



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.

Yapay Zekâ ve Sürdürülebilir İş Modelleri Üzerine Sistemik Bir Derleme*

A Systematic Review on Artificial Intelligence and Sustainable Business Models

Elif ŞAHİN 

Öz

Sürdürülebilirlik, günümüzde ülkelerin kalkınma hedeflerinin merkezinde yer almaktadır. Dolayısıyla sürdürülebilirlik kapsamında çevresel ve insani sorumlulukları gözeterek iktisadi modellerin benimsenmesi ve uygulanması teşvik edilmektedir. Ülkelerin sürdürülebilir rekabet güçlerini artırmasında, yapay zekânın iş modelleri ile entegrasyonunun çeşitli avantajlar sunacağı öngörülmektedir. Bu çalışma, yapay zekânın sürdürülebilir iş modellerine entegre edilmesini konu edinen makalelerin sistematik derlemesine dayanmaktadır. Çalışmalar, yapay zekânın iş teknolojilerine uygulanmasının, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınma açısından önemli avantajlar sağladığını göstermektedir. İncelenen makalelere göre, yapay zekânın çevresel açıdan olumlu etkileri kapsamında enerji, kaynak ve malzeme tasarrufu, atık yönetimi ve geri dönüştürülebilir ürünlerin üretimi, karbon salınımının azaltılması ve yeşil finansın etkili yönetimi hususları ön plana çıkmaktadır. Ekonomik avantajlar açısından değerlendirildiğinde; verimlilik ve performans artışı, sürdürülebilir tedarik zinciri ve platform tabanlı iş birlikleri önemli görülmektedir. Çalışma sonuçlarına göre yapay zekânın sosyal açıdan sunduğu fırsatlar ise çalışma koşullarının iyileşmesi, çalışanların yönetim ve karar alma süreçlerine dahil edilmesi ve çalışan yeteneklerinin ve potansiyellerinin geliştirilmesi olarak görünürlük kazanmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Sürdürülebilirlik, Yapay Zekâ, Sürdürülebilir İş Modelleri, Endüstri 4.0, Toplumsal Değişme

*Bu çalışma, 10-12 Şubat 2025 tarihlerinde gerçekleştirilen "Sürdürülebilir Gelecek İçin Çevre Eğitimi Kongresi"nde sözlü olarak sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

Arş. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi,
Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji
Bölümü, Antalya, Türkiye.
✉ elifgun@akdeniz.edu.tr

Geliş/Received: 03.05.2025
Kabul/Accepted:25.08.2025

Abstract

Sustainability is central to countries' development goals today. Therefore, the adoption and implementation of economic models that consider environmental and human responsibilities

within the scope of sustainability are encouraged. Integrating AI into business models can offer various advantages for countries to increase their sustainable competitiveness. This study is based on a systematic review of studies on the integration of AI into sustainable business models. The study demonstrates that the application of AI to business technologies provides significant advantages for sustainable development in terms of social, economic, and environmental dimensions. According to the results of the reviewed articles, the positive environmental impacts of AI include energy, resource, and material savings, waste management and the production of recyclable products, carbon emission reduction, and effective green finance management. In terms of economic advantages, productivity and performance increases, sustainable supply chains, and platform-based collaborations are considered significant. According to the study results, the social opportunities offered by AI include improved working conditions, including employees in management and decision-making processes, and developing employee skills and potential.

Keywords

Sustainability, Artificial Intelligence, Sustainable Business Models, Industry 4.0, Social Change

Giriş

Toplumsal değişmeyi inceleyen çeşitli kuramcılar, mevcut toplum yapısını farklı biçimde isimlendirirler de toplumsal ve ekonomik dönüşümde bilgiyi merkeze almışlardır. Drucker (1993) bu yeni toplum biçimini “kapitalist ötesi toplum”, Toffler (2008) “üçüncü dalga” ve Castells (2008) ise “ağ toplumu” olarak ifade etmektedir. 1980’lerden itibaren kapitalizmin krize girmesiyle birlikte örgütlerde sanayileşmeden enformasyona doğru bir yapılanma süreci yaşanmış, piyasa belirsizliğine direnebilme adına üretimden pazarlamaya her aşamada esnekleşme artmış, istihdam biçimleri değişmiş ve bilginin yönetimi, örgütlerin verimliliğinde temel unsur haline gelmiştir (Castells, 2008). Teknolojide yaşanan gelişmeler yeni çalışma biçimlerini, iş yapma alışkanlıklarını ve modellerini ortaya çıkararak mevcut üretim ilişkilerini derinden etkilemiştir (Toffler, 2008; Castells, 2008; McLuhan & Fiore, 2019, s. 20). Kuramcılar farklı bakış açılarıyla ele aldıkları üzere toplumsal ve ekonomik yapıda beliren ve erken aşamalarında dikkat çekmeye çalıştıkları bu değişim, günümüzde Endüstri 4.0 kavramı çerçevesinde tartışılmaktadır.

Endüstri 4.0 kapsamında yaşanan gelişmeler, günümüz ekonomi modellerini şekillendiren temel unsur olmakta ve bu kapsamda sürdürülebilirlik, ülkelerin kalkınma hedeflerinin merkezinde yer almaktadır. Hayatı kolaylaştıran teknolojilerin doğa ve insan üzerindeki etkileri çerçevesinde çeşitli tartışmalar yükselmektedir. Günümüze kadar endüstriyel üretim süreci çeşitli aşamalardan geçmiştir. 1700’lerin sonunda buhar gücünün mekanik üretimi sağlamasıyla üretim sanayileşmiş ve birinci sanayi devrimi yaşanmış; 1800’lerden itibaren ortaya çıkan elektrik ve montaj hattı ile ikinci sanayi devrimi, 1970’lerden itibaren elektronik ve bilişim teknolojilerinin küreselleşme ile üçüncü sanayi devrimi deneyimlenmiştir (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016, s. 23). Dördüncü sanayi devrimi veya Endüstri 4.0 olarak ifade edilen aşama ise siber-fiziksel üretim sistemlerine dayalı teknolojileri içeren, akıllı üretim, akıllı nesnelere veya yeni üretim süreçlerine odaklanmaktadır (Tupa, Simota, & Steiner, 2017, s. 1224). İşletmeler makinelerini, depolama sistemlerini ve üretim süreçlerini siber-fiziksel sistemlere dahil ederek, küresel ağlara entegre olmakta ve böylece birbirini bağımsız şekilde kontrol edebilen akıllı makineler ve üretim sistemleri aracılığı ile mühendislik, malzeme, tedarik zinciri ve yaşam döngüsü yönetimi gibi endüstriyel süreçlerde iyileşmeler yaşanmaktadır (Kagermann, H., Wahlster, & Helbig, 2013). Endüstri 4.0, bilgisayar destekli sistemler vasıtasıyla fiziksel dünyanın sanal bir kopyasının oluşturulduğu ve kendi kendine organize olma ve karar alabilme yeteneğine sahip bir diğer ifadeyle birbiriyle otonom şekilde iletişim kuran teknolojilere dayalı bir üretim sürecidir (Smit vd., 2016: 20).

Günümüzde firmaların rekabet güçlerini artırabilmenin temel yolu pazardaki değişikliklere uyum sağlamaktır. Bu kapsamda yeniliğin ana yönü; otomasyon, robot teknolojileri ve dijitalleşmeyi içeren Endüstri 4.0 doğrultusunda şekillenmektedir (Vrchota, Volek, & Novotná, 2019, s. 1). Endüstri 4.0, üretimde son dakika değişikliklerine izin vererek, tedarikte kesintilere karşı esnek yanıt verme imkanı

sağlamaktadır (Kagermann vd., 2013, s. 5). Dördüncü sanayi devrimi, teknolojik ilerlemenin sağladığı fırsatların dışında siber güvenlik ve işsizlik gibi bilinmeyen tehditleri de içermektedir (Popkova vd., 2023, s. 302). Üretimin dijitalleşmesi süreci, bilişim teknolojileri dünyasındaki tehlikeleri endüstriyel süreçlere taşıyabilir ve siber saldırı, casus yazılım ve veri kaybı gibi endüstriyel riskleri beraberinde getirebileceği ifade edilmektedir (Tupa vd., 2017, s. 1224).

Ekonomik ve Toplumsal Sonuçları Açısından Yapay Zekâ

Endüstri 4.0 tartışmaları kapsamında bilginin ve teknolojinin günümüzde geldiği nokta olarak akıllı üretim sistemleri ve yapay zekâ, sadece ekonomik değil toplumsal sonuçları açısından da çağa damgasını vuran bir gelişme niteliğindedir. Yapay zekâ, insana özgü olan analiz yapma ve sentezleme gibi bilişsel yetileri taklit edebilen bilgi işlem teknolojileridir (Eniş-Erdoğan & Ekşioğlu, 2024, s. 1197). İnsan zekâsının sistemsel veya makine tarafından simülasyonuna karşılık gelen yapay zekâ ile amaç, insanlar gibi düşünen ve akıl yürütebilen, tahmin etme ve öğrenme gibi davranışları taklit edebilen bir makine geliştirmektir (Xu, Liu, Cao, Huang & Liu 2021, s. 1). Yapay zekâ yalnızca robotlarla ilişkili olmayıp, akıllı düşünce ve eylemin doğası ile de ilgilidir (Buchanan, 2005, s. 54). İnsana ait davranışların taklit edilmesi, onu klasik ve dijital teknolojiden farklılaştırmaktadır (Adaş & Erbay, 2022, s. 328). Bu bağlamda yapay zekâ, insan zekâsına özgü özellikleri içeren ve benzer şekilde yanıt verebilen akıllı makine üretimine dayanır (Wang, Rau & Yuan, 2023, s. 1325). Diğer yandan yapay zekâ, akıllı davranış modelleyen bilgisayar programlarının oluşturulmasının amaçlandığı bir alandır (Fleck, 2018).

Yapay zekâ, güvenli, pratik üretim ortamını ve doğayı korumaya yönelik akılcı kararları mümkün kılabilir (Buchanan, 2005: 60). Aynı zamanda karmaşık sorunları çözme, daha az maliyetle daha doğru tahminlerde bulunma gibi refah artırıcı kazanımlar sağlayabilir (OECD, 2019: 15). Diğer yandan veri çeşitliliği ve üretim hızının oldukça yüksek olduğu günümüzde geleneksel istatistiksel tabanlı yöntemlere kıyasla, yapay zekâ büyük verileri kolaylıkla işleyebilir (Xu, vd. 2021, s. 12).

Teknolojik gelişmeler yalnızca teknoloji alanı ile ilişkili olmayıp toplumsal yapıyı da şekillendirmektedir (Jiang, vd. 2022). Bu bağlamda teknolojinin etkileri, ekonomik çıktıların ötesinde sosyal ve ahlaki yansımaları ile de çeşitli kuramcılar tarafından irdelenmiş ve eleştirilmiştir. Bilgisayarın ve teknolojinin toplumsal etkilerine yönelik iyimserler ve kötümserler tarafından pek çok çalışma mevcut olup, bunların bir kısmının özgürleştirici potansiyellerine odaklanırken, bir diğer kısmının ise gözetim ve totaliter bir yönetim biçimini getireceğini iddia etmektedir (Bloomfield, 2018). Sosyoloji alanında yapay zekâ kapsamında yapılan çalışmalar henüz yeni sayılmakla birlikte, genel itibarıyla iki temel yaklaşım ön plana çıkmaktadır. Bunlar; toplumsal iktidarın sürdürülme aracı ve toplumsallık üreten bir aktör olarak belirtilmektedir (Adaş & Erbay, 2022).

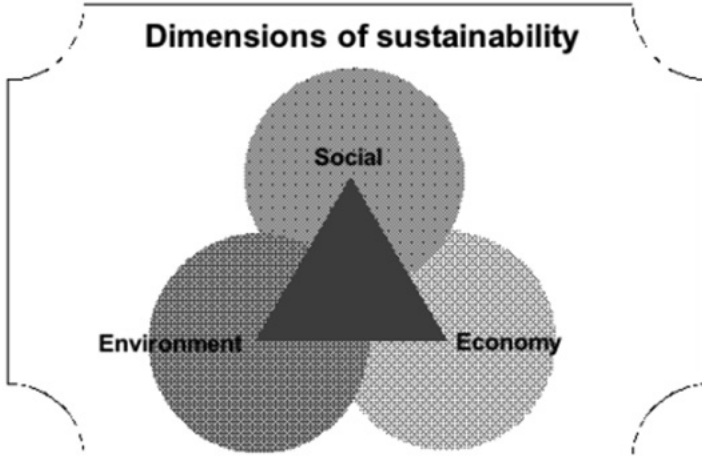
Yapay zekâ alanında yaşanan gelişmeler, bunların toplumsal sonuçlarını ele almayı ve bu sonuçlara ilişkin olarak karar vericileri ve halkın bilinçlendirilmesine yönelik sorumluluğu da artırmaktadır (Buchanan, 2005: 60). Castells'e göre, enformasyon teknolojilerindeki gelişmeler işsizliğe yönelik korkuları beraberinde getirirse de mevcut veriler bundan etkilenmemiş, teknoloji istihdam üzerinde bir etkiye sahip olmamış ancak çalışma biçiminde önemli değişiklikler meydana getirmiştir (Castells, 2008: 356-357). Otomasyonda yaşanan gelişmeler neticesinde işlerini kaybedenler için yeni iş ve kariyer olanaklarının yanı sıra iş yerinde yapay zekâ temelli yapılan düzenlemeler, bu teknolojiye ilişkin teknik bilgi edinimini de gerekli hale getirmektedir (Faruqe, Watkins, ve Medsker, 2022). Teknolojinin başlı başına anlam taşımadığı ancak onun kullanım amacına bağlı olarak çeşitli sorunlara neden olabileceği gerçeği göz önünde bulundurulduğunda günümüzün ve geleceğin teknolojisi olarak yapay zekâ kullanım becerisi, bilgisi ve onun sosyal etkilerini bilmek önem arz etmektedir (Yi, 2021: 361).

Sürdürülebilir İş Modelleri ve Yapay Zekâ

Günümüzde, teknolojik ilerlemenin doğa ve insan dostu olma boyutları önem kazanmakta ve gerek Endüstri 4.0 gerekse sürdürülebilir kalkınma hedefleri pek çok noktada kesişmektedir. Kalkınma, ancak doğayı ve insanı koruyan, geleceğe yönelik uygulamaları ve sorumlulukları içerecek düzeydeki gelişmeler ile sağlanabilir. Uzun dönemli, ileriye dönük, sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları kapsayıcı nitelikteki ekonomik süreçler, günümüz iktisadi modellerinin temel hedefleri arasında yer almaktadır. Ülkelerin kalkınma düzeyleri, artık eşitlikçi dağılımı benimseyen, çevreyi ve insanı

koruyan ve dünyayı bekleyen krizlere karşı geliştirilen önlemleri içeren sürdürülebilirlik tartışmaları çerçevesinde gerçekleşmektedir.

Birleşmiş Milletler (United Nations) (t.y.) tarafından kategorize edilen sürdürülebilir kalkınma amaçları kapsamında, ekonomik verimliliğin yükseltilmesine, girişimcilik ve yenilikçiliğin teşvik edilmesine, üretim ve tüketim sürecinde kaynak verimliliğinin sağlanmasına ve insana yakışır iş ve istihdam imkanlarına vurgu yapılmaktadır. Aynı zamanda bu hedefler kapsamında kaynakların verimli kullanılması ve çevresel açıdan daha dayanıklı altyapı ve teknolojilerin benimsemesi teşvik edilmektedir. Bu bağlamda çevreyi koruyan, refahın adil dağıtımı ve bölüşümünü amaçlayan ekonomik ilerlemeler ön plana çıkarılmaktadır. Özellikle giderek ön plana çıkan iklim değişikliği krizi, çevre ve topluma karşı sorumlulukları gündeme getirmiş ve sürdürülebilirlik tartışmaları ile yeni bir ivme kazanmıştır. Sürdürülebilirliğe ilişkin bugün çok fazla tanım olsa da çoğu, bunların çoğu ekosistemin zaman içinde yaşanabilir olmasına ve ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğine atıfta bulunmaktadır (Keiner, 2005). Bu temelden hareketle Keiner, sürdürülebilir kalkınmayı, çevre (koruma), ekonomi (büyüme) ve sosyal (eşitlik) olmak üzere bu üç boyut üzerinden modellendirmektedir (bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Sürdürülebilirliğin Boyutları (Keiner, 2005)

İklim değişikliğinin olumsuz etkileri yalnızca çevre ile sınırlı olmayıp ekonomi, siyaset ve sosyal sistemler üzerinde de kendisini hissettirmektedir (Maher, Meinecke, Gromier, Garcia-Novelli, & Fortmann, 2022, s. 3). Bu sebeple sürdürülebilir kalkınma, Keiner tarafından dile getirilen sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlardan eş zamanlı başarılı sonuçlar elde edilebilmesi ile mümkün olabilir. Günümüzde yeni dijital teknolojiler, sürdürülebilir iş modellerinin uygulanmasına fayda sağlamaktadır (Broccardo, Zicari, Jabeen, & Bhatti, 2023). Yenilikçi dijital teknolojiler, sürdürülebilir uygulamalar kapsamında, yeni iş modellerini beraberinde getirmekte ve işletmelerin rekabet avantajı kazanmaları hususunda itici bir güç oluşturmaktadır (Biclesanu, Savastano, Chinie & Anagnoste, 2023). Bu dijital teknolojiler kapsamında yer alan, gündelik hayatımızda hızla yaygınlaşarak eğitimden sanayiye pek çok alanda yeni roller üstlenen yapay zekânın sosyo-ekonomik yaşantıyı değiştiren en temel unsurlardan birisi olduğuna inanılmaktadır (Jiang, Li, Luo, Yin, & Kaynak, 2022). Yapay zekâ destekli sistemlerin sürdürülebilir modellere entegre edilmesinin sonucunda, iş yaşamında çevre odaklı önemli gelişmeler yaşanmakta (Shaik, Alshibani, Jain, Gupta, & Mehrotra, 2024) ve döngüsel ekonomi, tedarik zinciri ve tüketici yönelimleri gibi alanlara yapay zekânın entegre edilmesi, giderek ilgi gösterilen konular arasında yer almaktadır (Dwivedi, Sharma, Rana, Giannakis, Goel, & Dutot, 2023). Bu teknolojilerin sağladığı öngörülebilirlik ve tahmin yetenekleri, şirketlerin uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleri açısından olumlu etkiler barındırmaktadır (Monroy-Osorio, 2024, s. 9).

Yapay zekâ daha yaşanılabilir ve yeşil bir dünya inşa etmek için faydalı olabilmektedir ancak bu amaçla, bazı siyasi ve etik konuların gündeme alınması gerekmektedir (Coeckelbergh, 2021). Çünkü yapay zekâ teknolojisi kapsamında yaşanan gelişmeler, iklim değişikliğini olumsuz yönde etkileme ve iklim değişikliğiyle mücadele etme üzere ikili bir role sahiptir (Nordgren, 2023). Yapay zekâ,

sera gazı emisyonunun artmasında önemli paya sahip olmakla birlikte sürecin enerji verimliliği ve çevresel etkiler bakımından doğru yönetilmesi halinde bu teknolojiler iklim değişikliği ile mücadelede oldukça önemli katkıları sunabilmektedir (Tuğaç, 2023). Yapay zekânın insan refahını desteklemek amacıyla sunduğu fırsatları değerlendirmek ve bunlarla ilişkili riskleri en aza indirmek ve yapay zekânın kullanımına ilişkin etik ilkeleri benimsemek, iyi bir yapay zekâ toplumunun temellerini oluşturmaktadır (Floridi vd., 2018). Yapay zekâ, iklim değişikliği sonucunda yaşanabilecek sorunların çözümünde önemli bir araç olmakla birlikte iklim krizinin çözümü için tek başına yeterli değildir (Maher vd. 2022, s. 3-4).

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında yapay zekânın risklerini azaltmak ve fayda sağlayıcı kullanım alanlarını arttırabilmek adına çeşitli öneriler geliştirilmiştir (bkz. Cows, Tsamados, Taddeo, & Floridi, 2023; Maher vd. 2022). Bu kapsamda iklim değişikliği ile mücadelede yapay zekâ beş görevde kullanılabileceği ifade edilmiştir. Bunlar; İklim krizine ilişkin olarak veri toplamak, planlamalar yapmak ve karar verme sürecini güçlendirmek, süreçleri optimize etmek, iş birliklerini desteklemek, iklimi korumaya yönelik olumlu davranışları teşvik etmektir (Maher vd. 2022, s. 3).

Araştırmanın Yöntemi

Çalışma kapsamında, yapay zekânın sürdürülebilir iş modelleri açısından oluşturduğu fırsatlara ve uygulama sürecinde yaşanan zorluklara odaklanılmıştır. Sistematik derleme modelinden faydalanılarak gerçekleştirilen çalışmada, iş modelleri açısından yapay zekâ teknolojilerinin sunduğu avantajlar ve uygulanma aşamasında yaşanan engeller saptanmıştır. Çalışmada kullanılan sistematik derleme, bir araştırma sorusu kapsamında açıkça formüle edilmiş niteliklerde yer alan çalışmaların seçilerek bunlardan veri elde edilmesi ve analiz edilmesine dayanan incelemelerdir (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, Dg, & The Prisma Group 2009, s. 1). Dolayısıyla sistematik derleme, belirli bir araştırma sorusuna cevap vermeye yönelik olarak derlemeye dahil olabilecek çalışmaların belirli kriterler çerçevesinde belirlenmesi neticesinde bu çalışmaların ve sonuçlarının sentezinin yapıldığı bir araştırma modelidir (Yılmaz, 2021, s. 1461-1462). Derlemeye dahil edilecek çalışmaların seçilmesi, bunlardan elde edilen verilerin ve yapılan sentezin şeffaf ve belirli ölçütler çerçevesinde gerçekleştirilmesi, bir derlemeyi sistematik hale getiren temel unsurdur (Ata & Urman, 2008, s. 234).

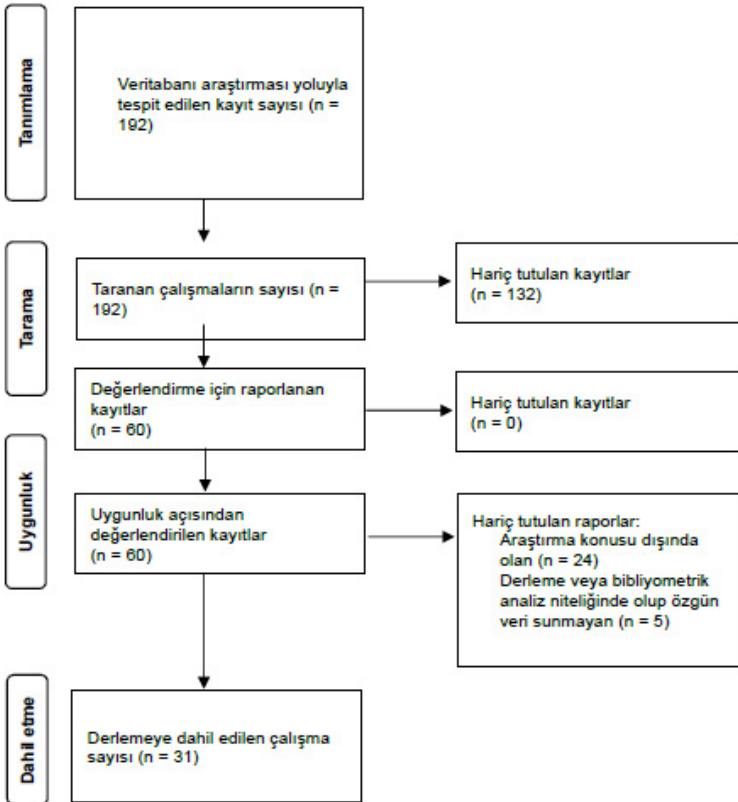
Çalışma kapsamında, atıf sayısı bakımından en kapsamlı veri tabanlarından birisi olan Web of Science (Bar-Ilan, 2010) veri tabanında yayınlanan makalelerden faydalanılarak sistematik analiz yapılmıştır. Bu kapsamda, "Sustainable Business Model" ve "Artificial Intelligence" anahtar kavramları tırnak işareti içine alınmadan, özetlerinde bu kelimeleri barındıran makaleler taranmış ve ilk aşamada 192 makaleye ulaşılmıştır¹. Yayın dili, sürdürülebilir kalkınma hedefleri kategorileri, çalışmanın amaçları ile ilişki durumu, makale türü ve yıl bazında çeşitli içerme ve dışlama kriterleri belirlenerek makale sayısı daraltılmış ve son aşamada 31 makale analize dahil edilmiştir (bkz. Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3). Aynı zamanda analize tabii tutulan makalelerin anahtar kelimeleri MAXQDA 2020 isimli nitel veri analiz programına aktarılmış ve mevcut bulunan anahtar kelimelerinden hareketle kelime bulutu oluşturulmuştur (bkz. Şekil 2).

Yazarların sistematik derlemelerini raporlama sürecini iyileştirmek ve eleştirel değerlendirmesi için faydalı olabilmek adına PRISMA beyanı olarak ifade edilen sistematik inceleme raporlama kılavuzu oluşturulmuştur (Moher vd., 2009, s. 2). Anahtar kelimelerin taranması sonucunda ulaşılan 192 makaleden, analize dahil edilen 31 makaleye ulaşılma süreçlerinin aşamaları, PRISMA akış diyagramından (bkz. Moher vd., 2009) faydalanılarak Tablo 2'deki gibi gösterilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde yapay zekâ entegreli teknolojilerin sürdürülebilirlik açısından sunduğu faydalar sosyal, çevresel ve ekonomik olmak üzere 3 tema çerçevesinde kategorize edilmiştir.

¹Web of Science veri tabanı, sürekli güncellenen bir veri tabanıdır. Bu sebeple aynı kriterler kapsamında yer alan makaleler ve bu makalelerin sayısı zaman içinde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu çalışmada belirlenen içerme ve dışlama kriterleri doğrultusunda Web of Science veri tabanından filtreleme işlemi 20.01.2025 tarihinde yapılmış ve makale bilgileri bu tarihte alınmıştır.

Tablo 1. Sistematik Derleme Aşamaları

Uygulanma aşamaları	Kriter	İçerme ve dışlama kriterleri	Filtreleme sonucunda ulaşılan makale sayısı
1	Özet (Abstract)	Sustainable Business Model, Artificial Intelligence	192
2	Yıl (Final Publication Year)	2024 yılı ve öncesi yayınlanmış	164
3	Doküman türü (Documen type)	Article	121
4	Dil (Language)	İngilizce	119
5	Sürdürülebilir kalkınma amaçları türleri (Sustainable development goal types)	08 İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (Decent Work and Economic Growth) 09 Industry Innovation and Infrastructure (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) 12 Responsible Consumption and Production (Sorumlu Üretim ve Tüketim)	60
6	İnceleme	Yapay zekânın sürdürülebilir iş modellerine etkisine ve entegrasyonuna doğrudan odaklanmayan makaleler veya bu konuda özgün veriler sunmayan, derleme niteliği veya literatür analizi niteliği taşıyan makaleler elenmiştir.	31

Tablo 2. PRISMA Modeli Uygulama Aşamaları

Tablo 3. Analyze Dahil Edilen Makalelerin Listesi

Sıra	Yazarlar	Makale Başlığı	Dergi	Basım Yılı	Anahtar Kelimeler
1	Monroy-Osorio, JC	Charting the digital route to net-zero: A framework for sustainable industry practices	Cleaner Logistics and Supply Chain	2024	Net zero; Sustainability; Digital strategies; Net zero strategies; Artificial intelligence; Internet of things
2	Wang, J; Wang, X; Sun, F; Li, XY	The functional mechanisms through which artificial intelligence influences the innovation of green processes of enterprises	Systems	2024	Artificial intelligence; Green process innovation; Resource-based theory; Intellectual capital; Sustainability
3	Jorzik, P; Antonio, JL; Kanbach, DK; Kallmuenzer, A; Kraus, S	Sowing the seeds for sustainability: A business model innovation perspective on artificial intelligence in green technology startups	Technological Forecasting and Social Change	2024	Business model innovation; Artificial intelligence; Green technology startups; Sustainability; Entrepreneurship; Startups
4	Abdelfattah, F; Salah, M; Dahleez, K; Darwazeh, R; Al Halbusi, H	The future of competitive advantage in Oman: Integrating green product innovation, AI, and intellectual capital in business strategies	International Journal of Innovation Studies	2024	Green product innovation; R&D investments; AI adoption; Intellectual capital; Government involvement; Knowledge-driven culture; Oman
5	Shahzad, F; Ben Zaided, Y; Shahzad, MA; Mahmood, F	Insights into the performance of green supply chain in the Chinese semiconductor industry	International Journal of Production Economics	2024	Artificial intelligence capabilities; Digital transformation; Carbon neutrality; Supply chain; Performance; Semiconductor firms
6	Socol, A; Marin-Pantelescu, A; Tamas-Szora, A; Cioca, IC	The impact of artificial intelligence applied in businesses on economic growth, welfare, and social disparities	Amfiteatru Economic	2024	Artificial intelligence (AI); Enterprises; Growth; Welfare; Unemployment; European Union.
7	Chin, T; Ghouri, MWA; Jin, JY; Deveci, M	AI technologies affording the orchestration of ecosystem-based business models: the moderating role of AI knowledge spillover	Humanities & Social Sciences Communications	2024	-
8	Badghish, S; Soomro, YA	Artificial intelligence adoption by SMEs to achieve sustainable business performance: application of technology-organization-environment framework	Sustainability	2024	TOE; AI adoption; Sustainable business performance; SMEs
9	Agarwal, A; Ojha, R	Prioritizing implications of Industry-4.0 on the sustainable development goals: A perspective from the analytic hierarchy process in manufacturing operations	Journal of Cleaner Production	2024	Hierarchical model; Intelligent digital technologies; Multi-criteria decision making (MCDM); Sustainable development; Sustainability index

Tablo 3. Devamı

Sıra	Yazarlar	Makale Başlığı	Dergi	Basım Yılı	Anahtar Kelimeler
10	Song, ML; Pan, HT; Shen, ZY; Tamayo-Verleene, K	Assessing the influence of artificial intelligence on the energy efficiency for sustainable ecological products value	Energy Economics	2024	Artificial intelligence; Energy efficiency; Financing constraints; Heckman model; Ecological products value
11	Popkova, EG; Bogoviz, A; Ekimova, K; Sergi, BS	Will Russia become a blueprint for emerging nations' high-tech reforms? evidence from a 26-countries dataset	International Journal of Innovation Studies	2023	New business paradigms; Innovation; Digital modernization; Industry 4.0; Smart Technologies; Russia; Emerging markets; Sustainability; Unfolding new social innovations; New digital era
12	Shaik, AS; Alshibani, S; Jain, G; Gupta, B; Mehrotra, A	Artificial intelligence (AI)-driven strategic business model innovations in small- and medium-sized enterprises. Insights on technological and strategic enablers for carbon neutral businesses	Business Strategy and The Environment	2024	AI-driven business model innovation; Green innovation capability; Green technology innovation; Strategic architecture & carbon neutral businesses; Strategic intent
13	Samadhiya, A; Kumar, A; Yadav, S; Luthra, S; Jabbour, CJC; Agrawal, R	Artificial intelligence - partner relationships management for climate management in B2B firms to achieve sustainable competitiveness	Industrial Marketing Management	2023	Climate change; B2B firms; Artificial intelligence; Technological readiness; Sustainable competitiveness; Performance
14	Costa, E; Fontes, M; Bento, N	Transformative business models for decarbonization: Insights from prize-winning start-ups at the web summit	Sustainability	2023	Decarbonization; Sustainable alternatives; Transformative business models (TBM); Sustainability; Transitions Theory (STT); Strategic Niche Management (SNM); Advanced technologies; Start-ups; Sustainable practices; Carbon emissions; Sustainable development goals (SDGs)
15	Hu, B; Asim, S; Sibt-e-Ali, M; Javaid, MQ; Ramzan, M	Exploring the relationships between attitudes toward emission trading schemes, artificial intelligence, climate entrepreneurship, and sustainable performance	Environmental Science and Pollution Research	2023	Organizational commitment; Attitude toward AI; Attitude toward ETS; Climate entrepreneurship; Environmental performance; Organizational performance

Tablo 3. Devamı

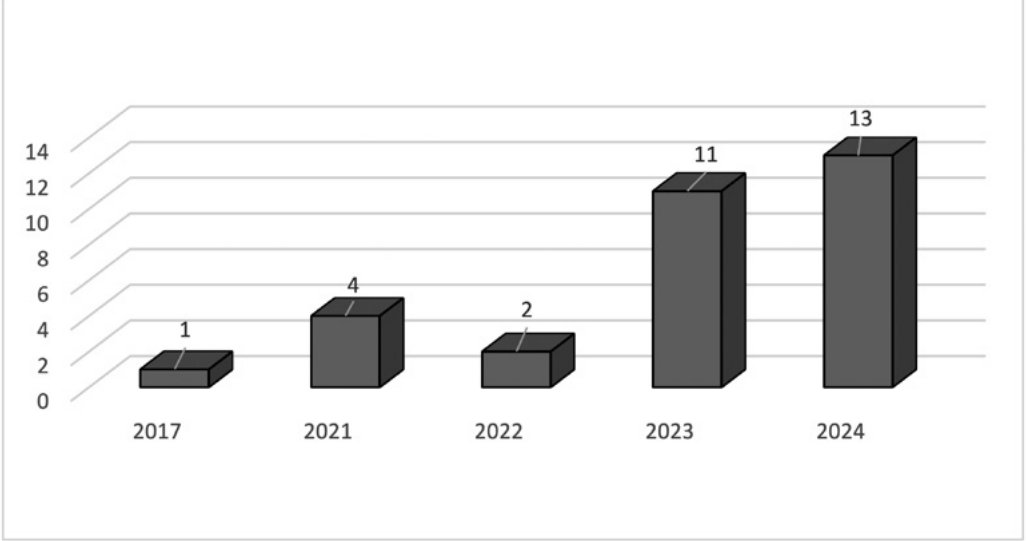
Sıra	Yazarlar	Makale Başlığı	Dergi	Basım Yılı	Anahtar Kelimeler
16	Chinnathai, MK; Alkan, B	A digital life-cycle management framework for sustainable smart manufacturing in energy intensive industries	Journal of Cleaner Production	2023	Smart manufacturing; Industry 4.0; Intelligent manufacturing; Sustainability; Artificial intelligence; Life-cycle management; Simulation; Discrete event simulation
17	Bag, S; Rahman, MS	Navigating circular economy: Unleashing the potential of political and supply chain analytics skills among top supply chain executives for environmental orientation, regenerative supply chain practices, and supply chain viability	Business Strategy and The Environment	2024	Artificial intelligence-driven big data analytics culture; Business strategy; Circular economy; Mixed methods; Political skills; Regenerative supply chain; Supply chain analytics
18	Sumarlah, E; Al-hakeem, B	The effects of digital innovations and sustainable supply chain management on business competitive performance post-COVID-19	Kybernetes	2023	Entrepreneurial orientation; Sustainable supply chain management; Halal business; Firm performance; Competitive advantage; Digital technology; Yemen
19	Wang, FL; Wong, WK; Ortiz, GGR; Al Shraah, A; Mabrouk, F; Li, JF; Li, ZY	Economic analysis of sustainable exports value addition through natural resource management and artificial intelligence	Resources Policy	2023	Artificial intelligence; Patent application; Natural resource management; Symmetriceffect; Natural resource rent Sustainable export
20	Ferreira, JJ; Lopes, JM; Gomes, S; Rammal, HG	Industry 4.0 implementation: Environmental and social sustainability in manufacturing multinational enterprises	Journal of Cleaner Production	2023	Industry 4.0; Manufacturing MNEs; Environmental and social sustainability; Digital Technologies; Resource-based view; Digitalization
21	Dey, PK; Chowdhury, S; Abadie, A; Yaroson, EV; Sarkar, S	Artificial intelligence-driven supply chain resilience in Vietnamese manufacturing small- and medium-sized enterprises	International Journal of Production Research	2024	Artificial intelligence; Supply chain resilience; Organisational factors; Circular economy; Agility; Risk management
22	Cai, ZY; Yang, YY; Zhang, XL; Zhou, Y	Design a robust logistics network with an artificial physarum swarm algorithm	Sustainability	2022	Logistics network; Robustness; Disruption; Artificial intelligence optimization; Artificial; Physarum swarm
23	Ronaghi, MH	The influence of artificial intelligence adoption on circular economy practices in manufacturing industries	Environment Development and Sustainability	2023	Artificial intelligence; Circular economy; Manufacturing industries Middle east; Sustainable development; Environmental pollution

Tablo 3. Devamı

Sıra	Yazarlar	Makale Başlığı	Dergi	Basım Yılı	Anahtar Kelimeler
24	Hemanand, D; Mishra, N; Premalatha, G; Mavaluru, D; Vajpayee, A; Kushwaha, S; Sahile, K	Applications of intelligent model to analyze the green finance for environmental development in the context of artificial intelligence	Computational Intelligence and Neuroscience	2022	-
25	Kazancoglu, I; Ozbiltekin-Pala, M; Mangla, SK; Kumar, A; Kazancoglu, Y	Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19	Annals of Operations Research	2023	Sustainable supply chain; Resilience; Emerging Technologies; Artificial Intelligence; Decision support system
26	Munir, S; Rasid, SZA; Aamir, M; Jamil, F; Ahmed, I	Big data analytics capabilities and innovation effect of dynamic capabilities, organizational culture and role of management accountants	Foresight	2023	Organizational culture; Artificial intelligence; Management accountant; Big data analytics capabilities; Organizational innovation performance; Process-oriented dynamic capabilities
27	Graça, P; Camarinha-Matos, LM	Assessment of sustainable collaboration in collaborative business ecosystems	Computers	2021	Collaborative networks; Business ecosystem; Performance indicators; Simulation; Agent-Based Modelling
28	Trabucco, M; De Giovanni, P	Achieving resilience and business sustainability during COVID-19: The role of lean supply chain practices and digitalization	Sustainability	2021	Business sustainability; Resilience; Performance; Omnichannel; Supply chain coordination; Digitalization
29	Weber-Lewerenz, B	Corporate digital responsibility (CDR) in construction engineering-ethical guidelines for the application of digital transformation and artificial intelligence (AI) in user practice	Sn Applied Sciences	2021	Construction engineering; Digitization; Digital transformation; AI; Ethics; CDR
30	Lutoslawski, K; Hernes, M; Radomska, J; Hajdas, M; Walaszczyk, E; Kozina, A	Food demand prediction using the nonlinear autoregressive exogenous neural network	Ieee Access	2021	Predictive models; Food waste; Biological system modeling; Business; Smoothing methods; Recurrent neural networks; Demand forecasting
31	Lin, WK; Lin, SJ; Yang, TN	Integrated business prestige and artificial intelligence for corporate decision making in dynamic environments	Cybernetics and Systems	2017	Artificial intelligence; Decision making; Knowledge representation; Social computing

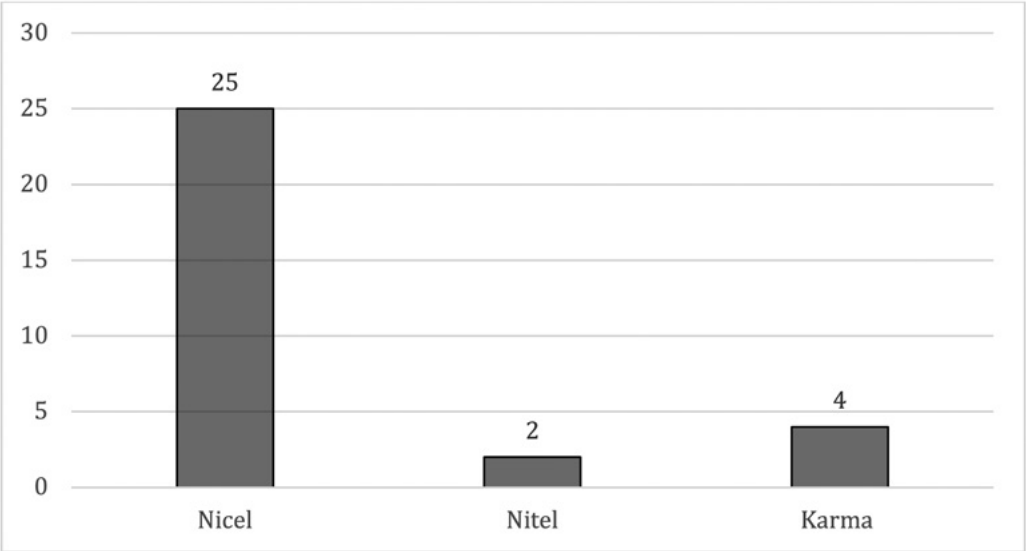
Bulgular

Çalışma kapsamında analiz edilen makalelerin yıllara göre dağılımı Grafik 1’de verilmiştir. Buna göre alan yazınında yapay zekâ entegreli iş modellerine yönelik ilginin 2021 yılından sonra artış gösterdiği ifade edilebilir.



Grafik 1. Analiz Edilen Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Covid-19 pandemi dönemi ve teknoloji alanında yaşanan gelişmeler 2020-2021 yıllarında dünya ekonomisinde benzersiz çalkantıların deneyimlenmesini beraberinde getirmiş ve organizasyonlara eşi benzeri görülmemiş bir esneklik ve riskler karşısında dayanıklılık sağlayarak işletmelerin rekabet gücünü artırarak büyümelerini hızlandırmıştır (Popkova, Bogoviz, Ekimova, & Sergi, 2023, s. 303). Akademik alan yazınında görülen bu yönelim, ekonomi ve toplumsal yaşamda gerçekleşen dönüşümün bir yansıması olarak yorumlanabilir.



Grafik 2. Analiz Edilen Makalelerde Faydalanılan Araştırma Desenleri

Analiz edilen makalelerde yoğunluklu olarak nicel araştırma deseninden faydalanılmıştır (Grafik 2). Bu kapsamda anketlerin ve ikincil verilerin yanı sıra geliştirilen modellerin uygulanması ile elde edilen matematiksel analizlerin de mevcut olduğu saptanmıştır. Nitel araştırma deseninin tercih edildiği

Çalışmada incelenen makalelerde yapay zekâ entegreli teknolojilerin, sürdürülebilir kalkınma açısından sunduğu fırsatlar, sağladığı avantajlar ve uygulanma zorlukları incelenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak yapay zekâ entegreli teknolojilerin üretim sahasındaki katkıları, sosyal, ekonomik ve çevresel kategoriler kapsamında irdelenmiştir.

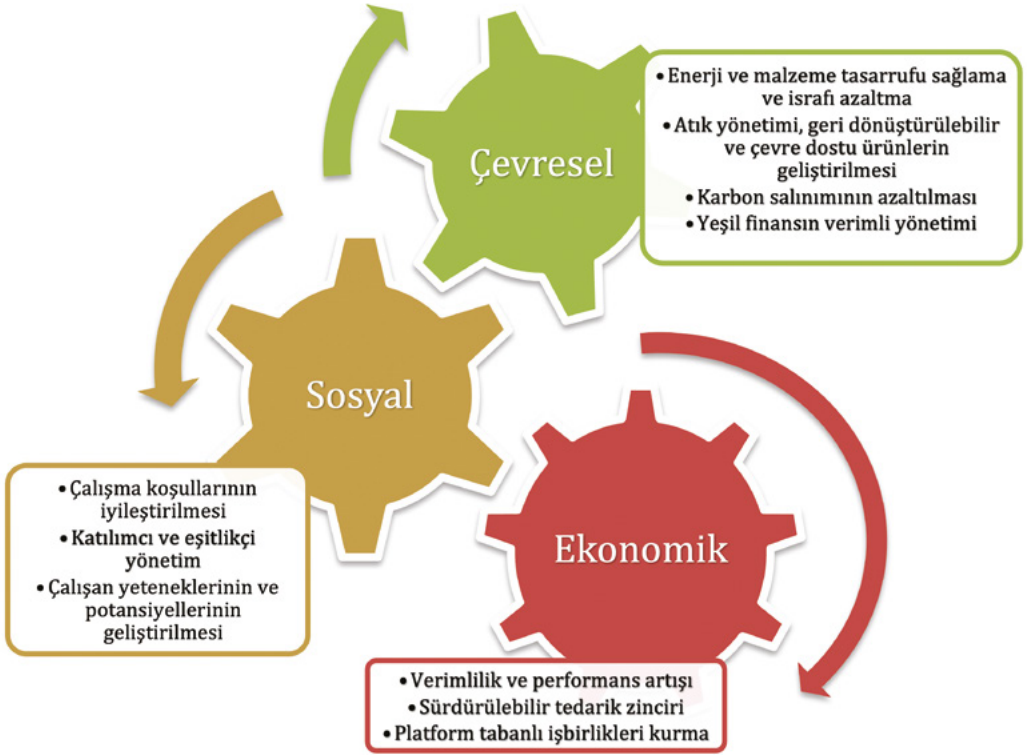
Çalışma kapsamında ele alınan makaleler incelendiğinde yapay zekâ destekli girişimciliğin sürdürülebilirliğe ekonomik katkıları arasında yüksek üretkenlik, verimlilik artışı, kurumsal performans artışı ve rekabet avantajı elde etme yer almaktadır (Hu, Asim, Sibit, Javaid, & Ramzan, 2023; Badghish, & Soomro, 2024; Socol, Marin-Pantelescu, Tamas-Szora, & Cioca, 2024; Costa, Fontes, & Bento 2023; Popkova vd., 2023). Bu kapsamda yapay zekâ araçları sayesinde verilerin analiz edilmesi ve otonom karar verme süreçleri verimlilik artışında ön plana çıkarılan olanaklar arasındadır (Chinnathai, & Alkan, 2023; Hemanand vd., 2022; Munir, Abdul Rasid, Aamir, Jamil, & Ahmed, 2023; Abdelfattah, 2024; Agarwal & Ojha, 2024; Dey, Chowdhury, Abadie, Vann Yaroson, & Sarkar, 2023). Günümüzün artan rekabet ortamında stokları kontrol etmek, satın almaya hızlı karar vermek ve bu süreci daha kısa sürede ve düşük maliyetle gerçekleştirmek ve talepleri planlamak gibi unsurlar belirleyici öneme sahiptir (Kazancoglu, Ozbiltekin-Pala, Mangla, Kuzmar, & Kazancoglu, 2023). Aynı zamanda yapay zekânın yenilikçi potansiyeli ile yeni ürün ve hizmet üretimi, maliyetlerin düşürülmesi, büyüme potansiyeline sahip yeni mesleklerin ve işlerin ortaya çıkması gibi unsurlar da şirketlerde verimliliği artırarak büyümeyi sağlayan unsurlar arasındadır (Socol vd., 2024). Dijital rekabet artışı, işgücünde bir kriz oluşturmaktan ziyade yüksek üretkenliğe sahip (yüksek otomasyona sahip) işleri beraberinde getirmektedir (Popkova vd., 2023). İncelenen makaleler, yapay zekânın karmaşık ve çoklu görevlere izin verme, geniş yelpazede yer alan seçenekleri ve riskleri analiz edebilme imkanlarına ilişkin çeşitli bulgular sunmaktadır. Yapay zekâ tabanlı platformlar aracılığıyla iş ortaklıkları ve iş birlikleri sağlanması da bu teknolojik gelişmenin sürdürülebilirlik açısından sağladığı faydalar arasındadır (Chin, Ghouri, Jin, & Deveci, 2024; Samadhiya vd., 2023; Graça & Camarinha-Matos, 2021).

İş modellerinin, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi sürecinde sağladığı avantajlar da çalışmalar tarafından vurgulanan bir diğer ekonomik katkıdır (Sumarlah & Al-hakeem, 2023; Kazancoglu vd., 2023; Lutoslawski vd. 2021; Shahzad, Zaied, Shahzad, & Mahmood, 2024; Bag & Rahman, 2023; Dey vd., 2023). Bu kapsamda yapay zekâ alanında yaşanan olumlu gelişmeler, ülkelerin sürdürülebilir ihracatını olumlu yönde etkilemektedir (Wang, Wong, Ortiz, Al Shraah, & Mabrouk 2023). Bu gelişmeler, lojistik kesintiler karşısında riskleri ve aksaklıkları azaltmakta (Cai, Yang, Zhang, & Zhou, 2022) ve Covid-19 pandemi süreci gibi insanların hareket kabiliyetinin olmadığı dönemlerde işletmelerin dayanıklılığını artırmaktadır (Trabucco & De Giovanni, 2021). Aynı zamanda teknolojik modeller ile işletme performanslarının doğru bir şekilde ölçülmesi ve risk yönetiminin sağlanması da sürdürülebilir kalkınma için önem arz etmektedir (Lin, Lin, & Yang, 2017).

İncelenen makaleler arasında ön plana çıkan sosyal temalar ise çalışan memnuniyetindeki artışa yöneliktir. Çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi, eşitliğin teşvik edilmesi ve çalışanların yönetim süreçlerine katılması, yüksek teknoloji iş modellerinin olumlu etkileri arasında görülmektedir (Ferreira, Lopes, Gomes, & Rammal, 2023). Aynı zamanda yöneticilerin yapay zekâyı benimsemeleri, veri odaklı ve dijital bir kültürel atmosfer oluşturmada ve çalışanların yeteneklerini güçlendirerek yapay zekâ teknolojilerinin bilinçli kullanımını teşvik etmektedir (Dey vd., 2023). Görüldüğü üzere, dijital bütünlükle ilgili çalışma koşullarında yaşanan iyileşmeler, çalışan memnuniyetini artırmaktadır.

Çevresel etkiler açısından döngüsel ekonomi uygulamaları ön plana çıkmakta ve bu çerçevede enerji ve malzeme tasarrufu ve gıda israfını azaltma elde edilen faydalar arasında yer almaktadır (Chinnathai & Alkan, 2023; Ronaghi, 2023; Lutoslawski, vd. 2021; Monroy-Osorio, 2024; Song, Pan, Shen & Tamayo-Verleene, 2024; Shaik vd., 2024; Costa vd., 2023; Ferreira vd., 2023). Bu kapsamda, atık yönetimi ve geri dönüştürülebilir ürünlerin sağlanması (Ronaghi, 2023; Monroy-Osorio, 2024; Costa vd., 2023), çevre dostu ve sürdürülebilir ürün geliştirme (Abdelfattah, Salah, Dahleez, Darwazeh, & Al Halbusi 2024), karbon salınımının azaltımı (Shaik vd. 2024; Costa vd., 2023; Shahzad vd., 2024) ve yeşil finansın etkili yönetimi ve dağıtımı (Hemanand vd., 2022) yapay zekâ teknolojilerinin faydaları arasındadır. Aynı zamanda şirketlerin yeşil süreç inovasyonunu güçlendirerek çevresel sorunlarla baş etmeyi kolaylaştırarak sürdürülebilir kalkınmayı olumlu yönde etkilemeleri yapay zekâ teknolojilerinin bir diğer faydasıdır (Wang, Wang, Sun & Li, 2024). Çevre sorunlarına karşı artan tüketici farkındalığı, şirketlerin marka imajlarının güçlenmesini ve böylece rekabet avantajı elde etmelerine katkı

sağlamaktadır (Abdelfattah vd., 2024). İncelenen makaleler neticesinde, çevresel açıdan yapay zekâ entegreli teknolojilerin faydaları arasında mevcut kaynakları korumak, kaynak israfını önlemek ve ürünlerin kullanım sonrası yenilenebilmesi, doğa dostu ürünler üretilmesi ve karbon salınımının azaltımına yönelik uygulamalar ön plana çıkmaktadır.



Şekil 3. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Sağladığı Avantajlar

Dijitalleşme ve yapay zekânın, şirketlerin sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik ve sorumluluklara hizmet etmeleri açısından bir dizi olumlu sonuçla ilişkilendirildiği görülmektedir (Ferreira vd., 2023). İncelenen makalelerin bulguları, işletmelerin sürdürülebilir performanslarını ve verimliliklerini artırmalarının yanı sıra onlara küresel ve bölgesel ölçekte rekabet avantajı sağladığına işaret etmesi açısından da önemlidir.

Yapılan çalışmalar, yapay zekâ teknolojilerinin iş modellerine uygulama ve başarılı çıktılar elde etme konusunda bazı zorlukların yaşandığına da işaret etmektedir. Bu entegrasyon için teknolojik alt yapının yeterliliği önem arz etmektedir (Samadhiya vd., 2023; Chinnathai & Alkan, 2023). Saptanan zorluklar arasında, yüksek teknoloji ürünlerine ve uygulamalarına ilişkin deneyimsizlik ve bilgi eksikliği (Chinnathai & Alkan, 2023), teknolojilerin karmaşık yapısı (Badghish & Soomro, 2024), dijital araçlara aktarılacak verilerin toplanmasında yaşanan zorluklar ve eksik veriler (Chinnathai & Alkan, 2023), yeni bilginin paydaşlar arası dağıtımı, yaygınlaştırılması ve yeni teknolojilerin yüksek maliyeti (Chin, vd., 2024) yer almaktadır. Sürdürülebilir bir dijital dönüşüm, ancak insanın merkeze alındığı etik ilkeler ile gerçekleştirilebilir (Weber-Lewerenz, 2021). Yapay zekâ ve sürdürülebilirliğe ilişkin yasal düzenleme ihtiyaçları ve mevzuat eksiklikleri de bu kapsamda ele alınabilir (Jorzik, Antonio, Kanbach, Kallmuenzer, Kraus & 2024). Ön plana çıkan bir diğer zorluk ise geleneksel yöntemleri sürdürerek teknolojik ilerlemeye ve entegrasyona yönelik gösterilen direnç ilişkindir (Monroy-Osorio, 2024). Yenilik ve risk almaya yönelik örgüt kültürü eksikliği, bu teknolojilere adaptasyonu etkilemektedir (Munir vd., 2023). Her ne kadar teknolojik altyapı ve sermaye bir teknolojinin benimsenmesi sürecinde önemli olsa da kurumsal dinamikler, yapay zekâ teknolojilerini yönlendirebilme hususunda kritik bir öneme sahiptir (Dey vd., 2023; Badghish & Soomro, 2024). Yapay zekâyâ yönelik kurumsal desteğin eksikliğinin başlıca sebepleri arasında yüksek maliyetler, uzun vadeli bir yatırım aracı olması ve fikri mülkiyet hakları yer almaktadır (Badghish & Soomro, 2024: 15).



Şekil 4. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Uygulanma Zorlukları

En genel itibariyle çalışanların bilgi ve yetenekleri, kurumsal yapı, güçlü iş birlikleri ve bu teknolojilere yapılan yatırımlar, yapay zekânın daha etkin kullanımını sağlamakta ve yeşil süreç inovasyonu üzerinde olumlu etkilerde bulunmaktadır (Wang vd., 2024). Çalışma sonuçları, teknolojik gelişmelere yönelik kültürel tutum ve adaptasyonun, bu araçlardan elde edilebilecek faydayı doğrudan etkilediğini göstermektedir. Bu durum, kurumların ve çalışanların geleneksel iş yöntemlerini sürdürme eğilimleri ve yenilikçi iş teknolojilerine karşı gösterilen direncin, bu teknolojilerden sağlanacak faydayı azaltabileceğine işaret etmektedir. Bu durumun Ogburn'un (1922) kavramsallaştırması olan kültürel gecikme kavramına işaret ettiği ifade edilebilir. Ona göre modern toplumlar hızla değişmekte olsa da bu toplumun tüm unsurları aynı hızda değişim göstermemektedir. Kültürel unsurlar arasında karşılıklı bağımlılık olması nedeniyle bir ögedeki değişiklik, ona bağlı diğer kültürel parçalarda da değişikliği ve uyumu gerektirir. Maddi koşullarda görülen bir değişim, bu koşullara bağlı olan maddi olmayan kültürün de değişmesini gerektirir. Ancak maddi olmayan kültürdeki değişiklikler, maddi kültürdeki değişikliklerle aynı zamanda gerçekleşmeyebilir ve böylece bir gecikme söz konusu olur (Ogburn, 1922, s. 200-203).

Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada sistematik derleme modeli kullanılarak yapay zekâ destekli teknolojilerin sürdürülebilirlik açısından sunduğu avantajlar; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar kapsamında irdelenmiştir.

Söz konusu bu boyutlar, birbirinden yalıtılmış temalar olmayıp birbiri ile etkileşim içinde olan, elde edilen sonuçların somutlaştırılması ve sistematik hale getirmesini kolaylaştırmak amacıyla kullanılan sınıflandırmalar niteliğindedir. Çalışma sonuçlarına göre ekonomik avantajlar arasında; verimlilik ve performans artışı, platform tabanlı iş birlikleri sağlama ve sürdürülebilir tedarik zinciri ifade edilebilir. Özellikle bu teknolojik gelişme sayesinde işletmelerde veri analizi, otonom karar verme, yeni ürün ve hizmet üretimi, yeni meslek ve işlerin ortaya çıkması, karmaşık ve çoklu görevleri yerine getirebilme, riskleri ve seçenekleri analiz edebilme ve tüm aşamalarda maliyetlerin azaltılması yönünde yaşanan gelişmelerin kurumsal performansı ve verimliliği arttırarak işletmelere büyük rekabet avantajı sağladığı saptanmıştır. Dijital teknolojilerin otomasyon ve veri analizi konusunda sunduğu avantajların tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarda yaşanabilecek problemleri azaltması bu kategoride yer alan sonuçlar arasındadır. Sosyal etkiler açısından ise çalışma koşullarının iyileşmesi ve çalışan yeteneklerinin güçlendirilmesi, çalışan memnuniyetini arttıran unsurlar arasındadır. Çevresel olumlu etkiler açısından irdelendiğinde ise enerji ve malzeme tasarrufu sağlama ve israfı azaltma, atık yönetimi, geri dönüştürülebilir ve çevre dostu ürünlerin geliştirilmesi, karbon salınımının azaltılması ve yeşil finansın verimli yönetimi ön plana çıkmaktadır. Yapay zekâ temelli teknolojilerin veya yazılımların iş modellerine entegrasyonu, işletmelerin çevresel hedeflerine ulaşabilmelerinin yanı sıra ekonomik verimlilik atışı sağladığı ve sosyal açıdan da çalışan memnuniyetini artırdığını göstermektedir. Bu durum, işletmelere rekabet avantajı sağlamak ve sürdürülebilir kalkınma sürecinde hem ülkenin gelişimi hem de doğa ve insanın korunmasında olumlu etkileri olduğuna işaret etmektedir. Teknolojilerin çevreye verdiği zararı en aza indireyecek yönde düzenlemeleri ve teknolojik altyapıyı içermesi, sürdürülebilir kalkınma için sağlayacağı faydayı en üst düzeye çıkarma yönündeki gelişmeler için önem arz etmektedir. Yetersiz teknolojik altyapı, yüksek teknoloji ürünlerine ve uygulamalarına ilişkin deneyimsizlik ve bilgi eksikliği, teknolojilerin karmaşık yapısı, dijital araçlara aktarılacak verilerin toplanmasında yaşanan zorluklar ve eksik veriler, yeni bilginin paydaşlar arası yaygınlaştırılmasına yönelik zorluklar, yeni teknolojilerin yüksek maliyeti, teknolojik ilerlemeye ve entegrasyona yönelik gösterilen direnç ve kurum kültürü eksikliği yapay zekâ teknolojilerinin uygulanma zorlukları arasındadır. Aynı zamanda yapay zekâ entegreli teknolojilerin yaygınlaştırılması ve bunun sürdürülebilir kalkınma bağlamında sağlayabileceği potansiyel faydalar doğrultusunda uygulanabilmesi için, etik sorunların ve mevzuat boşluklarının giderilmesi önemlidir.

Kaynaklar

ABDELFAH, F., SALAH, M., DAHLEZ, K., DARWAZEH, R. & HALBUSI, H. Al. (2024). The future of competitive advantage in Oman: Integrating green product innovation, AI, and intellectual capital in business strategies, *International Journal of Innovation Studies*, Cilt 8 (2), 154-171, doi: 10.1016/j.ijis.2024.02.001.

ADAŞ, E., & ERBAY, B. (2022). Yapay zekâ sosyolojisi üzerine bir değerlendirme. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, Cilt 21(1), 326-337. doi:10.21547/jss.991383

AGARWAL, A., & OJHA, R. (2024). Prioritizing implications of Industry-4.0 on the sustainable development goals: A perspective from the analytic hierarchy process in manufacturing operations. *Journal of Cleaner Production*, Cilt 444, 141189. Doi: 10.1016/j.jclepro.2024.141189

ATA, B. & URMAN, B. (2008). Sistematik derlemelerin kritik analizi. *Journal of Turkish Society of Obstetric and Gynecology*, Cilt 5(4), 233-240.

BADGHISH, S. & SOOMRO, Y. A. (2024). Artificial intelligence adoption by SMEs to achieve sustainable business performance: Application of technology–organization–environment framework. *Sustainability*, Cilt 16(5), 1864. doi: 10.3390/su16051864

BAG, S., & RAHMAN, M. S. (2023). Navigating circular economy: Unleashing the potential of political and supply chain analytics skills among top supply chain executives for environmental orientation, regenerative supply chain practices, and supply chain viability. *Business Strategy and the Environment*, Cilt 33(2), 504-528. doi: 10.1002/bse.3507

BAR-ILAN, J. (2010). Citations to the “Introduction to informetrics” indexed by WOS, Scopus and Google Scholar. *Scientometrics* Cilt 82, 495–506 doi: 10.1007/s11192-010-0185-9

BICLESANU I., SAVASTANO M., CHINIE C. & ANAGNOSTE S. (2023). The role of business students' entrepreneurial intention and technology preparedness in the digital age. *Administrative Sciences, Cilt 13*(8), 177. doi: 10.3390/admsci13080177

BİRLEŞMİŞ MİLLETLER (UNITED NATIONS). (t.y.) Sürdürülebilir kalkınma amaçları. Erişim tarihi: 17.04.2025. <https://turkiye.un.org/tr/sdgs>

BLOOMFIELD B. P. (2018). The Culture of Artificial Intelligence. *The Question of Artificial Intelligence: Philosophical And Sociological Perspectives* (ed. B. P. Bloomfield). Oxon: Routledge.

BROCCARDO, L., ZICARI, A. JABEEN, F. & BHATTI, Z. A. (2023). How digitalization supports a sustainable business model: A literature review. *Technological Forecasting and Social Change, Cilt 187*, 122146. doi: 10.1016/j.techfore.2022.122146.

BUCHANAN, B. G. (2005). A (very) brief history of artificial intelligence. *AI Magazine, Cilt 26*(4), 53. doi:10.1609/aimag.v26i4.1848

CAI, Z., YANG, Y., ZHANG, X., & ZHOU, Y. (2022). Design a robust logistics network with an artificial physisarum swarm algorithm. *Sustainability, Cilt 14*(22), 14930. doi: 10.3390/su142214930

CASTELLS, M. (2008). *Enformasyon çağı: Ekomomi, toplum ve kültür*. Birinci cilt: Ağ toplumunun yükselişi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Bilgi Yayınları.

CHIN, T., GHOURI, M. W. A., JIN, J., & DEVECI, M. (2024). AI technologies affording the orchestration of ecosystem-based business models: the moderating role of AI knowledge spillover. *Humanities and Social Sciences Communications, Cilt 11*. 496. doi: 10.1057/s41599-024-03003-7

CHINNATHAI, M. K., & ALKAN, B. (2023). A digital life-cycle management framework for sustainable smart manufacturing in energy intensive industries. *Journal of Cleaner Production, Cilt 419*. 138259. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138259

COECKELBERGH, M. (2021). AI for climate: freedom, justice, and other ethical and political challenges. *AI Ethics, Cilt 1*, 67–72. doi: 10.1007/s43681-020-00007-2

COSTA, E., FONTES, M., & BENTO, N. (2023). Transformative business models for decarbonization: Insights from prize-winning start-ups at the web summit. *Sustainability, Cilt 15*(18). doi: 10.3390/su151814007

COWLS, J., TSAMADOS, A., TADDEO, M. & FLORIDI, L. (2023). The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change—opportunities, challenges, and recommendations. *AI & SOCIETY Cilt 38*, 283–307. 14007. doi: 10.1007/s00146-021-01294-x

DEY, P. K., CHOWDHURY, S., ABADIE, A., VANN YAROSON, E., & SARKAR, S. (2023). Artificial intelligence-driven supply chain resilience in Vietnamese manufacturing small- and medium-sized enterprises. *International Journal of Production Research, Cilt 62*(15), 5417–5456. doi: 10.1080/00207543.2023.2179859

DRUCKER, P. F. (1993). *Kapitalist ötesi toplum*. İstanbul: İnkılap Kitabevi.

DWIVEDI, Y. K., SHARMA, A., RANA, N. P., GIANNAKIS, M., GOEL, P., & DUTOT, V. (2023). Evolution of artificial intelligence research in technological forecasting and social change: Research topics, trends, and future directions. *Technological Forecasting and Social Change, Cilt 192*, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122579

ENİŞ-ERDOĞAN, T. & EKŞİOĞLU, S. (2024). Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması. *TEBD, Cilt 22*(2), 1196-1211. doi: 10.37217/tebd.1496716

FARUQE, F., WATKINS, R., & MEDSKER, L. (2022). Competency model approach to AI literacy: research-based path from initial framework to model. *Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning, Cilt 2*(4), 580-587. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.05809>

FERREIRA, J. J., LOPES, J. M., GOMES, S., & RAMMAL, H. G. (2023). Industry 4.0 implementation: Environmental and social sustainability in manufacturing multinational enterprises. *Journal of Cleaner Production, Cilt 404*, 136841. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.136841

FLECK, J. (2018). Development and establishment in artificial intelligence. *The Question of Artificial Intelligence: Philosophical And Sociological Perspectives* (ed. B. P. Bloomfield). Oxon: Routledge.

FLORIDI, L., COWLS, J., BELTRAMETTI, M., CHATILA, R., CHAZERAND, P., DİGNUM, V., LUETGE, C., MADELİN, R., PAGALLO, U., ROSSI, F., SCHAFFER, B., VALCKE, P., & VAYENA, E. (2018). AI4People-an ethical framework for a good ai society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and machines, Cilt 28*(4), 689–707. doi:10.1007/s11023-018-9482-5

GRAÇA, P. & CAMARINHA-MATOS, L.M. (2021). assessment of sustainable collaboration in collaborative business ecosystems. *Computers, Cilt 10*, 167. doi: 10.3390/computers10120167

HEMANAND, D., MISHRA, N., PREMALATHA, G., MAVALURU, D., VAJPAYEE, A., KUSHWAHA, S., & SAHILE, K. (2022). Applications of Intelligent Model to Analyze the Green Finance for Environmental Development in the Context of Artificial Intelligence. *Computational Intelligence and Neuroscience*, vol: 2022, 2977824. <https://doi.org/10.1155/2022/2977824>

HU, B., ASIM, S., SIBT, E. A. M., JAVAID, M. Q., & RAMZAN, M. (2023). Exploring the relationships between attitudes toward emission trading schemes, artificial intelligence, climate entrepreneurship, and sustainable performance. *Environmental Science and Pollution Research, Cilt 30*(42), 95720-95737. doi: 10.1007/s11356-023-29051-1

JIANG, Y., LI, X., LUO, H., YIN, S. & KAYNAK, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence, Cilt 2*(4). doi: 10.1007/s44163-022-00022-8

JORZIK, P. & ANTONIO, J. L. & KANBACH, D. K. & KALLMUENZER, A. & KRAUS, S. (2024). Sowing the seeds for sustainability: A business model innovation perspective on artificial intelligence in green technology startups. *Technological Forecasting and Social Change, Cilt 208*(12365). doi:10.1016/j.techfore.2024.123653

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. & HELBIG, J. (2013) *Securing the future of German manufacturing industry: recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. final report of the industrie 4.0 working group*, Acatech— National Academy of Science and Engineering.

KAZANCOGLU, I., OZBİLTEKİN-PALA, M., MANGLA, S. K., KUMAR, A., & KAZANCOGLU, Y. (2023). Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19. *Annals of Operations Research, Cilt 322*(1), 217-240. doi: 10.1007/s10479-022-04775-4

KEINER, M. (2005). *History, definition(s) and models of sustainable development*. ETH Zürich. doi: 10.3929/ethz-a-004995678

LIN, W.-K., LIN, S.-J., & YANG, T.-N. (2017). Integrated business prestige and artificial intelligence for corporate decision making in dynamic environments. *Cybernetics and Systems, Cilt 48*(4), 303–324. doi: 10.1080/01969722.2017.1284533

LUTOSLAWSKI, K., HERNES, M., RADOMSKA, J., HAJDAS, M., WALASZCZYK, E., & KOZINA, A. (2021). Food demand prediction using the nonlinear autoregressive exogenous neural network. *IEEE Access, Cilt 9*, 146123-146136. doi: 10.1109/access.2021.3123255

MAHER, H. MEINECKE, H., GROMIER, D., GARCIA-NOVELLI, M. & FORTMANN, R. (2022). *How AI Can Be a Powerful Tool in the Fight Against Climate Change*. BCG GAMMA, AI for the Planet.

MCLUHAN, M., FİORE, Q. (2019). *Yaradığımız medya: Medyanın etkileri üzerine bir keşif yolculuğu*. İstanbul: Nora.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, DG, & THE PRISMA GROUP (2009) preferred reporting items for systematic reviews and meta analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med, Cilt 6*(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097

MONROY-OSORIO, J. C. (2024). Charting the digital route to net-zero: A framework for sustainable industry practices. *Cleaner Logistics and Supply Chain, Cilt 13*. doi: 10.1016/j.clscn.2024.100191

MUNIR, S., ABDUL RASID, S. Z., AAMIR, M., JAMIL, F., & AHMED, I. (2023). Big data analytics capabilities and innovation effect of dynamic capabilities, organizational culture and role of management accountants. *Foresight, Cilt 25*(1), 41-66. doi: 10.1108/fs-08-2021-0161

- NORDGREN, A. (2023), Artificial intelligence and climate change: ethical issues. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, *Cilt 21*(1), 1-15. doi: 10.1108/JICES-11-2021-0106
- OECD (2019). Artificial intelligence in society. Paris: OECD Publishing. doi: 10.1787/eedfee77-en.
- OGBURN, W. F. (1922). *Social change with respect to culture and original nature*. New York: B.W. Huesch, Inc.
- POPKOVA, E. G., BOGOVIZ, A. V., EKIMOVA, K. V., & SERGI, B. S. (2023). Will Russia become a blueprint for emerging nations' high-tech reforms? Evidence from a 26-countries dataset. *International Journal of Innovation Studies*, *Cilt 7*(4), 294-306. doi: 10.1016/j.ijis.2023.05.001
- RONAGHI, M. H. (2023). The influence of artificial intelligence adoption on circular economy practices in manufacturing industries. *Environment, Development and Sustainability*, *Cilt 25*(12), 14355-14380. Doi:10.1007/s10668-022-02670-3
- SAMADHAYIA, A., KUMAR, A., YADAV, S., LUTHRA, S., JABBOUR, C. J. C. & AGRAWAL, R. (2023). *Artificial intelligence - partner relationships management for climate management in B2B firms to achieve sustainable competitiveness*. *Industrial Marketing Management*, *Cilt 115*, 510-525. doi:10.1016/j.indmarman.2023.11.002
- SHAHZAD, F., ZAIED, Y. B., SHAHZAD, M. A., & MAHMOOD, F. (2024). Insights into the performance of green supply chain in the Chinese semiconductor industry. *International Journal of Production Economics*, *Cilt 273*. 109286. doi: 10.1016/j.ijpe.2024.109286
- SHAIK, A. S., ALSHIBANI, S. M., JAIN, G., GUPTA, B., & MEHROTRA, A. (2023). Artificial intelligence (AI)-driven strategic business model innovations in small- and medium-sized enterprises. Insights on technological and strategic enablers for carbon neutral businesses. *Business Strategy and the Environment*, *Cilt 33*(4), 2731-2751. doi: 10.1002/bse.3617
- SMIT, J., KREUTZER, S., MOELLER, C. & CARLBERG, M. (2016) *Industry 4.0: Study for the ITR Committee*. Directorate General For Internal Policies, Policy Department A: Economic and scientific policy. European Parliament. EU.
- SOCOL, A., MARIN-PANTELESCU, A., TAMAS-SZORA, A. & CIOCA, C. I. (2024). The impact of artificial intelligence applied in businesses on economic growth, welfare and social disparities. *Amfiteatru Economic*, *Cilt 26*(66), 475-493.
- SONG, M., PAN, H., SHEN, Z., & TAMAYO-VERLEENE, K. (2024). Assessing the influence of artificial intelligence on the energy efficiency for sustainable ecological products value. *Energy Economics*, *Cilt 131*. 107392. doi:10.1016/j.eneco.2024.107392
- SUMARLIAH, E. & AL-HAKEEM, B. (2023). The effects of digital innovations and sustainable supply chain management on business competitive performance post-COVID-19. *Kybernetes*, *Cilt 52*(7), 2568-2596. doi:10.1108/K-09-2022-1326
- TOFFLER, A. (2008). Üçüncü dalga: Bir fütürist ekonomi analizi klasiği. İstanbul: Koridor Yayıncılık.
- TRABUCCO, M., & DE GIOVANNI, P. (2021). Achieving resilience and business sustainability during COVID-19: The role of lean supply chain practices and digitalization. *Sustainability*, *Cilt 13*(22), 12369. doi:10.3390/su132212369
- TUĞAÇ, Ç. (2023). İklim değişikliği ve yapay zekâ: fırsatlar ve sorunlar. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, *Cilt 16*(1), 74-94. doi:10.17218/hititsbd.1240744
- TUPA, J., SIMOTA J., & STEINER F. (2017). Aspects of risk management implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *Cilt 11*, 1223 – 1230.
- VRCHOTA, J., VOLEK, T., & NOVOTNÁ, M. (2019). Factors introducing industry 4.0 to SMES. *Social Sciences*, *cilt 8*(5), 130. doi:10.3390/socsci8050130
- WANG B., RAU, P.-L. P. & YUAN, T. (2023). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technology*, *Cilt 42*(9), 1324-1337, doi: 10.1080/0144929X.2022.2072768

WANG, F., WONG, W.-K., ORTIZ, G. G. R., AL SHRAAH, A., MABROUK, F., LI, J., & LI, Z. (2023). Economic analysis of sustainable exports value addition through natural resource management and artificial intelligence. *Resources Policy, Cilt 82*(103541). doi:10.1016/j.resourpol.2023.103541

WANG, J., WANG, X., SUN, F., & LI, X. (2024). The functional mechanisms through which artificial intelligence influences the innovation of green processes of enterprises. *Systems, Cilt 12*(378). doi:10.3390/systems12090378

WEBER-LEWERENZ, B. (2021). Corporate digital responsibility (CDR) in construction engineering—ethical guidelines for the application of digital transformation and artificial intelligence (AI) in user practice. *SN Applied Sciences, Cilt 3*(801). doi:10.1007/s42452-021-04776-1

XU, Y., LIU, X., CAO, X., HUANG, C., LIU, E., QIAN, S., ... & ZHANG, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation, Cilt 2*(4), 1-20. doi: 10.1016/j.xinn.2021.100179

YILMAZ, K. (2021). Sosyal bilimlerde ve eğitim bilimlerinde sistematik derleme, meta değerlendirme ve bibliyometrik analizler. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt 10*(2), 1457-1490.

YI, Y. (2021). Establishing the concept of ai literacy: Focusing on competence and purpose. *JAHHR, Cilt 12*/2(24), 353-368. <https://doi.org/10.21860/j.12.2.8>

Summary

The industrial production process has gone through various stages and is currently in the phase referred to as Industry 4.0. This stage stands out as activities and systems that integrate physical and cyber systems, implementing autonomous and smart production frameworks and promoting efficiency and improvements in production. Following technological innovations and developments is important in order to gain a place in today's competitive, speed and innovation-oriented market economy. Furthermore, human- and environmental-focused developments and economic modeling are gaining increasing importance, and the integration of sustainable practices into production processes is being encouraged. In this context, economic developments and industrial activities that protect nature and the environment and embrace human well-being are being supported. In this context, artificial intelligence-supported and integrated technologies and business models are becoming increasingly important. While artificial intelligence technologies have positive impacts in combating the climate crisis, overcoming this crisis is only possible by properly managing these technological developments and minimizing their negative impacts. In this context, it is possible to see a rising interest in the literature regarding technological, ethical and political principles in order to minimize the risks of artificial intelligence technologies and maximize their benefits in terms of sustainability.

Within the scope of the study, it is aimed to determine the advantages offered by artificial intelligence-integrated business models in terms of sustainable business models and the difficulties experienced during the implementation phase through systematic compilation. In this context, articles published in the Web of Science database, which included the key concepts of "sustainable business model" and "artificial intelligence" in their abstracts, were scanned and initially 192 articles were reached. Then, articles published in 2024 and before, in the "article" category as a document type, in English, containing the sustainable development goals of "08 Decent Work and Economic Growth", "09 Industry Innovation and Infrastructure" and "12 Responsible Consumption and Production" were selected and 60 articles were reached. Each article was individually reviewed, and after eliminating articles that did not directly address the impact of AI on sustainable business models or did not provide original data on this topic, or that were compilations or literature reviews, 31 articles were identified as suitable for analysis. In each study, the contributions of artificial intelligence to sustainability were categorized under three themes: social, economic, and environmental dimensions. At the same time, the obstacles and difficulties in obtaining positive outcomes from these technologies in terms of sustainability were analyzed. Keywords from the reviewed articles were imported into the qualitative data analysis program MAXQDA 2020 to create a word cloud.

As a result of the analysis, it is noteworthy that academic interest in artificial intelligence-integrated business models has gradually increased as of 2021, and quantitative research designs

are particularly prevalent. When the economic contributions of artificial intelligence-integrated technologies to sustainability are examined, it is seen that the increase in efficiency and corporate performance, the provision of platform-based collaborations and sustainable supply chains come to the fore. This technology is seen to be useful in increasing productivity in businesses, analyzing data, making autonomous decisions, offering innovative products and services, creating new professions and jobs, performing complex and multiple tasks, and analyzing risks and options, all at a lower cost and in a faster and more flexible manner. The social advantages are the improvement in working conditions, including employees in management and decision-making processes, and the strengthening of employees' skills. Environmental advantages include energy, resource and material savings, waste management, production of recyclable products and reduction of carbon emissions. The findings show that artificial intelligence integrated technologies have positive effects on sustainable development in terms of business models that protect people and the environment as well as the efficiency of businesses. Difficulties in integrating AI-integrated models and achieving successful results include technological inadequacies, lack of experience, knowledge, and data, the complex nature of the technology, high costs, difficulties in distributing and disseminating new knowledge among stakeholders, lack of legal regulations, and resistance to technological advancement.