 'challenges', 'barriers', 'threats', 'limitations').

The examination revealed that AI is used in various areas within businesses and has created numerous positive effects on environmental, economic, and social sustainability. Particularly in terms of environmental sustainability, AI can provide significant benefits such as facilitating waste management and recycling processes, reducing carbon emissions, and increasing energy efficiency. Analyses in these areas demonstrate that AI has the capacity to minimize environmental impact. Furthermore, the use of AI for economic sustainability contributes significantly in areas such as cost savings, improving operational efficiency, enhancing economic performance, and gaining competitive advantage. AI can strengthen financial management, promote innovation, manage risks more effectively, and optimize supply chains. In addition, regarding social sustainability, AI can improve human resources activities, enhance customer satisfaction, generate social impact, and strengthen corporate social responsibility.

However, alongside the positive impacts of AI on sustainability in businesses, there are also risks and challenges. Potential negative effects of AI include issues such as employee unemployment, inequality, access problems, data security, and privacy concerns. Moreover, ethical issues such as biases, responsibility ambiguities, and misuse of AI represent significant risks. Furthermore, challenges encountered during the adoption process of AI should not be overlooked. Barriers such as the costs of AI applications, resistance to change, lack of awareness and skills, difficulties in performance measurement, and the absence of strategies and policies can pose significant obstacles to the successful integration of AI. In this context, the ethical use of AI for sustainability is of paramount importance. Effective utilization requires strong digital infrastructure and collaboration. Additionally, government incentives and subsidies for businesses can accelerate the adoption of AI and play a crucial role in overcoming challenges in this area. Moreover, it is emphasized that regulatory frameworks for the use of AI need to be established, and an approach based on ethical principles must be adopted. These suggestions will help minimize potential risks while contributing to AI's efforts to support sustainability.

In conclusion, it is evident that AI is a vital tool for achieving sustainability in businesses, but its use must be managed ethically, regulatory-wise, and strategically. While AI holds great potential to create positive effects on environmental, economic, and social sustainability, risks and challenges should be taken into account, and effective policies should be implemented to overcome these barriers.