

EĞİTİMDE YAPAY ZEKA:

TEMELLERİ, KULLANIM ALANLARI VE YAPAY ZEKA OKURYAZARLIĞI

Dr. Selin YILDIZ

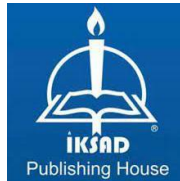
Prof. Dr. Raşit ZENGİN



EĞİTİMDE YAPAY ZEKA: TEMELLERİ, KULLANIM ALANLARI VE YAPAY ZEKA OKURYAZARLIĞI

Dr. Selin YILDIZ¹
Prof. Dr. Raşit ZENGİN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.15207187>



¹ Dr., Fırat Üniversitesi, E-mail: snylddz@gmail.com Orcid No: 0000-0001-8134-0864

² Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, E-mail: rzengin@firat.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-1624-6406

Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-221-4

Cover Design: İbrahim KAYA

April / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

ÖNSÖZ

Değerli Okuyucularımız,

Gelişen teknoloji ile birlikte eğitim dünyası da büyük bir dönüşüme tanıklık etmektedir. 21. yüzyılın en çarpıcı gelişmelerinden biri olan yapay zeka, eğitim alanında da kendine geniş bir yer edinerek, öğrenme ve öğretme süreçlerini yeniden tanımlamaktadır. Yapay zeka uygulamaları, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri, akıllı değerlendirme sistemleri ve yenilikçi pedagojik yaklaşımlar sunarak eğitim sistemlerini daha verimli ve erişilebilir hale getirmektedir.

Bu kitap, yapay zekanın eğitimdeki rolünü kapsamlı bir şekilde ele almakta ve bu teknolojinin eğitim sistemlerine getirdiği fırsatları, zorlukları ve gelecekteki potansiyelini irdelemektedir. Yapay zeka destekli sistemlerin öğrenci merkezli eğitim yaklaşımlarını nasıl güçlendirdiği, eğitimcilerin rollerini nasıl yeniden tanımladığı ve eğitim politikalarının nasıl şekillendiğini detaylı bir biçimde incelemektedir.

Yapay zekanın sunduğu imkanlar sayesinde, her öğrenciye özel, uyarlanabilir öğrenme yolları oluşturulabilir, bireysel farklılıklar daha iyi analiz edilebilir ve öğrenme hızına uygun kişiselleştirilmiş ders materyalleri sunulabilir. Bu durum, öğrencilerin daha etkili bir şekilde bilgiye erişmesini ve öğrenme deneyimlerinden maksimum verim alabilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda, yapay zeka destekli sistemler sayesinde öğretmenler, ders planlamalarında ve öğrenci performanslarını izleme süreçlerinde daha verimli bir şekilde hareket edebilmektedir.

Bu çalışma, yapay zekanın eğitimdeki yerini anlamak isteyen akademisyenler, eğitimciler, öğrenciler ve politika yapıcılar için kapsamlı bir rehber niteliğindedir. Eğitimin geleceğini şekillendiren bu devrim niteliğindeki teknolojinin sunduğu fırsatları değerlendirerek, daha kapsayıcı ve verimli bir eğitim ekosistemi oluşturma yolunda önemli adımlar atılması hedeflenmektedir.

Bilgiye erişimin sınırsızlaştığı ve eğitimin dijitalleştiği bu yeni dönemde, yapay zeka destekli eğitimin sunduğu yenilikleri ve dönüşümleri birlikte keşfetmeye davet ediyoruz.

Saygılarımızla,

Prof. Dr. Raşit ZENGİN

Dr. Selin YILDIZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
1.GİRİŞ	5
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1. Yapay Zekanın Ortaya Çıkışı ve Yükselişi.....	7
2.2. Yapay Zekanın Doğası	11
2.3. Yapay Zeka ve Alt Alanları	14
2.4. Yapay Zeka Uygulamaları.....	15
2.5. Eğitimde Yapay Zeka	17
2.6. Eğitimde Yapay Zekanın Teknik Yönleri	19
2.7. Eğitimde Yapay Zekanın Kullanım Alanları	20
2.7.2. Uyarlanabilir Öğrenme	21
2.7.3. Sanal Sınıf.....	22
2.7.4. Akıllı Kampüs	23
2.7.5. Akıllı Eğitici Robotlar	24
2.8. Eğitimde Yapay Zekanın Roller ve Çerçevesi	26
2.8.1. Öğrenmede Yapay Zeka	32
2.8.2. Öğretimde Yapay Zeka.....	34
2.8.3. Değerlendirmede Yapay Zeka	38
2.8.4 Eğitim Yönetiminde Yapay Zeka	39
2.9. Yapay Zekanın Avantajları.....	41
2.10. Yapay Zekanın Dezavantajları	43
2.11. Yapay Zeka Okuryazarlığı.....	44
2.11.1. Farklı Eğitim Seviyeleri için Yapay Zeka Okuryazarlığının Faydaları.....	48
2.11.2. Yapay Zeka Okuryazarlığı ve P21'in 21. Yüzyıl Öğrenimi Çerçevesi.....	51
2.11.3. Öğretmenlerin Yapay Zeka Dijital Yeterlilikleri	59
KAYNAKÇA	61

1.GİRİŞ

21. yúzyıl, hızlı teknolojik ilerleme ile karakterize edilmektedir. Yaşam tarzımız ve insanlarla etkileşim yollarımız önemli ölçüde değişmiştir. Yapay zeka teknolojileri sektörler arasında ve günlük hayatımızda her yerde bulunmaktadır (Ng vd., 2022). Yapay zeka, bilgisayarla görme, doğal dil işleme, robotik ve hareket, makine ve derin öğrenme ve sinir ağları gibi heyecan verici teknolojik yeniliklerle yaşam, öğrenme ve çalışma deneyimimizi geliştirmek için endüstrilere yayılmıştır (Chen vd., 2022; Dong vd., 2021; Zawacki-Richter vd., 2019). Yapay zeka uygulamaları günlük hayatımızın birçok alanına girmiştir (akıllı ev aletleri, akıllı telefonlar, chatbotlar, arama motorları). Eğitim alanında okullar, öğrencilerin kişiselleştirilmiş öğrenmelerinden yararlanmak ve öğretmenlerin idari işlerini azaltmak, böylece daha fazla öğrenme desteği ve etkileşimli öğrenci deneyimi sunmak için yapay zeka destekli teknolojileri kullanılmaya başlamıştır (Roll ve Wylie, 2016).

Eğitimi geliştirmek için en iyimser çözümlerden biri yapay zekanın uygulanmalarıdır (Chedrawi ve Howayeck, 2019). Yapay zekanın eğitimdeki geleceği oldukça ümit vericidir, çünkü teknoloji köklü bir dönüşüm geçiriyor ve öğrenme ve öğretme şeklimizi iyileştiriyor (Mishra, 2019). Öğrencilerin performans kayıtlarını değerlendirmek, güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek ve onlara bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamak için yapay zeka destekli öğrenme yaklaşımları kullanılmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilere üretken bir sonuçla daha etkili bir şekilde bilgi edinmeleri için bir araç seti modeli sağlamıştır (Aldosari, 2020). Sohbet Robotları, Sanal Yardım araçları ve Uyarlanabilir Öğrenme Sistemleri gibi yapay zeka tabanlı teknoloji, öğrencilerin karmaşık teorileri ve çözümleri daha etkileşimli ve anlamlı bir şekilde keşfetmelerine olanak tanıyan sürükleyici ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri sunmaktadır (Chaudhry vd., 2023; Pradana vd., 2023). Değerlendirme ve geri bildirimde, yapay zeka öğrenci ödevlerinin notlandırılmasına ve değerlendirilmesine yardımcı olur, örneğin Turnitin aracılığıyla benzerlikleri tespit eder, öğrencilerin kütüphane kaynak kullanımına katılımını ve katılımını izler, öğrencilere daha hızlı ve daha

kesin geri bildirim sağlar ve eğitmenlerin öğretim diğer yönlerine odaklanmaları için zaman yaratır (Essien vd., 2020). Benzer şekilde, yapay zeka destekli sohbet robotları, öğrencilere ders materyalleri hakkında soruları yanıtlama veya ders kaydı hakkında bilgi sağlama ve temel sorunları ele alma gibi akademik ve organizasyonel ihtiyaçları için anında ve kişiselleştirilmiş yardım sunar. Bu sistemler, hangi öğrencilerin okulu bırakma veya akademik olarak zorluk çekme riski altında olduğunu tahmin etmek için öğrenci verilerini başarıyla analiz eder. Bu filtreleme, eğitmenlerin ve destek personelinin akademik risk altında olan öğrencileri erken belirlemesine ve onlara müdahale etmesine yardımcı olur ve onlara başarılı olmak için ihtiyaç duydukları yardımı sağlar (Rahiman ve Kodikal, 2024). Bit.ai, Mendeley, Turnitin, elinik.io ve Coursera araçları ve platformları gibi çeşitli yapay zeka uygulamalarının, büyük veri kümelerini analiz ederek, içgörüler ve tahminler üreterek ve insan araştırmacıların tespit etmesinin zor olabileceği kalıpları belirleyerek yüksek öğrenim araştırmalarını desteklediği belirlenmiştir (Wenge, 2021). Yapay zeka ayrıca öğretim bcerilerini geliştirebilecekleri alanları belirlemelerine ve kişiselleştirilmiş profesyonel gelişim fırsatları sunmalarına yardımcı olur. Örneğin, AI destekli koçluk araçları öğretim performansları hakkında geri bildirim sağlar ve iyileştirme alanları önerir (Minkevics ve Kampars, 2021).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde; yapay zekanın ortaya çıkışı ve yükselişi, yapay zekanın doğası, yapay zeka ve alt alanları, yapay zeka uygulamaları, eğitimde yapay zeka, eğitimde yapay zeka uygulaması, eğitimde yapay zekanın rolleri ve çerçevesi, yapay zeka okuryazarlığı, farklı eğitim seviyeleri için yapay zeka okuryazarlığının faydaları, yapay zeka okuryazarlığı ve p21'in 21. yüzyıl öğrenimi çerçevesi, öğretmenlerin yapay zeka dijital yeterlilikleri, yapay zekanın avantajları ve yapay zekanın dezavantajlarına yönelik bilgilere değinilmiştir.

2.1. Yapay Zekanın Ortaya Çıkışı ve Yükselişi

16. yüzyıldan beri insanlık, önceki binlerce yılın toplam başarılarını aşan teknolojik yeniliklere ulaşmıştır (Abbasi vd., 2025). Özellikle 18. yüzyıldan sonra buhar makinesi, elektrik ve kuantum teorisi gibi önemli teknolojik yenilikler ve devrimler, mekanizasyon, elektrikleendirme ve bilişim dahil olmak üzere birden fazla büyük endüstriyel dönüşümü tetiklemiştir. Buhar makinesinin buhar çağını, jeneratörün elektrik çağını ve bilgisayar ve internetin bilgi çağını karakterize ettiği gibi, yapay zeka artık zekanın yeni çağına öncülük eden temel güç haline gelmiştir (Barrat, 2023).

Yapay zeka ilk olarak 1956 yılında “akıllı makineler yapma bilimi ve mühendisliği” olarak tanıtılmıştır (McCarthy, 2007). Newell ve Simon (1956), karmaşık problemleri çözmek için insan zekasını simüle eden ilk bilgisayar programı olarak kabul edilen bir “düşünme makinesi” icat edilmiştir. Bu fikir, insanların nasıl düşündüğüne dair anlayışımızı geliştirmiş ve yapay zeka ile insan bilişinin psikolojisine temel katkılarda bulunmuştur ((Ng vd., 2022). Başlangıçta, yapay zeka sınırlı görevleri yerine getirmek için kullanılmıştır (örneğin, otomasyon, satranç oynama). 1990'lardan bu yana, ağ ve internet teknolojilerindeki gelişmeler yapay zekanın yenilikçi araştırmalarını ve pratik dağıtımını yönlendirmiştir. 1985'den sonra, yapay zeka teknolojisinin gelişimi her zamankinden daha hızlı olmuştur. Örneğin, patent ve yayınların toplam sayısı üç katına çıkarak yapay zeka teknolojisindeki önemli ilerlemeyi göstermiştir (Abbasi vd., 2025). 1997'de International Business Machines Corporation (IBM) Deep

Blue süper bilgisayarını dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmiştir. Daha sonra, 2008'de IBM "Akıllı Dünya" konseptini tanıtmıştır. Bu dönüm noktası niteliğindeki olaylar yapay zekanın yükselişini kamuoyunun dikkatine sunulmuştur. 2006' da Toronto Üniversitesi'ndeki Profesör Geoffrey Hinton ve ekibi, derin öğrenme algoritmalarının geliştirilmesinde önemli bir ilerlemeyi işaret eden Derin İnanç Ağlarını tanıtmışlardır (Hinton vd., 2006). Büyük veri, bulut bilişim, internet ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi bilgi teknolojilerinin ilerlemesi ve Grafik İşleme Birimleri (GPU) gibi her yerde bulunan algılama verilerinin ve bilgi işlem platformlarının ortaya çıkmasıyla, derin sinir ağlarıyla temsil edilen yapay zeka teknolojileri hızlı bir gelişme yaşamıştır. Bu gelişme, bilim ve uygulama arasındaki "teknolojik boşluğu" önemli ölçüde kapatmıştır. Görüntü sınıflandırması, konuşma tanıma, bilgi sorgulama, insan-bilgisayar oyunları ve otonom sürüş gibi çeşitli yapay zeka uygulamaları "uygulanamaz veya etkisiz" olmaktan "uygulanabilir" olmaya geçmiştir. Bu teknolojik atılım, yapay zekada patlayıcı bir büyümeye yol açarak yeni zirvelere ulaşmıştır (Muthukrishnan vd., 2020b). 30 Kasım 2022'de OpenAI, ChatGPT adlı yeni bir konuşma yapay zeka aracı başlatmıştır. Derin öğrenme ve doğal dil işleme tekniklerini kullanan ChatGPT, kapsamlı metinsel veriler üzerinde eğitilmiş, insan dilini ve düşünce süreçlerini anlayabilmesini ve doğal dil kullanarak insanlarla diyaloga girebilmesi sağlanmıştır. Böylece, insan bilgisayar etkileşimlerinin verimliliğini ve kullanıcı deneyimini önemli ölçüde iyileştirmiştir (Roumeliotis ve Tselikas, 2023). Yapay zekanın ortaya çıkışı, küresel endüstrinin, yapay zeka teknolojisinin endüstriyel dönüşümün yeni bir dalgasına öncülük etmedeki önemli etkilerini tam olarak fark etmesine yol açmıştır (Abbasi vd., 2025).

Günümüzün hızlı teknolojik ilerleme ve "büyük veri" olarak bilinen büyük veri kümelerindeki üstel artış çağında, yapay zeka daha önce görülmemiş bir ölçekte günlük uygulamalara geçiş yapmıştır (Ng vd., 2022). Neredeyse gerçek zamanlı büyük veri kümeleri, insanların otonom olarak araç kullanmalarını, tavsiyelere dayalı videoları ve medya yayınlarını (ör. Netflix, YouTube, Facebook) görüntülemelerini, yapay zeka tabanlı reklamlara göre çevrimiçi alışveriş yapmalarını ve çalışma verimliliğini artırmak için hileleri tespit etmelerini sağlamaktadır. Heyecan verici

yeniliklerle birlikte yapay zekanın çok çeşitli karmaşık görevleri yerine getirecek şekilde genişlediğini görebiliriz (Zawacki-Richter vd., 2019).

Teknolojik etkiler, teknolojik ilerlemeyi ilerleten ve yapay zeka sistem yeteneklerini geliştiren yeni algoritmalar, modeller ve uygulamaların oluşturulması gibi yapay zeka alanındaki doğrudan iyileştirmeler ve gelişmelerle ilgilidir. Bunlara Turing testi, uzman sistemlerin ortaya çıkışı ve AlexNet tarafından gösterilen derin öğrenmedeki ilerlemeler gibi temel başarılar dahildir. Öte yandan küresel etkiler, teknik atılımların daha geniş toplumsal, ekonomik ve kültürel yankılarına atıfta bulunur. Bu, kamu algısındaki değişlikleri, endüstriyel uygulamalardaki değişlikleri, yapay zeka uygulamalarının bir sonucu olarak ekonomik büyümeyi, zeka ve etik konusundaki felsefi tartışmaları kapsamaktadır. Örneğin, IBM'in Deep Blue'nun 1997'de Garry Kasparov'u yenmesi, yalnızca yapay zekanın stratejik becerilerinde teknolojik bir dönüm noktası oluşturmakla kalmadı, aynı zamanda kamuoyunun görüşünü ve yapay zekaya olan ilgisini büyük lde etkileyerek yapay zeka teknolojisine yönelik yatırım ve çalışmaların artmasına neden oldu. Dolayısıyla, teknolojik etkiler yapay zeka yeteneklerinin işsel evrimine odaklanırken, küresel etkiler toplum ve çeşitli sektörler üzerindeki dışsal etkileri ele almaktadır (Abbasi vd., 2025).

Yapay zeka, insanların çeşitli görevleri yerine getirmesini ve karmaşık sorunları zmesini kolaylaştırmak için insan zekasını taklit eden bilgisayarlı makineleri ve sistemleri ifade etmektedir (Wang, 2019). Bununla birlikte, yapay zekanın makine öğrenimi, derin öğrenme ve sinir ağları gibi alt alanları hakkında bazen kafa karıştırıcı olabilen oldukça belirsiz birkaç moda kelime bulunmaktadır. Burada, bu sözcüklerin yapay zeka ile ilişkisini açıklamak için bazı temel tanımlar yapılmıştır. İlk olarak, makine öğrenimi, hesaplama algoritmaları aracılığıyla analizlerini öğrenme ve geliştirme kapasitesine sahip insan zekasıyla ilişkili deneysel “ğrenmeyi” sergilemektedir (Helm vd., 2020). Bu algoritmalar, örüntüleri tanımak ve makineleri ve modelleri çeşitli görevleri yerine getirmek üzere eğitmek için etkili bir şekilde “ğrenmek” için büyük veri kümelerini kullanır (otonom önerilerde bulunmak, kararlar almak). Yeterli tekrar ve algoritma iyileştirmesinden sonra makine, insanların bir sonucu tahmin etmek için veri

kümelerini girmesine daha hazır hale gelmektedir. Süreçler boyunca insanlar, yapay zekanın gelecekteki sonuçları tahmin etme yeteneğini yinelemeli olarak mükemmelleştirmek için algoritmanın doğruluğunu değerlendirmek amacıyla sonuçları bir dizi istenen sonuçla karşılaştırabilir (Helm vd., 2020).

Derin öğrenme ve sinir ağları, nihai çıktıları oluşturmak için hiyerarşik katmanlardan yararlanan bu modellerin daha karmaşık versiyonlarıdır. Ağ ilk olarak bir girdi katmanı ile başlar ve daha sonra farklı özelliklere (örneğin yaş, cinsiyet, etnik köken) yanıt veren bir dizi “gizli katmanı” aşamalı olarak içerir. Bu ara katmanlar, yapay zeka ile güçlendirilmiş modelin, girdiler açıkça programlanmış talimatlar olmadan “daha derine” indikçe anlayışını geliştirmesine olanak tanımaktadır. Model, birden fazla katman üzerinde belirli eylemler gerçekleştirir ve yeni veriler elde edildikçe doğruluğunu art arda geliştirmektedir. Model, insan beyninin çalışma şekline benzediğinden, model “sinir ağları” olarak adlandırılır ve böylece “derin öğrenme” olarak bilinen yeni bir yapay zeka biçimine yol açmaktadır (Ng vd., 2022).

Eğitim alanında, yapay zeka idari süreçleri otomatikleştirebilir, öğrenme deneyimlerini geliştirebilir ve öğrencilerin etkileşimlerini kolaylaştırabilir (Ng vd., 2022). Eğitimde yapay zeka kullanımı (AIED), 1989 yılında Uluslararası Eğitimde Yapay Zeka Dergisi'nin ilk yayını ve 1993 yılında Uluslararası Eğitimde Yapay Zeka Derneği'nin kurulmasıyla 1980'lerden beri bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmıştır (Pinkwart, 2016). Araştırmacılar ve eğitimciler; akıllı özel ders sistemleri, öneri sistemleri, hesaplamalı dil bilim ve akıllı ajanlar gibi öğrenme için yapay zeka odaklı araçlar tasarlamak ve öğrencilerin öğrenmesini anlamak, değerlendirmek ve iyileştirmek için yapay zekayı kullanarak yapay zeka teknolojilerine katkıda bulunmuşlardır (Alkhatlan ve Kalita, 2018; Chen vd., 2020; Hwang vd., 2020; Williamson ve Eynon, 2020). Eğitimde yapay zeka uygulamaları, eğitim bağlamlarında veri madenciliği, öğrenme analitiği ve öğrenen akıllı ajanlar aracılığıyla öğretimi, öğrenmeyi ve yönetimi kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Chen vd., 2020; Hwang vd., 2020).

Yapay zeka yalnızca bilgisayar endüstrilerini değil, insan hayatının birçok yönünü etkilemiştir ve bu da herkesin yapay zeka öğrenmesi ihtiyacını

doğurmuştur (Ng vd., 2021). Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca, yapay zeka geleneksel olarak bilgisayar bilimleri eğitiminin bir alanı olarak yükseköğretim düzeyinde öğretilmiştir (Chiu, 2021). Yapay zeka öğretimi, 1980'lerde Seymour Papert tarafından bazı programlama dillerinin (örneğin BASIC, LOGO, Prolog) icadından kaynaklanmıştır. 1995 yılında Stuart Russell ve Peter Norvig, dünya çapında 1500'den fazla okulda yaygın olarak kullanılan yetkili bir yapay zeka ders kitabı yayınlamıştır. Kitap, lisans düzeyinde öğretilen beş ana yapay zeka kavram kategorisini listelemiştir: (1) problem çözme stratejileri, (2) bilgi, muhakeme ve planlama, (3) belirsiz bilgi ve muhakeme, (4) makine öğrenimi ve (5) iletişim, algılama ve hareket etme şeklindedir. Literatürde, çocukların hesaplamalı kavramları (örneğin değişkenler, özyineleme, temsiller, süreç) öğrenmek için eğlenceli ortamlarda yapay zeka projeleri yürütmeye teşvik edildiğinden çok az bahsedilmiştir (Kahn ve Carlsson, 1985). Bununla birlikte, yaşı uygun müfredat ve öğretim araçları olmadan, eğitimciler genç öğrencilerin karmaşık yapay zeka kavramlarını görselleştirmelerini sağlamada zorluklarla karşılaşmıştır (Wong vd., 2020; Ng vd., 2021). 2019 yılına kadar, gelişimsel olarak uygun müfredat ve teknolojilerin ortaya çıkması, daha genç öğrencilerin sorumlu bir dijital vatandaş olmak ve gelecekteki işyerine hazırlanmak için yapay zeka yetkinliklerini geliştirmeleri için yapay zeka öğretimini mümkün kılmıştır. O zamandan beri, K-16 eğitimindeki akademisyenler yapay zekayı sınıflarına nasıl dahil edeceklerini tartışmış ve K-16 yapay zeka okuryazarlığı eğitiminde çerçeveler, ölçümler, modeller ve incelemeler tasarlamaya başlamışlardır (Druga vd., 2019; Long ve Magerko, 2020; Ng vd., 2021; Touretzky vd., 2019).

2.2. Yapay Zekanın Doğası

Bilgisayarlar yapay zekanın ana kaynağıdır. 1940'larda ve 1950'lerde bilgisayarların matematikteki teoremler için kanıtlar bulmak ya da satrancı olağanüstü bir beceriyle oynamak gibi son derece karmaşık görevleri yerine getirmek üzere eğitilebileceği gösterilmiştir (Bagautdinov vd., 2024). Bilgisayarlar yapay zeka gelişiminin temel dayanağı olsa da, eğitim alanındaki yeni araştırmalar diğer donanım ve yazılım bileşenlerinin de eşit derecede önemli olabileceğini göstermektedir. Bu durum özellikle eğitim

ortamları için geçerlidir. Yapay zeka, dijital sistemlerin ve bilgisayarlar tarafından kontrol edilen robotların tipik olarak insan zekasıyla ilişkilendirilen gevleri yerine getirme yeteneğidir. Bu ifade sıklıkla akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme yapma ve geçmişten ders çıkarma becerisine sahip sistemler yaratma hedefini tanımlamak için kullanılmaktadır. Yapay zeka olarak bilinen teknoloji, insanların zekasına ihtiyaç duyan faaliyetleri yapabilen bilgisayar sistemleri oluşturmayı mümkün kılmaktadır (Bagautdinov vd., 2024).

Gömülü bilgisayarlar, sensörler ve diğer ortaya çıkan teknolojiler, yapay zekanın makinelere, binalar ve robotlar gibi diğer ögelere aktarılmasını kolaylaştırmıştır (Chassignol vd., 2018). Gerçekten de, Chassignol vd. (2018) yapay zeka için iki yönlü bir tanım ve açıklama sunmuşlardır. Yapay zekayı bir alan ve bir teori olarak tanımlamaktadırlar. Bir alışma alanı olarak yapay zekayı, öğrenme, problem zme ve örüntü tanıma gibi insan zekasıyla yaygın olarak ilişkilendirilen farklı bilişsel sorunları zmeyi ve ardından uyum sağlamayı amaçlayan bilgisayar biliminde bir çalışma alanı olarak tanımlamaktadırlar (Chassignol vd., 2018). Teori olarak ise yapay zekayı, insan yeteneklerini, özellikle zeka ve görsel algı, konuşma tanıma, karar verme ve diller arası eviri gibi insan zekası gerektiren görevleri yerine getirme yeteneğini içeren bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesini ve kullanımını yönlendiren teorik bir ereve olarak tanımlamışlardır (Chassignol vd., 2018). Diğer çalışmalarda, yapay zekanın benzer unsurlarını veya özelliklerini ön plana çıkarır. Sharma vd. (2019), yapay zekayı insan muhakemesine yaklaşma yeteneğine sahip makineler olarak tanımlamıştır. Benzer şekilde, eğitim sektörüne yönelik bir tanım ve açıklama yapan Pokrivcakova (2019), yapay zekanın sistem tasarımcılarını, veri bilimcilerini, ürün tasarımcılarını, istatistikileri, dilbilimcileri, bilişsel bilimcileri, psikologları, eğitim uzmanlarını ve diğerlerini bir araya getirerek, öğretmenlere yardımcı olmak ve öğrencilerin sürekli değişen bir dünya için bilgilerini ve esnek becerilerini geliştirmelerine destek olmak da dahil olmak üzere, farklı işlevleri yerine getirebilecek belirli düzeyde zeka ve yeteneğe sahip eğitim sistemleri geliştirmek için onlarca yıllık araştırma ve geliştirmenin bir sonucu olduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca yapay zekanın makinelere insan benzeri zeka ve

yakın çevreye uyum sağlama yeteneği gerektiren farklı görevleri yerine getirme yeteneği sağlayan algoritmik makine öğrenimi gibi programların ve yazılımların gelişmiş yeteneklerini kullandığını ileri sürmüştür (Pokrivčáková, 2019). Benzer gözlemler, yapay zekayı bilgisayarların ve makinelerin insan bilişini ve eylemlerini taklit etme yeteneği olarak tanımlayan Wartman, ve Combs (2018) tarafından da yapılmıştır.

Genel olarak yapay zeka, bu tanım ve açıklamalardan hareketle, bilişsel, öğrenme, karar verme ve çevreye uyum sağlama dahil olmak üzere insan benzeri işlevleri yerine getirme yeteneğine sahip, belirli bir düzeyde zekaya sahip makinelerin geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu nedenle, yapay zeka için anahtar olarak ortaya çıkan belirli özellikler ve ilkeler vardır. Zeka veya makinenin belli bir düzeyde zeka gösterme ve insan benzeri yetenekler gerektiren çok çeşitli işlevleri ve yetenekleri yerine getirme yeteneği, yapay zekanın temel bir özelliği olarak ortaya çıkmaktadır (Chen vd., 2020).

Son zamanlarda, yapay zeka ve makine öğrenimi, hesaplama kalitesini artırmayı ve yüz kilidi açma, konuşma tanıma, doğal dil çevirisi ve sanal gerçeklik gibi yeni uygulamalar için olanaklar yaratmayı amaçlayan mobil cihazlarda uygulanmak üzere yaygın olarak çalışılmaktadır (Chen vd., 2020). Bununla birlikte, makine öğrenimi karmaşık eğitim ve öğrenme gerçekleştirmek için büyük hesaplama kapasitesi gerektirir. Bu sorunu ele almak için, hesaplama açısından verimli bir şekilde çalışan bazı platformlar önerilmiştir. Qualcomm (2016), GPU işlemcileriyle sinir ağlarının yürütülmesini hızlandırmak için Snapdragon Sinir İşleme Motorunu tanıtmıştır. HiSilicon, sinir ağlarını çalıştırmak için HiAI platformunu önermiştir. Android Neural Networks API'nin mobil cihazlarda makine öğrenimi modellerini hızlı bir şekilde yürütmek için tasarlanmıştır (Ignatov vd., 2018). Bu API, ağ gecikmesini ve karmaşıklığını azaltarak mobil cihazlara birçok fayda sağlamaktadır. Yapay zeka ile bağlantılı öğrenme ağları konusunda, SqueezeNet, MobileNet ve Shufenet cep telefonları için geliştirilmiştir (Hu vd., 2018). Mobil cihazlarda yapay zekanın teknik gelişimi, öğrenciye daha kısa sürede yardımcı olarak kolaylık sağlayan ve etkileşimli ve kişiselleştirilmiş öğrenme sağlayan mobil eğitimi bir üst seviyeye taşımıştır. Örneğin, sanal gerçeklik, öğrenme sürecini öğrenme

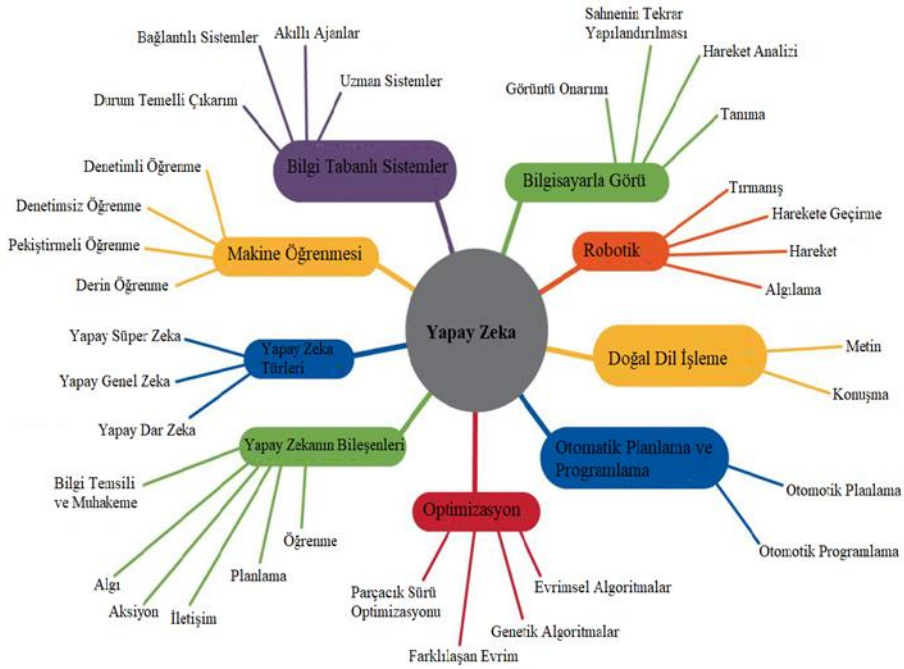
alanının ötesine taşıyarak küresel bir sınıf yaratmaktadır, çünkü yapay zeka öğrencileri sanal sınıfa bağlayabilmektedir. Buna ek olarak, yapay zeka tabanlı sohbet robotları kişiselleştirilmiş bir çevrimiçi öğrenme sağlar ve ayrıca eğitmeni sohbet konuşmalarına dönüştürmektedir. Bu teknoloji öğrencilerin anlama düzeyini değerlendirebilir (Chen vd., 2020).

Sonuç olarak, bu sistemleri kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda eğitmek için çok sayıda algoritma araştırılmakta ve bu sistemlere dahil edilmektedir. Yapay zeka kavramları konuşma tanımlama, görme, dil çevirisi ve seçim yapma gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Bagautdinov vd., 2024).

2.3. Yapay Zeka ve Alt Alanları

Yapay zekanın tanımı, “akıllı kontrol kullanan kendi kendini yöneten mekanik ve elektronik cihazlar kullanılarak otomatik olarak çalıştırılabilen görevler” olduğunu belirtilmiştir (Cardona vd.,2023). Üç tür yapay zeka kavramsallaştırması vardır (Bughin vd., 2017). Bunlardan ilki Yapay Dar Zekadır. Bu mevcut yapay zeka türü dil çevirisi ve hava durumu tahminlerinde kullanılmaktadır. İkincisi Yapay Genel Zekadır ve geleceğin bu yapay zeka türü karmaşık sorunları kendi düşünce ve eğilimleriyle çözebilmektedir. Örneğin, bir akıllı telefon, Fotoğraflar uygulamasında bir kişinin fotoğraflarını tanımlamak için yüz tanımayı kullanabilir, ancak aynı sistem sesleri tanımlayamaz. Sonuncusu ise Yapay Süper (Üretken) Zekadır (GenAI). Metin, resim, müzik, video gibi içerik üreten ve 2B girdiden 3B modeller oluşturabilen bir makine öğrenimi türüdür. ChatGPT, GenAI'nin özel bir örneğidir. ChatGPT; (1) sorulara yanıtlar üretebilir (Generatif); (2) web'de bulunan yazılı materyalin büyük bir kısmı üzerinde önceden eğitilmiş (P yeniden eğitilmiş); (3) ve cümleleri diğer model türlerinden farklı şekilde işleyebilir (Transformer) (URL-1).

Yapay zekanın çeşitli alt alanları bulunmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi, yapay zekanın başlıca alt alanları şunlardır: (a) makine öğrenimi; (b) bilgi tabanlı sistemler; (c) bilgisayarla görme; (d) robotik; (e) doğal dil işleme; (f) otomatik planlama ve çizelgeleme ve (g) optimizasyon (O'Brien, 2017).



Şekil 1. Yapay zekanın bileşenleri, türleri ve alt alanları (Regona vd., 2022)

2.4. Yapay Zeka Uygulamaları

Bilgiyi alma, depolama ve işleme yeteneğine sahip olmasının yanı sıra kendi kendine öğrenmeyi de teşvik eder, bu da bir fen bilgisi öğretmenin öğrenciler arasındaki bireysel farklılıkları hesaba katmasına yardımcı olur ve böylece öğrenme ve eğitim kalitesini artırmaktadır (Al Darayseh, 2023). Yapay zeka uygulamaları, bilgiyi alma, depolama ve işleme potansiyeline sahiptir; öğrencinin akademik kavramlarını oluşturma ve bir araya getirme, bilimsel materyali etkileşimli bir şekilde sunma ve öğrencilerin ihtiyaçlarıyla tutarlı hedeflere ulaşılmasına katkıda bulunma konusunda rolleri büyük görünmektedir. Yapay zeka, kendi kendine öğrenme veya öğretmen destekli öğrenme için çok sayıda hazır yazılım sağlar ve bu yazılımlar, eğitim sürecinin bir bütün olarak gelişimine yansıyan tartışmalarda ve alışverişlerde kullanılabilir (Abu Zaqiyah, 2018). Sonuç olarak, yapay zeka uygulamaları içerik, öğretim yöntemleri, takvim ve iletişim üzerindeki etkileriyle eğitim sürecine katkıda bulunur. Yapay zeka uygulamalarının kullanıldığı en önemli alanlar arasında şunlar yer almaktadır (Al Darayseh, 2023).

1. *Akıllı özel öğretim*: Bu, insan özel öğretimini simüle etmek için yapay zeka yöntemlerini ve uygulamalarını kullanmak ve öğrencinin bilgi ihtiyaçlarıyla uyumlu, yapıcı ve anında geri bildirim sağlayan öğrenme etkinlikleri sağlamakla ilgilidir (Luckin vd., 2016).

2. *Uyarlanabilir öğrenme ortamları*: Her öğrencinin öğrenme yöntemlerine ve tercihlerine göre içerik sunumunun çoğulculuğuna ve çeşitliliğine dayanmaktadır. Bu ortamlar bulanık mantık, Bayes ağları, gizli Markov modelleri ve genetik algoritmalar kullanılarak tasarlanmaktadır (Colchester vd., 2017).

3. *Yapay zeka tabanlı değerlendirme*: Bu, testlerin ve performans görevlerinin tasarımında ve düzeltilmesinde yapay zeka uygulamalarının kullanılmasıyla teşvik edilmekte ve buna göre öğrencinin yolundaki bir sonraki adım belirlenmektedir (Jin, 2019).

4. *Akıllı içerik*: Bu kavram büyük önem taşımaktadır. Çünkü eğitim robotları yüksek düzeyde dijital içerik geliştirebilir ve yapay zeka ders kitaplarını dijitalleştirmeye veya uygulanabilir dijital öğrenme arayüzleri oluşturmaya yardımcı olabilir (Al-Farani ve Al-Hujaili, 2020).

5. *Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi*: Yapay zeka tabanlı VR araçları ve uygulamaları öğretime entegre edilebilir, böylece çok duyulu uyarım sağlar ve öğrenmede ustalaşmaya ve daha önce hayal edilemeyen bilgi derinliklerine ulaşmaya büyük ölçüde yardımcı olur ve öğrencilere etkileşimli ve canlı bir öğrenme ortamı sağlayarak özgürce keşfetmelerine ve bağımsız olarak öğrenmelerine olanak tanımaktadır (Jin, 2019). PhET simülasyonu, Labster Sanal Laboratuvarı ve Üçüncü Uzay dahil olmak üzere birçok araç ve uygulama fen bilimleri öğretiminde kullanılabilir. Ek olarak, Xue ve Wang (2022), öğretmenler tarafından en yaygın kullanılan yapay zeka uygulamalarının mobil telefon uygulamaları olduğunu, bunu çevrimiçi öğretmen eğitim platformlarının izlediğini belirlemiştir; bazı öğretmenler ayrıca otomatik düzeltme sistemleri kullanmaktadır.

2.5. Eğitimde Yapay Zeka

Eğitimde yapay zeka (AIED), öğretme, öğrenme ve karar vermeyi kolaylaştırmak için eğitim ortamlarında akıllı öğretmenler, öğrenciler, araçlar/ortaklar ve politika belirleme danışmanları olarak hizmet veren yapay zeka teknolojilerinin ve uygulama programlarının kullanımını ifade etmektedir (Hwang vd., 2020). Bu araçlar “çıkarımlar, yargılar veya tahminler yapmak için insan zekasını simüle eder, bilgisayar sistemleri öğrencilere kişiselleştirilmiş rehberlik, destek veya geri bildirim sağlayabilir” (Hwang vd., 2020).

Eğitimde yapay zeka üzerine yapılan araştırmalar, farklı yapay zeka teknolojilerine odaklanan çeşitli araştırmaları içermektedir. Hwang vd. (2020), beşinci sınıf matematik dersinde öğrencilerin öğrenme başarılarını artırmak ve kaygılarını azaltmak amacıyla öğrencilerin hem duygusal hem de bilişsel durumlarını dikkate almak için bulanık uzman sistemleri kullanmıştır. Chih-Ming ve Ying-You (2020), işbirlikçi probleme dayalı öğrenme sırasında iletişim davranışını ve hedeflerini tahmin etmek için bilgisayar aracılı bir iletişim yeterliliği tahmin modeli geliştirmiştir. Baker vd. (2021), öğrenme analitiğinin politika ve uygulama üzerindeki etkisini artırmak için eğitimsel veri madenciliği, nicel etnografi ve ölçekte öğrenme alanlarındaki son trendlerden metodolojik olarak nasıl etkilendiğini analiz etmiştir. Okonkwo ve Ade-Ibijola (2021), eğitim sohbet robotlarının faydalarını ve zorluklarını ve ayrıca kurum çalışanları ve öğrenciler için kişiselleştirilmiş hizmetler sağlamak gibi gelecekteki araştırma alanlarını araştırmıştır.

Eğitimde yapay zekanın önemli hedeflerinden biri, bireysel öğrencilere öğrenme durumlarına, tercihlerine veya kişisel özelliklerine göre kişiselleştirilmiş öğrenme rehberliği veya desteği sağlamaktır (Hwang, 2014). Bireysel öğrenenlerin öğrenme durumlarını veya davranışlarını analiz ederek onlara karşı önleyici ve müdahale edici uygulamalar sunma ihtiyacını vurgulayan hassas eğitim perspektifinden bakıldığında, öğrenme sistemlerinin deneyimli öğretmenlerin bilgi ve zekasını sistemin karar verme sürecine dahil ederek akıllı bir öğretmen olarak hizmet vermesini sağlamak çok önemli bir konu olduğu vurgulanmıştır (Hart, 2016). 1980'li yılların başında, eğitim teknolojisi ve bilgisayar bilimleri araştırmacıları tarafından akıllı öğretim

sistemleri ile ilgili sorular gündeme getirilmiştir (Larkin ve Chabay, 1992; Van Seters vd., 2012). Son zamanlarda, her bir öğrencinin durumuna göre kullanıcı arayüzleri, öğrenme içeriği veya öğrenme yolları gibi öğrenme sistemlerinin çeşitli olası yönlerini uyarlayarak bireysel öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırma amacını vurgulayan ilgili bir terim olan “uyarlanabilir öğrenme sistemi” büyük ilgi görmektedir (Essa, 2016; Xie vd., 2017, 2019).

Eğitimde yapay zeka kullanımı, üretken öğrenme etkinlikleri tasarlamak ve daha iyi teknoloji destekli öğrenme uygulamaları veya ortamları geliştirmek için yeni fırsatlar yaratmıştır. Bununla birlikte, hem bilgisayar hem de eğitim alanında çalışan çoğu araştırmacı ve uygulayıcı için ilgili aktiviteleri ya da programları uygulamak hala bir zorluk teşkil etmektedir (Kay, 2012). Akıllı özel ders sistemleri ve uyarlanabilir öğrenme sistemleri geliştirmenin zorlukları sadece bilgisayar programlama becerileri değil, aynı zamanda eğitim uzmanlarının zekasını simüle etme teknikleridir. Bireysel öğrencilerin sorunlarını çözmeye ve daha iyi öğrenmelerine yardımcı olmak için en iyi mevcut kanıtlara dayalı olarak yargılarda bulunma ve kararlar alma konusunda insan öğretmenlerin bilgi ve deneyimini içermektedir. Bu zorluklar, yapay zeka eğitiminin son derece teknolojiye bağımlı ve disiplinler arası bir alan olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yapay zekanın eğitimdeki rollerini ve yapay zeka teknolojilerinin işleyişini bilmeden, araştırmacılar yapay zeka eğitimi uygulamalarını ve etkinliklerini etkili bir şekilde uygulamada başarısız olabilirler, ayrıca yapay zeka eğitimi araştırma konularını gündeme getirmekten ve araştırmakta da zorlanabilirler. Örneğin, bir yapay zeka uygulaması, öğrencilerin öğrenme süreçlerini gözlemleyen, öğrenme performanslarını analiz eden ve ihtiyaçlarına göre onlara anında yardım sağlayan bir öğretmen rolü oynayabilir. Öğrencilerin potansiyel ihtiyaçlarına dayanarak, disiplinler arası bir ekip (bilgisayar ve öğrenme bilimcilerinden oluşan), öğrencilerin öğrenmesini, pratik yapmasını ve akranları veya öğretmenleriyle etkileşime girmesini sağlayan, aynı zamanda bireylere durumlarına veya ihtiyaçlarına göre ipuçları, rehberlik ve destek sağlayan akıllı bir özel ders sistemi geliştirebilir. Öte yandan, yapay zeka teknolojilerinin yeteneklerini ve özelliklerini bilen okul öğretmenleri, öğrencilerin öğrenme performanslarını, motivasyonlarını veya katılımlarını teşvik etmek için sınıflarında uygun yapay zeka uygulamalarını benimseyebilirken, eğitim araştırmacıları yapay zeka uygulamalarının etkilerini

inceleyebilirler (Hwang vd., 2020).

2.6. Eğitimde Yapay Zekanın Teknik Yönleri

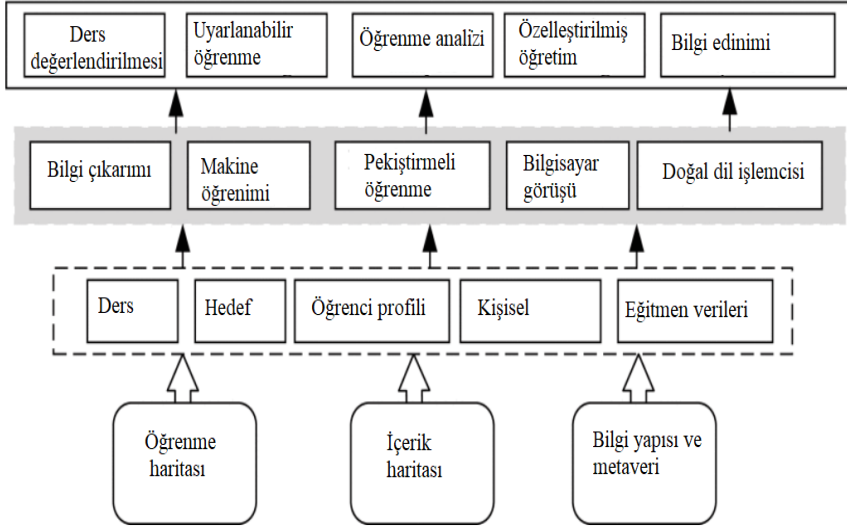
Yapay zeka destekli eğitim; akıllı eğitim, yenilikçi sanal öğrenme ve veri analizi ve tahminini içermektedir. Eğitimde yapay zekanın ana kullanım senaryoları ve bunları destekleyen temel teknolojiler Tablo 1'de verilmiştir (Chen vd., 2020). Öğrenme gereksinimleri arttıkça yapay zeka destekli eğitimin daha önemli bir rol oynadığını unutmamak gereklidir (Rus vd., 2013). Akıllı eğitim sistemleri, hem öğretmenler hem de öğrenciler için zamanında ve kişiselleştirilmiş eğitim ve geri bildirim sağlar. İstatistik modeli ve bilişsel öğrenme teorisi ile yakından ilgili olan çoklu bilgi işlem teknolojileri, özellikle makine öğrenimi ile ilgili teknolojiler (Kahraman vd., 2010) ile öğrenme değerini ve verimliliğini artırmak için tasarlanmıştır (Chen vd., 2020).

Tablo 1. Yapay Zeka Eğitimi Senaryoları için Teknikler (Chen vd., 2020).

Eğitimde Yapay Zeka Senaryoları	Yapay Zeka İle İlgili Teknikler
Öğrencilerin ve okulların değerlendirilmesi	Uyarlanabilir öğrenme yöntemi ve kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımı, akademik analitik
Ödev ve sınavların notlandırılması ve değerlendirilmesi	Görüntü tanıma, bilgisayarla görme, tahmin sistemi
Kişiselleştirilmiş akıllı öğretim	Veri madenciliği veya Bayesin bilgi müdahalesi, akıllı öğretim sistemleri, öğrenme analitiği
Akıllı okul	Yüz tanıma, konuşma tanıma, sanal laboratuvarlar, A/R, V/R, işitme ve algılama
Çevrimiçi ve mobil uzaktan eğitim	Uç bilişim, sanal kişiselleştirilmiş asistanlar, gerçek zamanlı analiz

Çeşitli teknikler, makine öğrenimi, veri madenciliği ve bilgi modeline dayalı olarak öğrenme analizi, öneri, bilgi anlayışı ve edinimi için yapay zeka sistemine dahil edilmiştir (Avella vd., 2016). Yapay zeka eğitim sistemi genellikle öğretim içerikleri, veriler ve akıllı algoritmalardan oluşur ve bunlar iki bölüme ayrılabilir, yani sistem modeli (öğrenen modeli, öğretim modeli ve bilgi modeli dahil) ve akıllı teknolojiler (Kim vd., 2018). Şekil 2'de gösterildiği

gibi, veri haritası oluşturmaya yardımcı olan model, toplanan eğitim verileri için yapılar ve ilişkilendirme kuralları oluşturan öğrenmeyi geliştirmek için çok önemlidir (GDAI, 2019). Model, sisteme güç sağlayan teknolojilerle birlikte yapay zeka sisteminde bir çekirdek olarak çalışmaktadır.



Şekil 2. Yapay Zeka Eğitiminin Teknolojik Yapısı

2.7. Eğitimde Yapay Zekanın Kullanım Alanları

2016 yılında AlphaGo'nun dünya Go şampiyonu Lee Sedol'u (Borowiec, 2016) Go oyununda 4:1 gibi yüksek bir skorla yenmesinin ardından, yapay zeka üzerine yapılan araştırmalar tüm dünyada giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Yapay zeka ve eğitim üzerine giderek daha fazla araştırma, temel olarak öğretime yardımcı olmak, akıllı bir kampüs inşa etmek ve akıllı öğrenme, öğretme ve yönetimi gerçekleştirmek için yapay zeka teknolojilerini uygulamaya odaklanmaktadır. Görüntü tanıma teknolojisi, yüz tanıma teknolojisi, uyarlanabilir öğrenme ve diğer yapay zeka teknolojileri eğitim alanına uygulanmakta, eğitim alanında bir dizi değişiklik başlatmakta, öğretmenlerin iş verimliliğini (Kuo, 2020) ve öğrencilerin öğrenme deneyimini (Cui vd., 2019) iyileştirmektedir. Buna ek olarak, yapay zeka teknolojisi ve büyük veri, öğretim

verilerini derinlemesine araştırmak ve analiz etmek için birleştirilir, ayrıca öğretim reformunu teşvik edebilir ve öğretim kalitesini artırabilir (Williamson, 2018). Daha sonra, yapay zekanın uyarlanabilir öğrenme, öğretim değerlendirmesi, sanal sınıf, akıllı kampüs ve akıllı özel ders robotları üzerindeki etkisine ilişkin bilgiler verilmiştir (Huang vd., 2021).

2.7.2. Uyarlanabilir Öğrenme

Yapay zeka, veri madenciliği, akıllı öğretim sistemleri, öğrenme analitiği ve gerçek zamanlı analizin uyarlanabilir öğrenmede uygulandığı uyarlanabilir öğrenmenin geliştirilmesini teşvik etmektedir (Huang vd., 2021). Uyarlanabilir öğrenme, öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırmak için test etme, öğretme, öğrenme ve uygulamanın tüm yönlerini uyarlanabilir öğrenme sistemine dahil etmeye çalışır (Van Der Vorst ve Jelcic, 2019). Uyarlanabilir öğrenme sistemi, öğrenci öğrenme davranışı verilerini toplayabilir (Cui vd., 2019), öğrenci yeteneklerinin analizine dayalı olarak öğrenciler için en uygun öğrenme yolunu planlayabilir ve öğrenme içeriğini çevrimiçi öğretim videoları olarak iterek kapalı döngü öğrenme sürecini tamamlayabilir (Huang vd., 2012). Sınıf çalışmasından sonra karşılaşılan ve çözülemeyen bazı sorunlar vardır, yapay zeka tarafından sağlanan insan-bilgisayar etkileşimi teknolojisi, öğretmenlere öğrencilerin sorularını çevrimiçi olarak yanıtlamada yardımcı olabilir (Goel ve Polepeddi, 2016). Günümüzde, DreamBox Learning (Grams, 2018), BYJU'S (Tripathy ve Devarapalli, 2020) ve IBM Watson Education (Russo-Spena vd., 2019) gibi birçok şirket, uyarlanabilir öğrenme sistemlerine sahip nispeten olgun şirketler ve öğretmenler, sınıf öğretim etkilerini iyileştirmek için sistemleri sınıfta uygulanmaktadır (Huang vd., 2012). Öğretim Değerlendirmesi

Görüntü tanıma, tahmin sistemi ve bilgisayar görüşü gibi yapay zeka teknolojileri, öğretim değerlendirmesi için kolaylık sağlamaktadır. Öğretim sürecinde, öğrencilerin değerlendirilmesi önemli bir kısımdır. Geleneksel öğretimde, öğretmenlerin soru hazırlama, puanlama, performans değerlendirmesi ve sınav kağıdı analizi gibi değerlendirme görevlerini tamamlamaları uzun zaman almaktadır. Yapay zeka, öğretim değerlendirme yöntemlerini daha çeşitli, değerlendirme sürecini daha bilimsel ve

değerlendirme sonuçlarını daha doğru hale getirmektedir (Huang vd., 2021).

Yapay zeka teknolojisi yalnızca sınav soruları üretmekle kalmaz (Rahim vd., 2018), aynı zamanda ödevleri ve sınav kağıtlarını otomatik olarak düzeltebilir (Li vd., 2018). Ödevleri ve sınav kağıtlarını düzeltmek öğretmenler için rutin görevlerdir. Düzeltme süresi uzundur, öğretmenler uzun süre ödevleri ve sınav kağıtlarını düzeltirken yorulmaya eğilimlidir. Bu nedenle, uzun bir süre sonra sınav kağıtlarını düzeltirken bazı hatalar olacaktır. Görüntü tanıma teknolojisi öğretmenlerin ödev düzeltme ve puanlama gibi ağır işlerden kurtulmalarına yardımcı olur (Li vd., 2017) ve hata oranı düşüktür. Yapay zeka teknolojisi sınav kağıdı düzeltmesine uygulanır ve ayrıca boş kağıtları ve şüpheli aynı kağıtları tespit ederek öğretmenlerin çalışma zamanından tasarruf sağlamaktadır (Huang vd., 2021).

2.7.3. Sanal Sınıf

Sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR), işitme ve algılama teknolojilerinin geliştirilmesi, öğretim ortamının reformuna elverişlidir. Sanal sınıflar ve sanal laboratuvarlar oluşturmak için fiziksel alan ve sanal alanın entegrasyonunu gerçekleştirmek için her yerde bulunan bilgi işlem teknolojisini kullanın (Encalada ve Sequera, 2017; Krumm, 2018). Sanal sınıflar, açıklanması zor öğretim sahnelerini simüle etmek için sanal teknolojiyi kullanır ve gerçek hayatta gözlemlenemeyen veya gözlemlenmesi zor olan doğal olaylar veya şeylerdeki değişiklikler için, öğrenciler için bağlamsal bir öğrenme ortamı yaratmak üzere akıllı bir sınıfta sunulabilir (Huang vd., 2021). Öğrenme içeriğinin çok boyutlu sunumu, öğrencilerin görme, işitme, kinestetik ve diğer duyularını harekete geçirerek katılımlarını sağlar, öğrencilerin güçlü bir gerçeklik duygusu hissetmelerini sağlar, soyut kavramları ve teorileri daha sezgisel ve görsel hale getirir, öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini teşvik eder ve öğretim etkilerini iyileştirir. Hibrit sanal sınıf, öğrencilerin kampüse gelmeyi veya derse evden katılmayı seçebilmeleri nedeniyle ders katılımında esneklik açısından oldukça ümit vericidir (Lakhal vd., 2017).

Sanal simülasyon laboratuvarı, multimedya, simülasyon ve sanal gerçeklik teknolojileri yardımıyla 3D modelleme yoluyla gerçek deneysel sahnelerin sanal olarak yeniden üretilmesini, bilgisayarda geleneksel

deneylerin tüm işletim bağlantılarına yardımcı olabilecek, kısmen değiştirebilecek veya hatta değiştirebilecek ilgili yazılım ve donanım işletim ortamlarını oluşturmayı ifade eder (Wang vd., 2018). Yüksek düzeyde simüle edilmiş bir sanal deney ortamı ve deneysel işletim nesneleri oluşturarak ve sanal ve gerçek etkileşim için gelişmiş somatosensoryel etkileşimli ekipman yardımıyla, deneyci çeşitli deneysel projeleri gerçek bir ortamdaymış gibi tamamlayabilir (Xu vd., 2017). Deneysel işlem hatalarından kaynaklanan hasar konusunda endişelenmeye veya deneysel koşullar nedeniyle bazı klasik deneyleri kaçırmaya gerek yoktur. Elde edilen deneysel sonuçlar gerçek ortamda elde edilenlere eşdeğer hatta daha iyidir. Sanal deneyler, deneysel işlemlerin etkileşimine ve deneysel sonuçların simülasyonuna odaklanan sanal bir deney ortamına (platform simülasyonu) dayanmaktadır (Liu vd., 2015). Biyoloji (Dyrberg vd., 2017), fizik (Gunawan vd., 2018), kimya (Herga vd., 2016) ve diğer derslerdeki (Cheong ve Koh, 2018) deneyler sanal laboratuvarda gerçekleştirilebilir. Sanal simülasyon laboratuvarının etkileşimli çalışması, öğrencilerin pratik becerilerini geliştirmeye yardımcı olur. Aynı zamanda, sanal deney ekipmanı kaynak tüketiminden tasarruf sağlar ve deneysel riskleri önler (Orobor ve Orobor 2020; Rocca vd., 2020). Bununla birlikte, Makransky vd., (2019) göre, motive edici özelliklerine rağmen, sanal gerçeklikte bilim öğrenmek, öğrencilerin bilişsel olarak aşırı yüklenmesine ve dikkatlerinin dağılmasına neden olabilir ve bu da daha zayıf öğrenme sonuçlarına yol açabilir.

2.7.4. Akıllı Kampüs

Kampüs, yetenek eğitimi için önemli bir yerdir ve akıllı bir kampüs inşa etmek için yapay zeka teknolojisinin uygulanması, eğitim alanında yeni bir gelişme trendi haline gelmiştir (Dong vd., 2020). Yapay zeka, kampüs yönetimi ve hizmetlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Huang vd., 2021). Akıllı kampüs yapımında yüz tanıma, işitme ve algılama teknolojileri uygulanmaktadır (Zhou, 2020; An ve Xi, 2020). Büyük verilerin toplanması ve analiz edilmesiyle akıllı yönetim yöntemleri oluşturulmaktadır (Villegas- Ch vd., 2019). Yöneticiler ve yapay zeka, eğitim sisteminin işleyişindeki sorunları zamanında keşfedebilen, daha verimli kaynak tahsisi gerçekleştirebilen ve kampüs güvenliğini etkili bir Şekilde arttırabilen insan-makine işbirliğine dayalı bir karar verme modeli

oluşturmaktadır (Liu vd., 2018).

Yurtlar, laboratuvarlar, kütüphaneler ve okul dışı personelin girmesinin engellenmesi gereken diğer yerler için, denetimden geçmemiş şüpheli personelin girmesini etkili bir şekilde önlemek için yüz tanıma teknolojisi aracılığıyla kimlik doğrulama yapılır (Afra ve Alhadj, 2020). Aynı zamanda yüz tanıma, kart değiştirme ve diğer kişilerin sertifikalarının hileli kullanımı olgusunu da önleyerek kampüs güvenliğini sağlayabilir (Zhou, 2020). Yüz tanıma teknolojisi, kütüphanede kitap ödünç almak ve iade etmek (Upala ve Wong, 2019), yüz bilgileri aracılığıyla kimlik doğrulamasını tamamlamak ve kitap ödünç verme ve iade makinesi aracılığıyla kitapların otonom ödünç alınması ve iadesini gerçekleştirmek için de kullanılabilir, bu da kütüphane çalışmalarının verimliliğini artırır ve işçilik maliyetlerinden tasarruf sağlar. Okul duvarına kızılötesi çitler yerleştirilerek dışarıdan izinsiz girenlerin veya duvarın üzerinden okulu terk eden öğrencilerin olup olmadığı izlenebilir. Birisi kızılötesine dokunduğunda, tetiklenen alarm bilgisi ve kamera tarafından çekilen yerde fotoğraflar ilgili kişiye zamanında gönderilerek sorumlu kişiye yerinde inceleme yapması veya polisi zamanında araması hatırlatılacaktır (Muhamad vd., 2017).

2.7.5. Akıllı Eğitici Robotlar

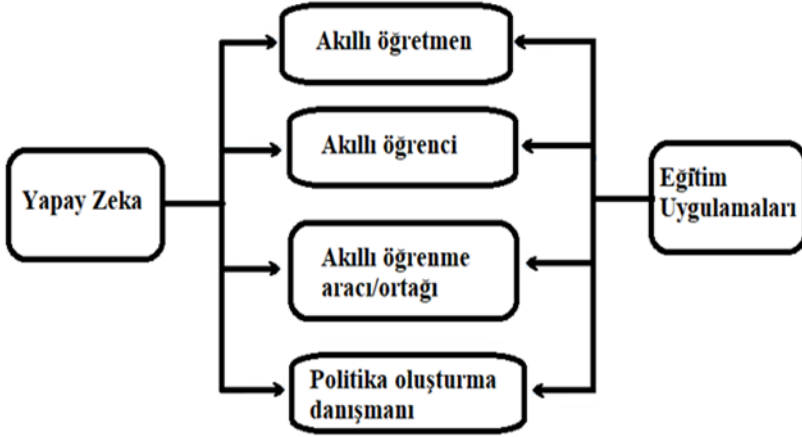
Eğitici robotlar, eğitim, bilgisayar bilimi, otomatik kontrol, malzeme bilimi, psikoloji, optik ve diğer alanları içeren çok disiplinli ve alanlar arası bilimsel araştırmalardır. Robotların gelişim süreci perspektifinden bakıldığında, erken robotik teknolojisinin araştırma ve geliştirmesi esas olarak endüstriyel robotlara dayanıyordu (Grau vd., 2017). Robotik teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte, robotların eğitim değeri de artan bir ilgi görmüştür. En eski eğitim robotu, 1960'larda Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Profesör Papert tarafından kurulan yapay zeka laboratuvarından geldi (Catlin ve Blamires, 2019) ve yavaş yavaş akıllı hale geldi. Eğitim robotları, öğrencilerin analitik yeteneklerini, yaratıcılıklarını ve pratik becerilerini geliştirmeyi amaçlayan eğitim alanı için özel olarak geliştirilmiştir. Öğretim uygulanabilirliği, etkileşim, açıklık ve ölçeklenebilirlik özelliklerine sahiptir (Miller vd., 2008). Eğitmen robotlar, ses tanıma teknolojisi, ifadeleri ve tonları

analiz eden duygu tanıma ve insan eylemlerine benzer güzel ortak teknoloji sunabilen ve insan benzeri dinleme, görme, düşünme ve iletişim yeteneklerine sahip biyonomik teknoloji gibi çeşitli yapay zeka teknolojileriyle donatılmıştır (Yang ve Zhang, 2019).

Farklı akıllı eğitici robotların farklı işlevleri vardır ve bunlar temel olarak 5 işleve ayrılabilir: robot-konu öğretimi, robot destekli öğretim, robot tarafından yönetilen öğretim, robot tarafından temsil edilen rutin ve robot tarafından yönlendirilen öğretim (Hsieh vd., 2020). Spolaôr ve Benitti (2017), yükseköğretimde öğrenme teorisine dayanan eğitsel robotik uygulamaları hakkındaki literatürü gözden geçirmiştir. Robot kullanımının konuların öğrenilmesine ve beceri gelişimine fayda sağlayabileceğine dair çalışmaları araştırmışlardır. Çalışmaların çoğu bilgisayar bilimleri eğitimini desteklemek için robot kullanmıştır. Özel ders veren robotlar, robotların ilk olarak öğrencilerin ilgi duyduğu sorunları çözdüğu geleneksel pasif öğrenme yöntemlerinden farklıdır (Belpaeme vd., 2018). Robotların öğretim modu, öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini iyi bir şekilde teşvik edebilir. Örneğin, SoftBank'ın biber robotu (Eguchi ve Okada, 2018) ilkokul, ortaokul ve üniversitenin farklı aşamalarındaki öğrencilere öğretim hizmetleri sağlayabilir, bu da öğrencilerin yapay zekayı oynayarak öğrenmeye olan ilgilerini arttırmaktır. Çin'deki Nottingham Ningbo Üniversitesi'nde SoftBank Pepper insansı robotu bir yapay zeka elçisi olarak kampüse tanıtılmış ve çok dilli iletişim, kurslar ve kütüphane bilgi sorgulama hizmetleri sağlamıştır (Robot, 2018). Hertfordshire Üniversitesi Adaptif Sistemler Araştırma Grubu'nun eğitici robotlarının otizmli çocuklara yardımcı olduğu bilinmektedir (Wood vd., 2019). Araştırma sonuçları, otizmli çocukların çok aktif olduklarını ve eğitici robotlarla etkileşime olumlu yanıt verdiklerini göstermektedir. Son yıllarda, yapay zeka teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte, robotların gelişimi giderek akıllı ve insancıl hale gelmiştir. Akıllı ve insanlaştırılmış robot ürünleri, gelecekteki eğitim ve öğretim ortamı için daha uygun olacağı bildirilmiştir (Huang vd., 2021).

2.8. Eğitimde Yapay Zekanın Roller ve Çerçevesi

Eğitim uygulamaları açısından bakıldığında, yapay zekanın eğitimde çeşitli rolleri vardır. Bunlar; akıllı öğretmen, öğrenci, öğrenme aracı/partneri ve politika oluşturma danışmanıdır. yapay zeka eğitimi rollerine ilişkin çerçeve Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Yapay Zeka Eğitimi Rollerine İlişkin Çerçeve (Hwang vd., 2020)

Akıllı Öğretmen: Yapay zeka eğitimi uygulamalarının en büyük kategorisidir. Akıllı öğretmenlik sistemleri, uyarlanabilir/kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri veya öneri sistemleri bu kategoriye aittir (Hwang vd., 2020). Birkaç meta-analitik çalışma, öğrenme sonuçlarını desteklemede akıllı öğretmenlik sistemlerinin etkililiğini göstermiştir (Ma vd., 2014; Steenbergen-Hu ve Cooper, 2014; VanLehn, 2011). Akıllı öğretmenlik sistemlerine örnek olarak, matematik ve fen bilimlerinde öğretmenliği desteklemek için geliştirilen Bilişsel Öğretmenler (Anderson vd., 1995) ve fizik, bilgisayar okuryazarlığı ve eleştirel düşünme öğrenimini destekleyen diyalog tabanlı bir öğretmen olan AutoTutor (Graesser vd., 2004) verilebilir. Daha yakın tarihli bir örnek ise, akıllı öğretimin özelliklerini değerlendirmeye birleştirerek öğrencilere ödevler üzerinde çalışırken gerçek zamanlı geri bildirim sağlayan ve öğretmenlere her ödev için veri odaklı raporlar sunan ASSISTments'tir (Heffernan ve Heffernan, 2014).

Akıllı Öğrenci: Bu kategorideki çalışmalar nadiren görülür çünkü çoğu yapay zeka tabanlı eğitim sistemi genellikle öğrencileri bir öğretmen veya

danışman olarak hizmet vermeye teşvik etmek için fırsatlar sağlamaktan ziyade öğrencilere yardım etmeye odaklanır. Bununla birlikte, öğrencileri başkalarının (yapay zeka öğrencilerinin) karmaşık kavramları anlamalarına yardımcı olma bağlamlarına dahil etmek, üst düzey düşünme yeteneklerini ve bilgi seviyelerini geliştirmek için mükemmel bir yaklaşım olabilir. Hiçbir çalışma kasıtlı ve açık bir şekilde zeki öğrenciler geliştirmeyi hedeflemese de, birçok yapay zeka modeli ve tekniği insanlarla etkileşimden bilgi ve deneyimi öğrenme yeteneğine sahiptir. Yapay zeka modellerinin ve yöntemlerinin öğrenme yeteneği, gelecekte zeki öğrencilerin gelişimini kolaylaştırabilir(Hwang vd., 2020). Örneğin, akıllı bir öğrenci, doğal dil işleme arayüzü ve yapay sinir ağları olan Microsoft Tay (Wolf vd., 2017) gibi bir sohbet robotu olabilir. Halktan bazı kişiler Tay ile sohbet ederken ırkçılık ve cinsiyetçilik gibi konular hakkında uygunsuz yorumlarda bulundu. Tay bu yorumları taklit etti ve buna göre uygunsuz ifadeler üretti ve bu nedenle Microsoft onu kapatmaya karar verdi. İdeal olarak, etik modülü robotların veya sohbet robotlarının mimarisine yerleştirilebiliyorsa (Arkin, 2008) ve zeki öğrenciler geliştirilebiliyorsa, öğrenciler iyi geliştirilmiş bir sohbet robotu veya robotla etkileşime girebilir ve belirli bir konuyla ilgili eğitim örnekleri sağlayarak ona öğretebilir. Sohbet robotu veya robot daha sonra eğitim sürecinden sonra konuyla ilgili sorulara yanıt verebilir (Hwang vd., 2020).

Akıllı öğrenme aracı/partneri: Yapılandırmacılık ve öğrenci merkezli öğrenme perspektifinden, akıllı bir öğrenme aracı veya ortağının sağlanması önemli bir konudur. Cihaz, öğrencilerin verileri verimli ve etkili yollarla toplamalarına ve analiz etmelerine yardımcı olabilir ve düşük seviyeli görevler (düzenleme ve hesaplama) yerine kritik noktalara veya daha üst düzey düşünmeye (çıkarım ve tahmin) odaklanmalarını sağlar. Bazı araçlar, öğrencilerin derinlemesine düşünmelerine ve verilerin altında yatan değerli çıkarımları bulmalarına yardımcı olmak için verileri akıllı bir şekilde analiz edebilir ve sunabilir (Hwang vd., 2020). Örneğin, kavram haritalama araçları gibi geleneksel Mindtools, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri pasif bir şekilde birbirine bağlayarak bilgiyi organize etmelerine yardımcı olur. Buna karşılık, akıllı bir kavram haritalama aracı, öğrencilere tavsiyelerde bulunabilir veya ipuçları sağlayabilir ve kavram haritalama süreci sırasında geliştirilen kavram haritalarını değerlendirebilir (Hwang vd., 2011). Daha yakın zamanda,

son yapay zekada popöler bir alan olan bilgi grafikleri, yapay zeka modellerine dayalı büyük hacimli bağlantılı verilerden farklı varlıklar arasındaki ilişkileri kurabilir (Wang vd., 2017). Eğitim amaçlı bazı bilgi grafiği projeleri olmuştur (Chen vd., 2018; Chi vd., 2018), bunlar akıllı öğrenme araçları veya ortakları kurmak için umut verici bir araştırma alt alanı olacaktır (Hwang vd., 2020).

Politika oluşturma danışmanı: Yapay zeka teknikleri son yıllarda politika veya yasaların geliştirilmesini bilgilendirmek ve yönlendirmek için kullanılmıştır (Gasser ve Almeida, 2017). Bu nedenle, eğitimde politika oluşturmak için bir politika oluşturma danışmanı geliştirmek mümkün ve uygulanabilir. Yapay zeka teknolojilerinin yardımıyla, politika yapıcılar eğitim ortamlarındaki eğilimleri ve sorunları hem makro hem de mikro perspektiflerden daha kesin bir şekilde anlayabilirler; bu da onların etkili eğitim politikaları oluşturmalarına ve değerlendirmelerine yardımcı olabilir (Macfadyen vd., 2014; Siemens vd., 2013; Tsai vd., 2019).

Yapay zeka, öğrencilerin çalışmalarını gözden geçirme, not verme ve web tabanlı platformlar veya bilgisayar programları kullanarak otomasyon yoluyla ödevler hakkında geri bildirim sağlama gibi idari görevlerin performansında verimliliği artırmıştır (Chen vd., 2020). Yapay zekanın eğitim sektöründe uygulandığı diğer alanlar arasında müfredat ve içerik geliştirme ve sanal gerçeklik, web tabanlı platformlar, robotik, görüntülü konferans, görsel-işitsel dosyalar ve 3 boyutlu teknoloji gibi teknolojilerden yararlanan talimatlar yer almaktadır ve bu da öğrencilerin daha iyi öğrenmesini mümkün kılmıştır. Öğretmenler daha etkili ve verimlidir ve öğrenciler kişiselleştirilmiş ve daha zengin bir öğrenme veya eğitim deneyimine sahiptir (Chen vd., 2020).

Eğitimde yapay zeka uygulamasının, öğrenme materyallerinin artık internet ve dünya çapında ağda yer alması nedeniyle ulusal ve uluslararası sınırların oluşturduğu fiziksel engelleri açma fırsatı sunduğudur. Çevrimiçi öğrenme veya web tabanlı öğrenme platformlarının kullanımı, materyale dünyanın her yerinden erişilebileceği anlamına gelir ve dil çeviri araçları gibi yapay zekanın diğer yönlerinden yararlanmak, öğrencilerin kendi bireysel yetenekleri bağlamında en iyi şekilde öğrenmelerini mümkün kılar. Chassignol vd. (2018), eğitimde yapay zekanın bilgisayarlar ve İnternet ve World Wide Web gibi bilgisayar ile ilgili teknolojiler şeklinde benimsendiğini

gözlemlemiştir. Makro işletim ortamındaki teknolojideki değişikliklerle birlikte, bilgisayarlardan çevrimiçi ve web tabanlı teknolojilere ve akıllı veya yapay zeka sistemlerine geçişin kademeli olarak gerçekleştiğine dair kanıtlar vardır (Chassignol vd., 2018). Pokrivcakova (2019), eğitimde yapay zeka tanımı ve açıklaması, aynı şeyin eğitimde uygulanmasının doğasına ilişkin bir genel bakış ve özet sağlamaktadır. Ayrıca yapay zekanın tasarımı ve uygulanmasının sistem tasarımcıları, veri bilimcileri, ürün tasarımcıları, istatistikçiler, dilbilimciler, bilişsel bilimciler, psikologlar, eğitim uzmanları ve diğer birçok profesyoneli bir araya getirdiğini öne sürmüştür (Pokrivčáková, 2019). Dolayısıyla, eğitimde yapay zekanın yalnızca normal bilgisayarlar ve bilgisayarla ilgili işlevlerden daha fazlasını gerçekleştirmek üzere tasarlandığı çıkarımı yapılmaktadır. Gerçekten de Sharma vd., (2019), yapay zekanın bütünüyle, eğitimdeki farklı teknolojik uygulamalara, web tabanlı, çevrimiçi, uzaktan ve bilgisayar destekli eğitim kurslarına ve öğrenmeye ilişkin geleneksel anlayışın yerini aldığını öne sürmüştür. Chassignol vd. (2018) içerik geliştirme, öğretim yöntemleri, öğrenci değerlendirmesi ve öğretmen ile öğrenci arasındaki iletişim dahil olmak üzere farklı alanlarda yapay zekanın kapsamlı uygulamasını vurgulamıştır. Araştırmada yapay zeka, müfredat geliştirme ve içerik kişiselleştirme, öğretim ve pedagojik yöntemler, değerlendirme ve öğretmenler ile öğrenciler arasındaki iletişim değişimlerinde kapsamlı bir şekilde uygulanmıştır. Chassignol vd. (2018) performansı yönetmek ve öğretmenler ile öğrenciler arasında geri bildirim ve değişim sağlamak için kullanılan etkileşimli öğrenme ortamları gibi yapay zekanın farklı platformlarına ve uygulamalarına örnekler sunmaktadır; Benzer gözlem ve argümanlar yapan Sharma vd. (2019), eğitimde yapay zekanın uyarlanabilir öğrenme sistemleri, akıllı ders verme sistemleri ve idari süreçlerin, talimatların ve öğrenmenin kalitesini artıran diğer sistemler biçimini aldığını gözlemlemiştir (Sharma vd., 2019). Buna uygun olarak, Pokrivcakova (2019), eğitimde yapay zekanın uyarlanabilir yeteneklere sahip akıllı sistemler biçimini aldığını gözlemlemiştir. Sistemlerin bu ilkeleri ve özellikleri, eğitimde yapay zekanın öğretmenler tarafından geleneksel veya konvansiyonel olarak gerçekleştirilen çok çeşitli görevleri yerine getirmesini sağlarken, aynı zamanda öğrencilere koçluk yaparak ve öğrenmeyi öğrencilerin beklentilerine ve ihtiyaçlarına göre özelleştirerek öğrencilerin öğrenme deneyimlerini iyileştirir (Pokrivčáková, 2019). Mikropoulos ve Natsis (2011), makalelerinde

talimatlarda yapay zekanın bir başka yönünü, sanal gerçeklik (VR) ve üç boyutlu (3-B) teknolojiyi de açıklamış ve VR'nin öğrenme süreci, simülasyon ve 3-B teknolojisinin entegrasyonu için muazzam fırsatlar sunduğunu, çünkü simülasyonu mümkün kıldığını ve öğrencilere deneyimsel öğrenme fırsatı sağladığını gözlemlemiştir.

Yapay zekanın eğitimde uygulandığı diğer alanlar veya yollar, genel çevredeki değişikliklerden kaynaklanan öğrenme ve yönetimi içerir. Gerçekten de, Wartman ve Combs (2018)'e göre eğitim, istihdam veya profesyonel dünyadaki değişikliklerle birlikte değişmekte ve bu da yapay zekanın öğretim ve öğrenmeye dahil edilmesini gerektirmektedir. Örneğin, tıp mesleğinde yapay zeka yoğun bir şekilde kullanılmaktadır ve bu da öğrencileri gerçek dünyadaki deneyimlere hazırlamak için tıp eğitiminde teknolojinin kullanımı yoluyla yapay zekaya maruz bırakmayı gerektirmektedir. Wartman ve Combs (2018) tarafından tanımlanan ve sunulan eğilim ve argümanlar, yapay zekanın eğitimde diğer uygulamalarını gösteren diğer çalışmalarda ve yayınlarda yankılanmaktadır.

Eğitimde yapay zekanın bir başka eğilimi veya uygulaması, web tabanlı eğitimde yapay zeka biçimindedir. Burada öğrencilerin deneyimlerini iyileştiren yapay zeka ilkelerinin ve teknolojisinin web tabanlı öğrenme platformlarına entegrasyonudur. Akıllı web tabanlı eğitimin önemli bir bileşeni olarak ortaya çıktığını, özellikle de çevrimiçi eğitimin yaygınlaşmasıyla birlikte platformun, yapay zekayı web tabanlı eğitime ve ayrıca mühendislik aracı tabanlı sistemleri ve teknolojilerini modellemek için diğer akıllı yöntemlere, araçlara ve teorilere dahil eden ve bunları kullanan bir pedagojik araç olarak gücünden dolayı daha da önemli hale geldiğini öne sürdüler (Peredo vd., 2011). Çalışmalarının bulgularına göre akıllı web tabanlı eğitimin, öğrencinin bilgi ve becerisi, öğrenme, performans yetenekleri ve uyumlulukları gibi farklı faktörlerin dikkate alınmasını içerir ve bunlar daha sonra öğretim-öğrenme deneyimlerini iyileştiren bir platformun geliştirilmesinde ve kullanımında değerlendirilir. Peredo vd., (2011) çalışmalarında, farklı sosyal araçların, öğretmenlerin ve öğrencilerin incelenmesi ve anlaşılmasının, akıllı web tabanlı eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak, özellikle dünyanın her yerinden erişilebilen web üzerinde, eğitimde sağlam, akıllı, etkileşimli, öğrenme ve

uyarlanabilir yapay zeka sistemlerinin geliştirilmesini ve kullanımını sağladığı sonucuna varmışlardır. Açıkça, yapay zekanın eğitimde uygulanmasının doğasının değerlendirilmesinden ve UNESCO (2019) raporunda sayıldığı gibi, yapay zeka, öğrenmeye yönelik engelleri ortadan kaldırarak, akademik kurumlarda yönetim ve idari işlevleri otomatikleştirerek ve talimatları ve öğrenmeyi optimize ederek ve eğitimde deneysel veya kanıta dayalı kararları ve girişimleri teşvik ederek öğrenmeye erişimi potansiyel olarak geliştirecektir. Sanal bir platform olarak, öğretmenler ve öğrenciler için daha iyi bir profesyonel ortam yaratabilir. Bir değerlendirme aracı olarak yapay zeka, kağıtları ve sınavları notlandırmak ve öğretmenin zamanından tasarruf etmek için kullanılabilir. Dahası, öğrencilerin farklı içerik yollarında gezinmesine ve öğrenmeyi güçlü ve zayıf yönlerine göre kişiselleştirmesine yardımcı olur. Tablo 2’de yapay zekanın farklı işlevlerinin yönetim, öğretim ve öğrenme eğitim senaryolarında nasıl çalışabileceği gösterilmektedir (Chen vd., 2020).

Tablo 2. Yapay zekanın eğitim senaryolarına sağladığı işlevler (Chen vd., 2020)

Yönetim	<ul style="list-style-type: none"> • Sınavlara not vermek ve geri bildirim sağlamak gibi öğretmenlerin zamanının çoğunu alan idari görevleri daha hızlı gerçekleştirmek • Öğrencilerinin her birinin öğrenme stillerini ve tercihlerini belirleyerek kişiselleştirilmiş öğrenme planı oluşturmalarına yardımcı olmak • Veri odaklı çalışmalarda öğretmenlere yardımcı olmak • Öğrenci ile zamanında ve doğrudan çalışmak ve geri bildirim vermek
Öğretim	<ul style="list-style-type: none"> • Bir öğrencinin proje ve uygulamalarda beklentileri ne kadar karşıladığını ve okulu bırakma olasılığını tahmin etmek • Özelleştirilmiş içerik önermek için ders programını ve ders materyalini analiz etmek • Öğretimin sınıfın ötesine ve üst düzey eğitime geçmesine izin vererek işbirliğini desteklemek • Her öğrenci için kişisel verilerine dayalı özel öğretim yöntemi uygulamak

	<ul style="list-style-type: none">• Öğretmenlerin öğrenciler için kişiselleştirilmiş öğrenme planları oluşturmalarına yardımcı olmak
Öğrenme	<ul style="list-style-type: none">• Öğrencinin öğrenme eksikliklerini ortaya çıkarmak ve bunları eğitimin erken dönemlerinde ele almak• Öğrenciler için üniversite ders seçimini özelleştirmek• Çalışma verilerini toplayarak her öğrencinin kariyerini tahmin etmek• Öğrenme durumunu tespit etme ve öğrencilere akıllı uyarlanabilir müdahale uygulama

2.8.1. Öğrenmede Yapay Zeka

Yapay zekanın öğrenci öğrenimine uygulanması dört ana role ayrılabilir (Chiu vd., 2023):

- Bireysel yeterliliğe dayalı görev atama,
- İnsan-makine görüşmeleri sağlama,
- Geri bildirim için öğrenci çalışmalarını analiz etme
- Dijital ortamlara uyum sağlama ve etkileşimi artırma.

Bireysel yeterliliğe dayalı görev atama: Yapay zeka tabanlı ortamlar, öğrenci öğrenimi için görevleri kişiselleştirmek amacıyla kullanılmıştır. Hiranker ve Kittisunthonphisarn (2020), uyarlanabilir görevler atamak için öğrenci öğrenme ilerlemesini izlemek üzere artırılmış, sanal ve karma gerçeklik teknolojileriyle yapay zeka entegre bir yönetim sistemi oluşturmuştur. Kong vd. (2021) tıp öğrencisi eğitimi için sanal bir hasta geliştirmiştir. Munawar vd. (2018), laboratuvar görevlerini uygun bir düzeyde atayarak öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere akıllı bir sanal laboratuvar oluşturmuş ve geliştirmiştir. Yang ve Shulruf (2019), tıp öğrencilerine gerçek zamanlı geri bildirim ve uyarlanabilir görevler sağlamak için yapay zeka destekli bir görünüm kullanmıştır. Ancak bu çalışmalar, görevleri bireysel yeterliliğe uydurmanın en büyük zorluklarından biri olarak destekleyici öğrenme

kaynaklarının eksikliğini vurgulamaktadır. Akıllı sistemler tarafından sağlanan öğrenci öğrenme görevleri önceden geliştirildiği ve dinamik olarak üretilmediği için, görevler her zaman bireysel ihtiyaçları karşılamak için yeterli olmamıştır (Hiranker ve Kittisunthonphisarn, 2020; Munawar vd., 2018; Yang ve Shulruf, 2019). Bu araştırmaların sonuçları, yapay zeka teknolojilerinin sunduğu kişiselleştirilmiş öğrenmenin teknoloji ve uygulamada deneysel aşamada olduğunu ve uygun öğrenme kaynaklarının eksikliğinin en büyük zorluğu oluşturduğunu göstermektedir (Chiu vd., 2023).

•İnsan-makine konuşmaları sağlamak: Çalışmaların çoğu, öğrencilerin öğrenmeleri hakkında makinelerle konuşmalarına olanak tanıyan yapay zeka sohbet robotları ve etkileşimli kitaplar uygulanmıştır (Chiu vd., 2023). Yapay zeka teknikleri, insan uzmanların bilgi ve deneyimlerini içeren yapıları kullanarak insan düşünce süreçlerini taklit eder. Bu tekniklerle oluşturulan yapay zeka sohbet robotları ve kitaplar, öğrencilerin devam eden diyalog yoluyla iletişim becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak için dil öğrenimine uygulanmıştır (Chew ve Chua, 2020; Kim vd., 2021; Koc-Januchta vd., 2020; Palasundram vd., 2019; Vazquez-Cano vd., 2021). Öğrenciler, soru-cevap yaklaşımını kullanarak yapay zeka ajanlarıyla etkileşime girerler. Öğrencilerin çoğu, bunun basit sorulara cevap almanın yararlı ve eğlenceli bir yöntemi olduğunu bildirmişlerdir. Öğrenmeyi teşvik etmek ve öğrencileri meşgul etmek için sohbet robotlarının ne zaman ve nasıl kullanılacağı belirsizliğini korumaktadır (Chew ve Chua, 2020; Palasundram vd., 2019).

•Geri bildirim için öğrenci çalışmalarını analiz etme: Yapay zekanın bir diğer yaygın kullanımı, öğrencilerin çalışmalarını ve öğrenme süreçlerini analiz ederek onlara zamanında rehberlik ve geri bildirim vermektir (Fu vd., 2020; Porter ve Grippa, 2020). Bonneton-Botte vd. (2020), anaokulu öğrencilerinin el yazısını tanımak ve edinmek ve ardından onun zamansal-mekânsal özelliklerini (parçaların şekli, sırası ve yönü) analiz etmek için bir yapay zeka uygulaması kullanmışlardır. Uygulama, her yazma seansının sonunda öğrencilere geri bildirim vermiştir. Vahabzadeh vd. (2018), otistik öğrencilerin sosyal olarak farkında duygularını ve davranışlarını izleyerek dikkatlerini iyileştirmek için yapay zeka özellikli akıllı gözlükler kullanmışlardır. Ancak çoğu durumda, bu sistemler tarafından verilen geri bildirim önceden

hazırlanmış ve her öğrencinin ihtiyaçlarını karşılamamıştır. Öğretmenler ve öğrenciler, geri bildirim mekanik tekrarı yerine anlamlı tavsiyeler sağlayan daha kullanıcı dostu ve etkili bir sistemi tercih etmişlerdir (Holstein vd., 2019).

•Dijital ortamlara uyum sağlama ve etkileşimi artırma: Yapay zeka teknolojileri, ğrenci öğrenme verilerini yakalamak ve daha uyarlanabilir dijital ortamlar için etkileşimleri kolaylaştırmak amacıyla uygulanmıştır (Chiu vd., 2023). Samarakou vd. (2015), mühendislik öğrencileri için gelişmiş bir e-öğrenme ortamı geliştirmiştir. Kickmeier-Rust ve Holzinger (2019), uyarlanabilir oyunlarda kullanışlı ve etkili bir kombinatoriyal optimizasyon algoritması (MAXMIN karınca sistemi) tasarlamış ve geliştirmiştir. Westera vd. (2020), öğrencileri profillemek için yüz ifadesi tanıma, otomatik zorluk uyarlaması ve gizlilik değerlendirmesi gibi teknikler kullanmış ve oynamayan karakterler geliştirmek için sözel olmayan beden hareketi ve dudak senkronizasyonu gibi teknikler uygulamıştır. Öğrenci profilleri ve karakterleri, öğrenmenin uyarlanabilirliğini ve etkileşimliliğini artırmıştır. Ancak, yapay zeka destekli dijital ortamların geliştirilmesi ve uygulanmasına odaklanan bu çalışmalar, bunların ğrenci öğrenme deneyimini ve sonuçlarını nasıl etkilediğini ele almamıştır. Genel olarak, bu alandaki araştırmalar keşif aşamasındadır ve en büyük zorluğu uygun bir değerlendirme yaklaşımının olmamasıdır (Chiu vd., 2023).

2.8.2. Öğretimde Yapay Zeka

Yapay zeka açıkça çok güçlü pedagojik araçlar olan sistemlerin oluşturulmasını ve dağıtımını kolaylaştırmıştır. Bu araçlar, ğretim kalitesinin iyileştirilmesini teşvik etmiştir (Chen vd., 2020). Yapay zekanın bir ğretim aracı olarak farklı platformları ve uygulamaları tartışılmakta ve vurgulanmaktadır. Timms (2016), Yapay zekanın bir pedagojik araç veya ğretim platformları olarak çeşitli uygulamalarını tartışmaktadır; öğrencilere kavramları göstermek veya materyalleri pratik olarak göstermek için sanal gerçeklik gibi farklı teknolojilerin kullanılmasını içeren simülasyon tabanlı talimatlar, öğrencilere deneyimsel veya pratik bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Aynı kavram veya sanal gerçeklik öğelerinin eğitimde bir yapay

zeka öğesi olarak uygulanması tartışılmıştır. Mikropoulos ve Natsis (2011), sanal gerçekliğin kullanımını ve ayrıca öğrencilerin gösterilen kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olan bir pedagojik araç olarak 3 boyutlu teknolojiyi ve son derece etkileşimli simülasyonu vurgulamaktadır. Benzer şekilde Wartman ve Combs (2018), tıp öğrencilerine ameliyatlar ve insan anatomisini anlama gibi eğitiminin uygulamalı yönlerini öğreten, sanal gerçelik ve simülasyon biçimindeki yapay zekanın tıp eğitiminde kullanımını vurgulamaktadır.

Yapay zekanın makinelere veya robotlara entegre edilmesini ve güçlü öğretim araçlarının yaratılmasını ve uygulanan pedagojik stratejilerin kalitesinin iyileştirilmesini vurgulamıştır (Chen vd., 2020). Gerçekten de Timms (2016), yapay zekanın eğitimde bir öğretim aracı olarak uygulanmasının bir diğer önemli biçiminin, yapay zekanın eğitim ilkelerine robotlarda entegre edilmesi, robotların öğretmen yardımcıları ve meslektaşlar olarak geliştirilmesi ve kullanılması, öğrencilere okumayı ve kelimeleri telaffuz etmeyi öğretmek gibi temel ve hatta ileri öğretim görevlerini üstlenmek için kullanılabilen robotlar olduğunu vurgulamıştır. Gerçekten de Sharma vd. (2019), yapay zekanın eğitime entegrasyonunun veya kullanımının, daha özel olarak diğer teknolojilerle entegrasyonunun ve öğretim araçları olarak kullanımının, daha iyi öğretim araçlarının geliştirilmesi ve kullanılmasıyla sonuçlandığını gözlemlemiştir. Öte yandan Pokrivcakova (2019), yapay zekanın bilgisayar programlarına entegre edilmesini ve rutin öğrenci sorularını yanıtlamak ve bazı durumlarda öğretim materyallerini yaymak için konuşma ve diyalog yeteneklerine sahip sohbet robotları veya çevrimiçi bilgisayar tabanlı robotların geliştirilmesini ve kullanımını da önermiştir. Yapay zeka, insansı veya diğer robotlara bilişsel ve karar alma yeteneklerinin yanı sıra diyalog ve konuşma yetenekleri kazandırarak, bunların öğretim ve pedagojik araçlar olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Chen vd., 2020).

Eğitimde yapay zekanın uygulanmasının diğer yollarından biri de farklı biçimlerdeki akıllı ders sistemleridir. Rus vd. (2012), sohbet ve diyalog yetenekleriyle donatılmış, sohbet robotları veya ortak robotlar biçiminde animasyonlu konuşma araçlarıyla entegre edilmiş akıllı ders sistemlerinin, öğretimde etkinliğin gerçeleştirilmesini teşvik ettiğini gözlemlemiştir. Yapay

zekanın eğitimde diğer uygulama biçimleri, özellikle öğretmen veya eğitmen işlevlerini yerine getirmek için talimatlarda da vurgulanmaktadır. Yapay zekayı eğitmen yetenekleriyle bütünleştiren web tabanlı eğitim platformları, Kahraman vd. ve Peredo vd. tarafından belirtilmiştir. Kahraman vd. (2010) yapay zekanın web tabanlı eğitime entegrasyonunu, daha özel olarak, AIWBES'in öğretimde kullanımını ve öğretmen benzeri işlevleri dahil etmeyi tartışın, bu da platformu güçlü bir destekleyici pedagojik araç haline getirir. Benzer şekilde, Peredo vd. (2011), öğretmenlerin bu sistemde sosyal ajanlar olarak incelendiği ve sunulduğu IWBE veya akıllı ve uyarlanabilir web tabanlı sistemleri tartışır; sistem daha sonra öğretmenleri görevlerini yerine getirirken anlamaya ve desteklemeye, öğrencilere talimatlar ve yönlendirmeler sağlamaya çalışır ve eğitimde kullanılan teknolojinin, web tabanlı eğitimin, öğrenci deneyimini iyileştirmek için etkili ve sistematik bir yol olmasını sağlamayı amaçlamıştır. Yapay zeka farklı teknolojilere ve yaklaşımlara entegre edilmiş ve tek başına bir öğretim aracı olarak veya eğitmenlerin öğretim görevlerini yerine getirmelerini desteklemek için kullanılmıştır (Chen vd., 2020).

Chiu vd., (2023), öğretimde yapay zekaya tanımlanan üç rol belirtmiştir:

- Uyarlanabilir öğretim stratejileri sağlamak,
- Öğretmenlerin öğretme becerilerini geliştirmek
- Öğretmenlerin mesleki gelişimini desteklemektir.

•Uyarlanabilir öğretim stratejileri sağlamak: Akıllı özel ders sistemleri, öğretim ihtiyaçlarına uygun öğretim içeriği ve görevleri önermeyi amaçlar (Aldeman vd., 2021; Bellod vd., 2021; McCarthy vd., 2016; Weragama ve Reye, 2014). Luo (2018) ve Standen vd. (2020), öğrencilerin duygusal durumlarını belirlemek ve öğretmenlerin içerik, öğretim yöntemleri ve iletişim stratejilerinin optimum sunumunu belirlemelerine yardımcı olmak için çok modlu sensör verileri kullanan yapay zeka sistemlerini benimsemişlerdir. Lamos vd. (2021), öğrenci yanıtlarını ve özelliklerini analiz ederek otistik öğrencilere öğretmek için öğretmenlere etkili iletişim stratejileri önermek üzere bir yapay zeka sınıflandırıcısı kullanmışlardır. Crowe vd. (2017) çalışmasında, öğretmenler öğrenme materyalinin bireysel ve tüm sınıf tarafından

işlenmesinde akademik bir yazma yazılım paketi tarafından sağlanan anında geri bildirimde göre öğretim stratejilerini ayarlamışlardır. Chiu vd. (2023) yaptıkları analizlerde bu alanda iki büyük zorluk ortaya koymuş bunlardan ilki bu akıllı sistemlerin pratik olarak test edilmesinin eksikliğinin olduğu bildirmişlerdir. Ayrıca bazı araştırmacılar, çalışmalarının katılımcı sayısının yetersiz olması ve deneyin süresinin kısa olması nedeniyle sınırlı olduğunu belirtmişlerdir (Aldeman vd., 2021; Standen vd., 2020; Weragama ve Reye, 2014). İkinci olarak, bu sistemlerin etkinliğini değerlendirmek için herhangi bir kriterin olmaması (Weragama ve Reye, 2014), değerlendirmenin nesnellliğini ve ilgili teknolojilerin yararlı gelişimini engellediğini belirtmişlerdir (Chiu vd., 2023).

•Öğretmenlerin öğretme becerilerinin geliştirmek: Bilgisayar destekli öğretim ve yapay zeka teknolojilerinin birleşimi, öğretmenlerin sınıf içi öğretimlerini yönetmelerine yardımcı olmak için uygulanmıştır (Yang vd., 2020; Jaiswal ve Arun, 2021; Nabiye vd., 2013; Wang ve Zheng, 2020; Zhang, 2021a, Zhang, 2021b). Yapay zeka teknolojileri, öğrenme materyalleri ve ödevleri verimli bir şekilde yükleyerek, atayarak ve dağıtarak ve metin tabanlı sorunları dile getirerek farklı konu sınıflarında (örneğin, beden eğitimi ve dil eğitimi) öğretimi desteklemek için kullanılmıştır. Bu uygulamalar öğretmenler için sınıf yönetiminin verimliliğini büyük ölçüde artırmıştır (Gupta ve Bhaskar, 2020; Huang vd., 2021; Jarke ve Macgilchrist, 2021; Rapanta ve Walton, 2016). Ancak çoğu öğretmen, teknolojilerin nasıl çalıştığına dair bir anlayışa sahip olmayıp, görev atama mekanizması ve öğretim stratejisi önerilerinin kavranmaması nedeniyle, kontrollerinin azaldığını ve kara kutuyla çalıştıklarını hissettiklerini bildirmişlerdir. Bunun sonucunda ortaya çıkan öz yeterlilikteki düşüş, öğretmenleri sınıf içi öğretimlerini desteklemek için yapay zeka kullanmaktan kaçındıklarını bildirmişlerdir (Chiu vd., 2023).

•Öğretmenlerin mesleki gelişiminin desteklenmesi: Yapay zeka teknolojileri yalnızca öğretimi desteklemek için değil aynı zamanda öğretmenlerin mesleki gelişimini desteklemek için de uygulanmıştır (Gunawan vd., 2021; Lamos vd., 2021). Bu çalışmalarda öğretmenlere, sınıflarda davranış ve sorgulama becerileri ve öğretmenlerin pedagojik içerik bilgilerinin tanısal testlerine verdikleri yanıtlar gibi gerçek zamanlı verileri analiz eden

yapay zeka temsilcileri tarafından öğretimleri hakkında öneriler ve yorumlar verilmiştir. Öğretim verilerinden öğretim değerlendirme modelleri de oluşturulmuştur (Hu, 2021; Li ve Su, 2020). Yapay zeka değerlendiricilerinin nesnelliği, öğretmenlerin eleştirilerden daha az rahatsız olmaları ve öğretim uygulamaları üzerinde düşünmeye teşvik edilmeleri anlamına gelmektedir (Chiu vd., 2023).

2.8.3. Değerlendirmede Yapay Zeka

Değerlendirmede yapay zekaya iki temel rol verilmiştir (Chiu vd., 2023):

- Otomatik notlandırma sağlama
- Öğrencilerin performansını tahmin etme.

•Otomatik notlandırma sağlama: Deđerlendirmeyi geliştirmek ve otomatikleştirmek için yapay zekanın kullanılmasının daha etkili notlandırma ile sonuşlandığını gösterilmiştir (Áebi ve Karal, 2017; Alghamdi vd., 2020; Fu vd., 2020; Kumar ve Boulanger, 2020; Ma ve Slater; 2015). Dil, yazma, konuşma ve matematik için yapay zeka destekli notlandırma sistemleri, testlerde ve sınavlarda öğretmenlerden daha doğru, hızlı ve güvenli notlandırma sağlamıştır. Sistemler ayrıca çevrimiçi öğrenmede biçimlendirici geri bildirim için anında notlar verebilmiştir. Ancak, otomatik notlandırma çoğu homojen olup dil öğrenimi gibi sadece birkaç disiplin ve alana uygulanmıştır; bu da yapay zekanın bu uygulamasının erken bir geliştirme aşamasında olduğunu göstermektedir (Chiu vd., 2023).

•Öğrencilerin performansını tahmin etme: Yapay zeka teknolojileri, özellikle çevrimiçi eğitimde öğrenci performansını tahmin etmede yardımcı olmuş gibi görünmektedir (Akmese vd., 2021; Costa-Mendes vd., 2021; Yu, 2021). Tartışma forumları gibi öğrenme etkinliklerine katılımlarının kapsamını ve kalitesini değerlendirerek öğrencilerin çevrimiçi derslerdeki performanslarını tahmin etme kapasitesi göstermişlerdir. Bu işlevsellik, öğretmenlerin olmaması nedeniyle uzaktan eğitim ve MOOC'lar için çok önemlidir. Ancak, tahmin için veri seçmek zordur. Costa-Mendes vd. (2021), klasik istatistikler için kullanılan öğrenci verilerinin yapay zeka tahmin

modellerine uymayabileceğini savunmuştur. Örneğin, aile gelir desteği, burs yardımı ve ilçe sosyo-ekonomik durumu hakkındaki mevcut veriler, yapay zeka modelleri için sosyo-ekonomik değişkenleri temsil edememiştir. Başka bir deyişle, öğrenci performansı tahmin modelleri için uygun verileri seçmek, veriler geleneksel eğitim araştırmalarında kullanılanlarla aynı olmadığından zor olmaya devam etmektedir (Chiu vd., 2023).

2.8.4 Eğitim Yönetiminde Yapay Zeka

Yapay zekadan etkilenmesi muhtemel olarak belirlenen eğitimdeki temel alanlardan biri, eğitim sürecinde öğrencilerin ödevleri ve makale incelemeleri, notlandırma ve öğrencilere geri bildirim sağlama gibi farklı idari görevlerin yerine getirilmesidir. Sharma vd. (2019), yapay zeka eğitimde, özellikle uzaktan ve çevrimiçi eğitimde, yapay zeka kurumsal ve idari hizmetlerde verimliliği artırdığını bildirmişlerdir. Gerçekten de, Knewton gibi belirli programlar, platformlardaki etkileşime dayalı olarak öğrencilere geri bildirim için bir platform sağladıkları için eğitmenlerin yükünü hafifletir. Rus ve diğerleri akıllı ders verme sistemlerinin not verme ve öğrencilere çalışmaları hakkında geri bildirim sağlama gibi çok çeşitli işlevleri yerine getirdiğini öne sürmüşlerdir (Rus vd., 2013). Akıllı ders verme sistemleri ile çalışan eğitmenler, çeşitli idari görevlerde ve temel sorumluluklarında, öğrencilerin çalışmalarında başarılı olmalarına yardımcı olmak için rehberlik ve talimatlar sağlamada gelişmiş verimlilik elde ederler. Eğitimde yapay zekanın kullanılması ve kullanılması, öğrenci ödevlerinin notlandırılması gibi idari görevlerin performansında etkinliği ve verimliliği artırmıştır (Mikropoulos ve Natsis, 2011). Gerçekten de, günümüzde çevrimiçi öğrenme ortamının incelenmesi, eğitmenlerin çeşitli idari görevleri yerine getirmesini mümkün kılan Turnitin ve Ecree gibi öğrencilerin ödevlerinde önerici not verme ve intihal kontrolü sağlayan programların olduğunu göstermektedir. Yapay zeka, eğitmenlerin yapay zekanın olmadığı durumlarda gerçekleştirmek için çok zaman harcayacağı farklı idari görevlerin performansında verimliliği artırmıştır (Chen vd., 2020).

Eğitim yönetiminde yapay zekanın üç temel rolü şunlardır (Chiu vd., 2023):

- Yönetim platformlarının performansını iyileştirmek,
- Kullanışlı ve kişiselleştirilmiş hizmetler sağlamak
- Eğitim karar alma süreçlerini kanıtlarla desteklemektir

•Yönetim platformlarının performansının iyileştirilmesi: Yapay zekanın yönetim platformlarının performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (Kadhim ve Hassan, 2020; Khan ve Alotaibi, 2020; Li, 2021; Ruiperez-Valiente vd., 2019; Tang ve Hai, 2021; Villegas-Ch vd., 2021). Bu platformlar, sınavlar ve portal yönetimi için yüz doğrulama işlevi eklenerek daha güvenli, (Khan ve Alotaibi, 2020; Li, 2020; Liu ve Wu, 2019) ve ders planlama ve personel verilerini yönetme gibi görevlere yapay zeka destekli rutinler atanarak yöneticiler için daha etkili hale getirilmiştir (Li, 2020). Bununla birlikte, eğitimde yapay zeka araştırmalarının çoğu öğrenme ve öğretim ile ilgili olduğundan (Khan ve Alotaibi, 2020; Villegas-Ch vd., 2021), bu yönetim rolü yapay zeka için yardımcı bir işlev olarak görülmekte, daha homojen ve etkileşimli mekanizmalardan yoksun olma eğilimindedir (Chiu vd., 2023).

•Kullanışlı ve kişiselleştirilmiş hizmetler sağlama: Yapay zeka teknolojileri, kişiselleştirilmiş akademik ve akademik olmayan öneriler sunmak için kullanılmış ve böylece personelin iş verimliliği ve kalitesi iyileştirilmiştir (Crowe vd., 2017). Etkinlik öneri sistemleri, akademik performanslarının değerlendirilmesine dayanarak bireysel öğrenciler için en uygun etkinlik türlerini önerebilir (Page ve Gehlbach, 2017; Villegas-Ch vd., 2021). Bu, yapay zeka teknolojilerinin bazı idari görevlerde personelin yerini alabileceğini göstermektedir. Ancak bu çalışmaların kullanıcı modellerinin sınırlı doğruluğunda ortak bir eksiklik bulunmaktadır. Akıllı öneriler, sistemlerin kullanıcı modelleri oluşturabileceği öncülüne dayanmaktadır, ancak çalışmalar yaş, cinsiyet ve davranışlar dahil olmak üzere verileri benimsemiştir (Li, 2021; Page ve Gehlbach, 2017; Villegas-Ch vd., 2021). Bu durum, öğrenci performansının tahmin edilmesinde de benzer zorlukların yaşandığını ve mevcut verilerin yapay zeka tahmin modelleri için her zaman uygun olmadığını göstermektedir (Chiu vd., 2023).

• Eğitim karar alma süreçlerini kanıtlarla destekleme: Yapay zeka teknolojileri, eğitim yöneticilerine ve yönetim ekiplerine karar alma süreçlerini destekleyecek kanıtlar sağlamıştır. Büyük verilere erişimle, yapay zeka ajanları öğrencilerin derslerini bırakma olasılığını tahmin edebilir, öğrenci akademik performansını etkileyen faktörleri belirleyebilir ve öğrencilere ders seçiminde yardımcı olabilir (Cukurova vd., 2019; Tsai vd., 2020; Villegas-Ch vd., 2021). Yapay zeka böylece idari karar alma ve akademik danışmanlık için bilgi sağlayabilir (Chiu vd., 2023).

2.9. Yapay Zekanın Avantajları

İnsanlar bugünlerde genellikle dizüstü bilgisayarlarında, mobil akıllı telefonlarında ve diğer cihazlarında dijital bilgi tüketmek için çok zaman harcamaktadır (Bagautdinov vd., 2024). Yapay zeka, derslere katılırken kullanıcının duygusal durumunu yorumlamaya yardımcı olmak için jest tanıma teknolojisini kullanabilir. Yapay zeka, öğrencinin dersi takip edip etmediğini belirlemek ve dersi buna göre ayarlamak için yüz ifadeleri gibi ek tanıma teknolojilerinden de yararlanacaktır. Yapay zeka yeteneklerine sahip makineler müfredatı değiştirebilir. Yapay zeka becerileri, hasta olan ve derse katılmayan öğrencilerin yanı sıra görme veya işitme engelli öğrencilere de yardımcı olabilir. Yapay zeka, inceleme yapma ve düzeltme için harcanan zamanı azaltmak için tavsiye ve çözümler sunma yeteneğini kullanabildiğinde yararlı bir hizmet sunmaktadır. Google Translate gibi araçları programlara entegre ederek çocukların kendi yerel dillerinde veya konfor alanlarında işitmelerine ve okumalarına yardımcı olmak mümkündür. Gerçek zamanlı altyazılar, anlamayı geliştirmek için bir sunum çevirmeni ile birlikte sağlanabilir. Ayrıca, oyunlaştırma ve sanal gerçeklik modelleri, genel olarak eğitimi iyileştirmek için yapay zeka ile birlikte kullanıldığında oldukça faydalı olabilir. Erişilebilir teknolojideki gelişmeler sayesinde, artık öğretim görevlilerinin her birini kişisel olarak puanlaması yerine paragraflar, ifadeler ve benzerleri gibi yazılı yanıtları puanlayabilen yazılımlara sahibiz. Bu, öğrencilerin genel gelişimine harcanabilecek önemli miktarda zaman tasarrufu sağlar. Kabuller için başvuruda bulunmak ve okullara şahsen kayıt yaptırmak geleneksel olsa da, yapay zekadaki gelişmeler, ödevleri teslim etme ve sınavlara hazırlanmanın yanı sıra bu görevleri kişinin kendi evinin rahatlığında yapmasını mümkün

kılmıştır (Bagautdinov vd., 2024).

Yapay zeka da öğrenme ve özel ders sistemlerinin ilerlemesine katkıda bulunmaktadır. Yapay zeka, bizim farklı görevleri tamamlamak için arkadaşlarımızla ekipler oluşturmamızın aksine, eldeki iş için en uygun kişilerle ekipler oluşturabilir. Her grubun faaliyetin özelliklerine uyum sağlamasına izin verdiği için, bu “uyarlanabilir grup oluşumu” olarak bilinir. Öğrencileri zaman içinde çalışmalarını geliştirmeye teşvik eden yapay zeka teknolojisi ve sürekli notlandırma kullanılarak, öğrencinin zaman içinde ne kadar geliştiğini değerlendirmek için bir öğrencinin geçmiş denemeleri daha sonraki gönderimlerle karşılaştırılabilir (Bagautdinov vd., 2024).

Hassas, esnek ve her kullanıcı için özelleştirilmiş eğitim sağlamak için yapay zeka kullanan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Sistemin, öğrencilerin çözüme olumlu katkıda bulunup bulunamayacaklarını belirlemelerine olanak tanıyan görevleri yerine getirmesini sağlayan alan bilgisi modeli, eğitimde yapay zekanın çok önemli bir parçasıdır. Öğrencinin gelişen bilgi ve yetenekleri öğrenci modeli tarafından temsil edilir. Örneğin, arayüz öğrenciler ve sistemler arasında etkileşime izin verirken, pedagoji modeli sistemin talimat verme kapasitesini göstermektedir. Yapay zekanın yenilikçi ve son derece faydalı bir uygulaması da sesli asistan. Google Assistant, Apple'ın Siri'si, Microsoft'un Cortana'sı ve Amazon'un Alexa'sı ile pek çok görevi yerine getirebiliriz. Bu sesli asistanlar, akıllı telefonlar da dahil olmak üzere günlük cihazlarımızın çoğuna önceden yüklenmiştir. Bunları belirli bir konu hakkında soru sormak veya eğitime danışmadan çevrimiçi olarak ilgili içeriği aramak için kullanabiliriz (Bagautdinov vd., 2024).

Yapay zekanın sınıfa entegre edilmesi ve öğrencilerin sesli asistanlar aracılığıyla öğrenmelerine olanak sağlanması gibi daha modern stratejiler, öğrencilere gerçek çalışma materyalleri vermek gibi daha eski eğitim uygulamalarının yerini almaktadır (Akhmetshin vd., 2024). Öğrencilere daha kesin ve doğru bilgi sağlamanın bilinen örneklerinden biri, Arizona Eyalet Üniversitesi'nin bu amaca ulaşacağını umduğu Alexa'dır. Tüketicilerin sesli asistanlardan istedikleri zaman ve istedikleri yerden bilgiye erişebilmeleri, asistanların birincil işlevidir. Ayrıca, el kitabı veya diğer materyallerin potansiyel olarak pahalı basımı için ödeme yapmak zorunda kalmadığınız için

paradan da tasarruf sağlar. El kitapları ve kılavuzlar gibi fiziksel materyallere yalnızca büyümenin ilk aşamalarında ihtiyaç duyulsa bile, sesli asistanların ve diğer çağdaş teknolojilerin kullanılmasının çözümlerini azaltarak çevreye yardımcı olduğu sonucuna varmak mantıklıdır. önümüzdeki yıllarda bu teknolojinin uygulanmasının artacağı tahmin edilmektedir (TeachTarget, 2022).

Yapay zeka, bilim eğitiminde sayısız faydaya sahiptir ve bilim dersleri için öğretim ve öğrenmeyi derinden etkiler (Almasri, 2024). Yapay zeka programları öğrencilerin nasıl öğrendiğini inceleyebilir ve materyali her öğrencinin ihtiyaçlarına, becerilerine ve öğrenme biçimlerine uyacak şekilde değiştirebilir. Bu eğitim materyali oluşturma yöntemi, öğrencilerin daha iyi ve daha hızlı öğrenmelerine yardımcı olur. Öğrencilerin kendi hızlarında ve öğrenmeyi sevdikleri şekilde ilerlemelerini sağlar (Zawacki-Richter vd., 2019). Ayrıca, yapay zeka destekli veri analizi, bilim öğretmenlerinin öğrencilerinin belirli bilim derslerinde ne kadar iyi performans gösterdiğini ve nerede ekstra yardıma ihtiyaç duyabileceklerini anlamalarına yardımcı olabilir. Bir diğer önemli avantaj, sanal laboratuvarlar ve canlandırmalarla keşifsel öğrenmenin iyileştirilmesidir. Yapay zeka destekli araçlar, geleneksel bir sınıf ortamında yürütülmesi mantıksız veya tehlikeli olabilecek karmaşık mantıksal testleri yeniden oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu sanal durumlar, uygulamalı öğrenme deneyimleri sunar ve öğrencilerin farklı senaryoları denemelerine izin vererek bilimsel kavramlara ilişkin anlayışlarını geliştirir (Ibáñez vd., 2018). Yapay zeka cihazları, farklı coğrafyalardaki öğrencileri ve öğretmenleri birbirine bağlayabilir, mantıksal düşünce alışverişini güçlendirebilir ve mantıksal konularda küresel bir bakış açısı geliştirebilir. Bu bağlantı ayrıca farklı veri kümelerinin eğitim modüllerine entegre edilmesine izin vererek öğrencileri gerçek dünyadaki mantıksal zorluklarla ve veri kümeleriyle tanıştırır (Holmes vd., 2023).

2.10. Yapay Zekanın Dezavantajları

Her yeni teknolojide olduğu gibi, eğitimde yapay zekanın da önemli dezavantajları vardır (Bagautdinov vd., 2024). Yapay zekanın kullanımının bir sonucu olarak yükseköğretimde giderek artan sayıda etik sorun ve engel bulunmaktadır. Mevcut korona virüs durumu göz önüne alındığında, çocuklara öğretmek için yapay zeka araçlarını kullanmak onları eğitmek için kullanışlı bir

yol gibi görünebilir, ancak aynı zamanda öğrencilerin teknolojiyle daha az etkileşime girmesine veya hiç etkileşime girmemesine neden olabilir. Öğretmenler, ğrenci danışmanları ve ğretim asistanları, işlerinin eninde sonunda akıllı ğretmen sistemi tarafından değiştirilebileceğinden ve bunun da sınıfta ellerinden gelenin en iyisini yapmalarını engelleyeceğinden endişe edebilirler. Yapay zeka için gereken veri hacmi göz önüne alındığında, veri güvenliği de çok önemlidir (Gapsalamov vd., 2020). Bu tür bir eğitim ancak iyi finanse edilen eğitim kurumları tarafından kurulabilir, sürdürülebilir ve onarılabilir. Dünyanın daha otomatik hale gelmesi ve ideal olmayan sosyal ortamlar yaratması nedeniyle daha az kişisel bağlantı ve samimiyet eksikliği ortaya çıkabilir. Silinen verilerin geri getirilmesinin ne kadar süreceği, olası bir veri ihlaliyle ilgili bir konuşmada gündeme gelebilir (TeachTarget, 2022).

2.11. Yapay Zeka Okuryazarlığı

Yapay zeka okuryazarlığı, öğrencileri evrimiçi, ev ve işyeri ortamlarında etkili değerlendirme, iletişim, işbirliği ve yapay zekanın etik kullanımını için dijital becerilerle donatmak üzere ortaya çıkmıştır (Ng vd., 2024). Yapay zeka okuryazarlığı, geleceğe uyum sağlamak için yirmi birinci yüzyılda önemli bir dijital beceri seti olarak son yıllarda ortaya çıkmıştır (Druga vd., 2019; Lee vd., 2021; Long ve Magerko, 2020). Terim ilk olarak Kandlhofer vd. (2016) tarafından ortaya atılmıştır. Bu yapay zeka odaklı teknolojilerin ardındaki temel bilgi ve kavramları anlamak için kullanılmıştır. Yapay zeka ile etkili bir şekilde değerlendirme yapan, iletişim kuran ve işbirliği yapan önemli bir dijital yeterlilik seti haline gelmiş ve yapay zekayı evrimiçi, evde ve iş yerinde etik bir araç olarak kullanılmıştır (Long ve Magerko, 2020).

Ng vd., (2021a, 2021b), yapay zeka okuryazarlığının yalnızca bilgisayar bilimcileri olmaktan ziyade herkesin ihtiyaç duyduğu önemli bir dijital yeterlilik haline gelmesi nedeniyle yapay zeka okuryazarlığı eğitimine olan ihtiyaçı önermişlerdir. Hesaplamalı düşünme gibi diğer teknolojik yeterliliklerle uyumlu olarak, öğrenciler yalnızca yapay zeka teknolojilerinin son kullanıcıları değildi, aynı zamanda gerçek ortamlarda yapay zekayı kullanarak sorunları nasıl çözeceklerini öğrenmeleri gerekiyordu. Bu nedenle, ğretim ve öğrenme stratejileri, genç öğrencilerin gelecekteki çalışmaları ve

işleri için tutumlarını, bilgilerini ve becerilerini geliştirmek için esastır. Öğrenciler, uygulamalı deneyim yoluyla, sorunları çözmelerine yardımcı olmak için yapay zeka teknolojilerini manipüle etmek için gerekli becerilerle kendilerini donatabilirler. Örneğin, öğrenciler yazılarını kolaylaştırmak için ChatGPT gibi üretken yapay zeka araçlarını kullanabilirler (Ng vd., 2024). Ayrıca, tasarımcılar görüntüleri düzenlerken yapay zeka destekli sanat üreteçlerini kullanarak insanların parametrelerini (yaşlar, cinsiyet), resim ve fotoğraf stillerini ayarlayabilirler (Ng vd., 2022b). Ayrıca, proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin simülasyon araçlarını (Teachable Machine, Code.org AI for Ocean) kullanarak okyanusu temizlemeye yardımcı olmak için çöp ve çöp olmayan arasında kategorize etmek üzere bir makine öğrenimi modeli oluşturmalarını sağlamıştır (Ng vd., 2021a). Başarılı öğretim tasarımı ve pedagojileri, öğrencilerin tutum, bilgi ve beceriler açısından yapay zeka okuryazarlığının gelişimini destekleyebilmektedir (Ng vd., 2024).

Eğitimde yapay zeka, yapay zeka eğitimi ve yapay zeka okuryazarlığı ile ilgili terminoloji evrensel olarak kabul görmemiştir (Ng vd., 2024). Bilim insanları, kullanılacak uygun terimi tartışmaktadır, bazıları “yapay zeka eğitimi”nin daha uygun olduğunu çünkü daha geniş bir eğitim faaliyeti yelpazesini kapsadığını savunurken, diğerleri “yapay zeka okuryazarlığı eğitimi”nin yapay zeka okuryazarlığı becerilerinin geliştirilmesini vurguladığı için daha kesin ve doğru olduğunu savunmaktadır (Eguchi vd., 2021; Mertala vd., 2022). İki terim benzer görünse de farklı anlamları vardır (Ng vd., 2023a). Yapay zeka eğitimi, öğrencilere yapay zeka odaklı uygulamalar geliştirmek için yapay zeka bilgisi ve becerileri öğretmeyi içeren bilgisayar bilimi eğitiminde uzmanlaşmış bir alandır (Kandlhofer vd., 2016). Ancak, artık tüm vatandaşlar için yapay zeka okuryazarlığı becerilerinin önemi kabul edilmektedir. Yapay zeka okuryazarlığını geliştirmek, insanların yapay zekanın nasıl çalıştığını, toplum üzerindeki potansiyel etkilerini ve onunla sorumlu bir şekilde nasıl etkileşime girileceğini anlamaları için giderek daha önemli hale gelmektedir (Long ve Magerko, 2020; Ng ve Chu, 2021). İnsanların algoritmalar, veri yapıları ve programlama gibi ileri düzey bilgileri öğrenmeleri gerekmediğinden, bazı çalışmalar müfredat, öğrenme programları ve pedagojiler aracılığıyla öğrencilere yapay zekayı kullanmak, yapay zeka içeriği geliştirmek ve yapay zeka ortamlarında başkalarıyla iş birliği yapmak için

gerekli bilgi ve becerileri öğretme sürecini tanımlayan "yapay zeka okuryazarlığı eğitimi" terimini kullanma eğilimindedir (Wang ve Cheng, 2021). Öte yandan, "eğitimde yapay zeka" iki terimden farklı bir anlama sahiptir. Eğitim ortamlarında öğretimi ve öğrenmeyi geliştirmek için yapay zeka teknolojisinin kullanımına atıfta bulunulmuştur (Chen vd., 2020; Xie vd., 2021). Bu, öğrenme deneyimlerini kişiselleştirmek, öğrenci performansını değerlendirmek, öğretmenlere geri bildirim sağlamak ve idari görevleri otomatikleştirmek için yapay zeka odaklı araçların ve platformların kullanımını içerebilir. Öğrencilerin temel yapay zeka bilgi ve becerilerini geliştirmenin önemini vurgulamak için, bu incelemede "yapay zeka okuryazarlığı eğitimi" teriminin kullanılması daha uygun bir seçimdir (Ng vd., 2024).

Bazı bilim insanları yapay zeka okuryazarlığını yapay zeka eğitiminin bir alt kümesi olarak değerlendirmektedir (Wang ve Cheng, 2021), diğerleri ise farkları belirtmeden terimleri birbirinin yerine kullanmışlardır (Chiu ve Chai, 2020; Yau vd., 2023). Ayrıca, eğitimde yapay zeka teknolojilerinin kullanımını yapay zeka okuryazarlığı eğitimi için her zaman gerekli değerdir. Bu farklılıkları göstermek için, yapay zeka eğitimi ve yapay zeka okuryazarlığı arasında bir karşılaştırma Şekil 4'de verilmiştir (Wang ve Cheng, 2021).



Şekil 4. Eğitimde yapay zeka, yapay zeka eğitimi ve yapay zeka okuryazarlığı eğitimi arasındaki farklar (Wang ve Cheng, 2021).

Sanusi vd. (2021) K-12 öğrencilerine yapay zeka okuryazarlığını öğretmeye yönelik pedagojik yaklaşımları incelemek için 37 makale belirlemiştir. Lise öğrencilerine, öğrencilerin üst düzey düşünme, aktif öğrenme, işbirliği, birlikte çalışma, yansıtma ve bilgi aktarımı gibi bir dizi fayda sağlayan makine öğrenimini öğretmek için problem tabanlı öğrenme, proje tabanlı öğrenme ve işbirlikçi öğrenme önerilmiştir. Von Wangenheim vd. (2021) makine öğreniminin öğretimini desteklemek için ortaya çıkan görsel araçların eğitimsel özellikleri, dağıtımı ve araçların nasıl geliştirildiği ve değerlendirildiği açısından on yıllık sistematik bir haritalamasını sunmuştur (Scratch, App Inventor, mBlock, Teachable Machine, RapidMiner). Sanusi vd. (2021) K-12 ortamlarında makine öğrenimini öğretmek için kullanımlarını belgelemek üzere 38 çalışmadan dört ana kaynak ve araç kategorisi (konuşma araçları, programlama ortamı, robotik ve bağlanmamış etkinlik) belirlemiştir.

Tedre vd., (2021) mevcut 63 belgeyi, yapay zeka okuryazarlığı derslerinde öğretmenlerin/öğrencilerin karşılaştığı zorlukları ve 13 önemli özelliği (örneğin kurallardan verilere odaklanma kayması, söz dizimi ve anlam

bilim değişikliklerine vurgu, pedagojik giriş noktalarında yaşa uygun kayma, vucut formları ile doğal dil işleme arasındaki etkileşim, disiplinler arası uygulamalar, toplumsal etki) tanımlamak için bilgisayar eğitimi bağlamında konumlandırmıştır. Ayrıca, son yıllarda yapay zeka hakkında konuşurken, oğrenme içerikleri yalnızca kural tabanlı ve basit geleneksel yapay zeka olmayacağı, bunun yerine oğrenciler makine oğrenimi ve doğal dil gibi gelişmiş kavramlar geliştirebilecekler bildirilmiştir (Tedre vd., 2021).

2.11.1. Farklı Eğitim Seviyeleri için Yapay Zeka Okuryazarlığının Faydaları

a) Anaokulu oğrencileri

Günümüzde ocuklara yönelik pek çok gelişmiş ve robotik oyuncak bulunmaktadır. Çocuklar, Siri ve Alexa gibi yapay zekalı asistanlarla eğlenceli deneyimler ve sohbetler yaşayabilmektedirler (Ng vd., 2022). Bilim insanları, 3 veya 4 yaşındaki oğrencilerin bile yapay zekayı basit ve temel bir şekilde keşfetmeye başlayabileceğini ne sürmüşlerdir (Preface, 2021; Su ve Yang, 2022; Su vd., 2022). Çocuklar hızlı ve meraklı oğrenicilerdir. Uygun oğrenme yöntemleri ve araçları kullanılırsa yapay zeka oğrenmek çok eğlenceli ve ödüllendirici bir eğitim deneyimi olabilir (Preface, 2021). Williams (2018) ve Williams vd., (2019a, b), çocukların yapay zeka kavramını PopBots aracılığıyla anlamalarına yardımcı olmak için uygun oğrenme aracını kullanmışlardır. Diğer alışmalar da ocukların PopBots, Zhorai ve Teachable Machine gibi farklı programlama oyuncakları aracılığıyla yapay zeka bilgisini deneyimleyebileceğini belirtmiştir (Williams, 2018; Williams vd. 2019a,b; Lin vd., 2020; Vartiainen vd., 2020). Dahası, bazı çalışmalar yapay zeka oğrenmenin çocukların bilişsel ve sosyal gelişimini artırabileceğini, örneğin sorgulama becerilerini geliştirebileceğini (Kewalramani vd., 2021), oğrencilerin teknoloji hakkında okuma okuryazarlığını geliştirebileceğini (Mah vd., 2021), oğrencilerin uyarlanabilir davranışlarını iyileştirebileceğini (Shin vd., 2012) ve sosyal robotlar aracılığıyla çocuklar arasındaki etkileşimi ve iş birliğini teşvik edebileceğini bulmuşlardır (Prentzas, 2013). Bu nedenle, anaokulu çocuklarının bilişsel gelişim aşamalarının bir tamamlayıcısı olarak yapay zeka okuryazarlığı geliştirmeleri mümkündür (Ng vd., 2022).

b. İlköğretim ve Ortaöğretim

Birçok kişi yapay zeka okuryazarlığını dijital vatandaşlık eğitimi için ulusal stratejinin önemli bir bileşeni olarak görülmektedir (Seldon ve Abido, 2018). Günümüzün dijital dünyasında, yapay zeka araçlarıyla nasıl etkileşim kurulacağını ve iletişim kurulacağını öğrenmek günlük yaşamın hemen hemen her alanında belirgindir. Son tartışmalar ayrıca yapay zeka etiğini öğrenmenin (Borenstein ve Howard, 2021; Hagendorff, 2020) ve küçük çocukları uygun zihin setleriyle donatmanın (Floridi vd., 2018) önemi hakkında tartışmaları da ateşlemiştir. İlköğretim ve ortaöğretim düzeyinde yapay zeka okuryazarlığı eğitiminin uygulanmasının amacı bilgisayar programcılarını eğitmek ve yetiştirmek değildir. Bunun yerine, öğrencilere uygulamalı deneyim sunmayı ve günlük yaşamda sorunları çözmelerini, yapay zeka araçlarıyla etkileşim kurmalarını ve iletişim kurmalarını sağlamayı amaçlamaktadır (Ng vd., 2021a, b). Öğrencilerin sohbet robotları ve akıllı araçlar gibi en son teknolojileri kullanarak yapay zeka bilgisini ve temel dijital becerilerini geliştirir. Öğrencilerin yapay zeka ile etkili bir şekilde nasıl değerlendirme yapacaklarını, iletişim kuracaklarını ve işbirliği yapacaklarını ve yapay zekayı etik bir şekilde çevrimiçi, evde ve gelecekteki iş yerinde bir araç olarak nasıl kullanacaklarını öğrenmeleri gerekmektedir (Long ve Magerko, 2020). Hesaplamalı düşünme gibi diğer teknolojik becerilerle uyumlu olarak, öğrenciler yalnızca yapay zeka teknolojilerinin son kullanıcıları değildi; gerçek ortamlarda yapay zeka kullanarak sorunları nasıl çözeceklerini öğrenmeleri gerekmektedir (Ng vd., 2022).

Başka bir eğilim de ilköğretim ve ortaokulların STEM eğitimine büyük önem vermesidir. Genç öğrenciler, sorunları çözmeye ve çalışma ve öğrenme verimliliğini artırmaya yardımcı olmak için yapay zeka teknolojilerini nasıl kullanacaklarını öğrenmelidir. Örneğin, öğrenciler yazılarını kolaylaştırmak için otomatik çeviri ve dil bilgisi kontrol araçlarını kullanabilirler (Lee, 2020). İnsanların parametrelerini (yaşlar, cinsiyetler) ayarlamak ve sosyal medya akışlarındaki resimleri ve fotoğrafları stilize etmek için yapay zeka araçlarını kullanabilirler (Greenfield, 2021). Bu örnekler, daha güçlü yapay zeka okuryazarlığı becerilerine sahip öğrencilerin, yirmi birinci yüzyılda verimli bir şekilde yaşamak, çalışmak ve öğrenmek için akranlarından daha iyi performans

gösterebileceğini göstermiştir (Ng vd., 2022).

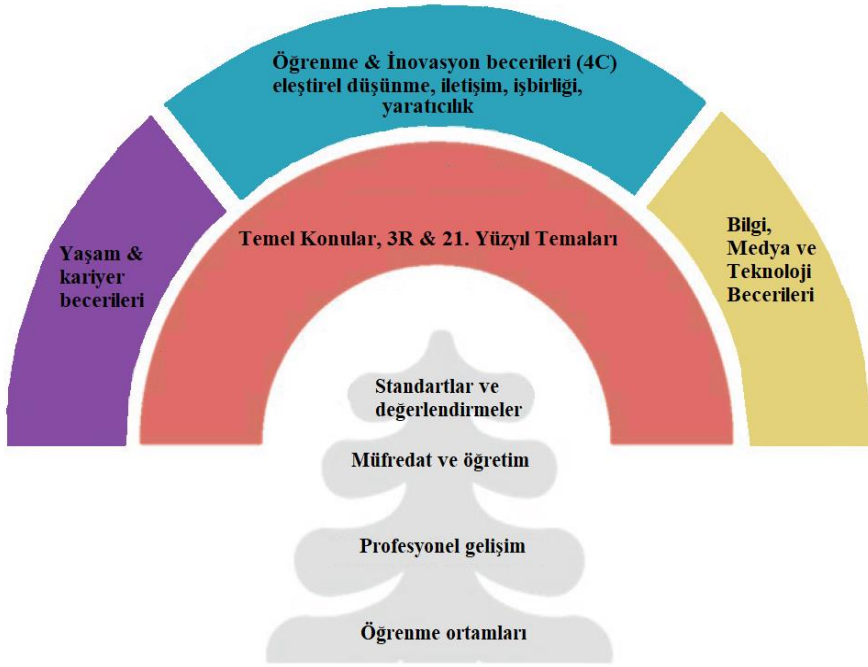
c. Üniversite Öğrencileri

Endüstriler, öğrencileri yapay zekaya maruz bırakmak için çalışanlarının kendi alanlarındaki becerilerini geliştirmeye ve yeniden beceri kazandırmaya başlamışlardır (Ng vd., 2022). Dahası, yapay zeka okuyazarı olan mezunlar, işyerlerinde gerçek sorunları çözmelerine yardımcı olmak için istihdam edilebilirliklerini ve çalışma verimliliğini artırabileceklerdir. Bu nedenle, üniversiteler, temel yapay zeka bilgilerini oluşturmak ve yapay zeka uygulamaları geliştirerek sorunları çözmelerine destek olmak için çeşitli çalışma geçmişlerine sahip öğrencileri yapay zeka okuryazarlığı programlarına dahil etmeye başlamışlardır (Kong vd., 2021). Dersler, tüm öğrenciler için öğrenme fırsatlarını genişletmek amacıyla beceri boşluklarını gidermek için çeşitli yapay zeka okuyazarları için farklı odaklara sahiptirler. Örneğin, çoğu öğrencinin yapay zeka teknolojilerinin ardındaki temel matematiksel ve teknik kavramları öğrenmesine gerek olmadığından bazı dersler matematiksel formüllere ve programlamaya odaklanmayabilirler (Long ve Magerko, 2020). Bazı kurslar, belirli bir sektördeki (örneğin sağlık, iş, hukuk) profesyonellerin, çalışma verimliliğini artırmak, meslektaşlarıyla iş birliği yapmak ve teknolojilerin ardındaki etik kaygıları ve sınırlamaları bilmek için yapay zeka destekli sistemleri ve makineleri nasıl manipüle edeceklerini desteklemeye odaklanmaktadır (Hwang vd., 2022; Xu ve Babaian, 2021). Bu tür kursların amacı, işverenlerin yapay zeka geliştirme sektöründe aktif olarak aradıkları becerilere (örneğin, Python programlama, makine öğrenimi, robotik, veri bilimi) doğrudan hitap etmektir. Bu disiplinlere özgü yapay zeka kursları ve programları, öğrencileri yapay zeka içindeki en çok talep gören konularla tanıştırabilir ve alanlarıyla ilgili yapay zeka uygulamalarını ve bilgilerini destekleyebilir. Bu şekilde, öğrenciler mezuniyetten sonra yakın geleceğin sorunlarını ele almaya dijital olarak hazır hale gelirler. Öğrenciler yalnızca yapay zekanın pratik uygulamalarını geliştirmekle kalmayacak, aynı zamanda istihdam edilebilirliklerini artırmak için yapay zekaya odaklanan güvenilir bir yeterlilik elde edeceklerdir. Yapay zekadaki yeterlilik, günümüz şirketlerinde oldukça değerlidir. Sonuç olarak, bu, çeşitli işletmeler için yapay zeka çözümleri geliştirme, yönetme ve planlamada kariyer beklentilerine yol

açabilmektedir (Ng vd., 2022).

2.11.2. Yapay Zeka Okuryazarlığı ve P21'in 21. Yüzyıl Öğrenimi Çerçevesi

Çalışmaların çoğu öğrencilerin teknolojik bilgi ve becerilerine odaklanmıştır; ancak çok azı yapay zeka okuryazarlığının öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmak için yapay zeka teknolojilerini kullanmalarını destekleyen daha geniş dijital yeterliliklere kadar uzanması gerektiğini belirtmektedir (Ng vd., 2022). 21. yüzyıl becerileri ve yapay zeka dijital yeterlilikleri, dijital dünyamızda dijital okuryazarlığın temel bileşenleri olarak görülen geniş bir bilgi, beceri ve tutum yelpazesine odaklanan kavramlardır (Ng vd., 2022). Bu tür dijital yönler teknik kullanımın ötesine geçmeli ve diğer bağlamsal, kritik ve karmaşık okuryazarlığı tanıyan daha bütünsel bir anlayışa odaklanmalıdır. Başka bir deyişle, “dijital okuryazarlık” terimi “dijital”den oluşsa da; dijital yön genellikle ayrı bir beceri olarak görülmekte ve bu da 21. yüzyıl becerilerinin mutlaka bilgisayar teknolojileri tarafından desteklenmediği anlamına gelmektedir. İşgücü için gerekli olan yaşam ve kariyer becerileri, disiplinler arası beceriler, öğrenme ve yenilik becerileri gibi teknik beceriler yerine, bilgi veya içerikle ilgili becerilere daha fazla odaklanılmalıdır (NRC, 2012; Van Laar vd., 2017). P21'in 21. yüzyıl öğrenim çerçevesi temel alınarak, çerçevenin farklı bileşenlerini eşleştirebilmek için yapay zeka okuryazarlığının kullanılması konusu şekil verilmiştir. P21'in çerçevesi üç tür beceri listeler: öğrenme ve yenilik becerileri (yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği), okuryazarlık becerileri (bilgi, medya ve BİT okuryazarlığı) ve temel derslerde ve yirmi birinci yüzyıl temalarında gerekli olan yaşam becerileridir (esneklik ve uyum sağlama, inisiyatif ve öz yönlendirme, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik ve liderlik ve sorumluluk) (Ng vd., 2022). 21. yüzyıl becerisi olarak yapay zeka okuryazarlığı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Yirmi birinci yüzyıl becerisi olarak yapay zeka okuryazarlığı (Ng vd., 2022).

Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri: 21. yüzyıl becerileri dijital okuryazarlıkları kapsar ve yapay zeka okuryazarlığı dijital okuryazarlık becerilerinden birine aittir (Ng vd., 2022). Yapay zeka öğrenirken çeşitli bilgi ve teknoloji becerileri söz konusudur. Öncelikle, öğrenciler yapay zeka destekli bir ortamda öğrenme görevlerini başarabilirler. Öğrenciler, günlük aktivitelerinde kullanmak üzere yapay zeka destekli cihazların ve uygulamaların özelliklerini öğrenirler. Ayrıca, öneri sistemleri, akıllı araçlar ve gelişmiş yapay zeka algoritmaları gibi çeşitli yapay zeka sistemleri, insanların bilgi arama ve alma işlemlerini kolaylaştırmasına yardımcı olabilir. Öğrenciler ayrıca yapay zeka tarafından üretilen tavsiyelerin ve bilgilerin yararlılığını ve yeterliliğini eleştirel bir şekilde değerlendirebilirler. Dahası, çeşitli sosyal medya platformları, kullanıcıların daha kişiselleştirilmiş ve özelleştirilmiş olmasını sağlayarak daha yüksek etkileşimle sonuçlanan fotoğraf ve canlı videolardaki önemli anları analiz etmek için yapay zekayı kullanır (Vale ve Fernandes, 2018). Yapay zeka ayrıca video oluşturmayı

otomatikleştirmeye ve video içeriklerini ve öğelerini sorunsuz bir şekilde ayarlamaya (renkler, ses parçaları, video) ve mobil cihazları kullanarak düzenleme süreçlerini hızlandırmaya yardımcı olabilir. Yapay zeka araçları, kullanıcı deneyimini geliştirmek için kullanıcılar ve müşterilerle etkileşime geçmeye yardımcı olabilir (Ng vd., 2022).

Öğrenme ve İnovasyon Becerileri: 21. yüzyıl öğreniminin beceri setleri (veya 4C'si) şunları içerir: (1) eleştirel düşünme ve problem çözme, (2) yaratıcılık ve yenilik, (3) iletişim ve (4) iş birliğidir (Ng vd., 2022). İlk olarak, yapay zeka okuryazarları, gerçek sorunları çözmek ve kritik kararlar almak için uygun yapay zeka uygulamalarını kullanabilirler. Çalışmalar, öğrencilerin öğrenme ve inovasyon becerilerini geliştirmek için yapay zeka teknolojilerini kullanmanın etkinliğini göstermiştir. Örneğin, yapay zeka müzik eğitiminde kullanıldığında, öğrencilerin öğrenme deneyimini etkileşimli kompozisyon yoluyla güçlendirir, performanslar, karıştırma ve takdir etme (Zulić, 2019). Huo (2019), ortaokul öğrencilerinin İngilizce sunumlarını geliştirmelerine yardımcı olmak için çevrimiçi bir tanı değerlendirme programı önerdi. Sunum becerilerinin tanısız değerlendirmesi, öğrencilerin iletişimlerini optimize etmek için güçlü ve zayıf yönlerini, sunum içeriğini, stilini ve uzunluğunu incelemelerine yardımcı olabilir. Yapay zekanın daha yüksek düzeyde bir uygulamasında, bazı çalışmalar bu unsurları yapay zekayı ve hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek için önemli müfredat standartları olarak dahil etmeye çalışmıştır (Deng vd., 2021). Demchenko vd., (2021), hukuk eğitiminde öğretmenlerin öğrencilerini yapay zeka dijital yetkinlikleriyle donatmaları gereken bir dijital dönüşüm tespit etmiştir. Hukuk fakültelerinin, ceza adaleti için yapay zeka tabanlı araçlar kullanmak ve algoritmik önyargıyı belirlemek gibi etkili mesleki ve günlük faaliyetlerini geliştirmek için yapay zeka uzmanlığı ile daha güçlü disiplinler arası işbirliği kurmalarına ve yenilik yapmalarına ihtiyaç vardır (Deeks, 2019). İşletme eğitiminde yapay zeka, iş verilerini toplamak, müşteri ilişkilerini yönetmek ve gelecekteki eğilimleri tahmin etmek gibi özgün görevleri tamamlamak için iş dünyasında geniş bir kullanım alanına sahiptir. İşletme eğitimcilerinin bilgilerini güncellemeleri ve öğrencilerin yapay zekayı iş yerlerine entegre etmelerini ve müşterileri için yeni bir kullanıcı deneyimi yaratmalarını sağlamaları gerekmektedir (Williamson ve Eynon, 2020; Uziarko, 2022). Tıp eğitiminde, pandemi sırasında sosyal

mesafeyi teşvik etmek için dijital sağlık uygulamalarına daha fazla talep var. Tıp eğitimcilerinin, enfeksiyon oranı tahmini, bilgisayarlı tomografi görüntü tanıma, hasta değerlendirmesi ve ilaç dağıtımı için robotik ve X-ışını yorumlama gibi yapay zeka odaklı tıbbi uygulamalar aracılığıyla e-hastalarına yardımcı olmak için bilgi ve becerilerini zamanında güncellemeleri gerekmektedir (Ahuja ve Nair, 2021). Bu bilgi ve beceriler, öğretmenlerin ve öğrencilerin karmaşık bilişsel ve karar verme görevlerini uygulamak ve mevcut senaryolara uyum sağlamak için kendi bilgi alanlarında profesyoneller / liderler olmaları için yararlıdır (Ng vd., 2022).

Yaşam ve Kariyer Becerileri: Yapay zeka okuryazarlığı, bir dizi eleştirel, yansıtıcı ve sosyal bakış açısını içermesi gereken teknolojik anlayıştan daha fazlasıdır (Gut, 2011). Bu nedenle, etik farkındalık, esneklik ve uyum sağlama, inisiyatif ve öz yönlendirme, kültürel farkındalık, yaşam boyu öğrenme, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk gibi beceri setleri, öğrencilerin küresel bilgi ekonomimizdeki rekabet gücünü ve kapasitesini artırmak için önemlidir (Ng vd., 2022). İlk olarak, öğrenciler yapay zeka ile ilgili yasal ve etik yönler hakkında farkındalık ve bilgi edinmelidir. Yapay zekanın kişisel ve sosyal olarak sorumlu kullanımının yasal, etik ve kültürel endişelerini öğrenmek için önceki çalışmalarda birkaç temel bileşen (örneğin adalet, sorumluluk, şeffaflık, güven) belirlenmiştir. Öğrenciler, yapay zekanın sosyal, ekonomik ve kültürel bağlamlardaki potansiyel risklerini anlamalı ve etkisini değerlendirmelidir (Hagendorff, 2020). Dahası, yapay zeka okuryazarlığı günümüzün dijital çağı için önemli olduğundan, öğrenciler böyle bir yapay zeka dijital dönüşümüne uyum sağlamalı ve geleceğin iş gücüne hazırlanmalıdır. Diğer bağlamsal yirmi birinci yüzyıl becerileri (örneğin, özyönetim, esneklik, yaşam boyu öğrenme) de öğrencilerin hızla değişen topluma yönelik düşünce ve tutumlarına uyum sağlamaları, bu hedeflere yönelik öğrenme ilerlemesini yönetmeleri ve yapay zeka kullanırken yeni fırsatları keşfetmeleri için hayati öneme sahiptir (Goralski ve Tan, 2020). Başka bir deyişle, öğrenciler yalnızca temel kavramları bilen AI teknolojilerinin son kullanıcıları değildir. Yapay zekayı nasıl kullanacaklarını ve yapay zeka ile çalışarak insanları ve toplumumuzu yaşamak için daha iyi bir yer haline getirmeyi bilen sorumlu vatandaşlar olarak büyüyeceklerdir (Ng vd., 2022).

Öğrencilerin, karmaşık yaşam ve iş ortamlarında gezinmek için olumlu zihniyetler, tutumlar ve diğer yetkinlikler (esneklik, uyarlanabilirlik, öz-yönelim, sosyal beceriler, üretkenlik, sorumluluk) geliştirmeleri gerekir (Van Laar vd., 2017). İlk olarak, çalışmalar yapay zekanın genç istihdamını dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu ve öğrencilerin bu değişime uyum sağlamak için ilgili becerileri geliştirmeleri gerektiğini öne sürmüştür. Singh vd., (2020), yapay zeka profillemesinin yalnızca resmi nitelikler hakkında bilgi toplamadan, becerileri ve yaşam deneyimlerini yakalamaya yönelik daha bütünsel bir yaklaşıma doğru ilerleyeceğini öne sürmüştür. Eğitimcilerin, öğrencilerini gelecekteki iş piyasasına uyacak şekilde geliştirmeleri gerekmektedir. İkinci olarak, öğrencilerin çevrimiçi öğrenmelerini desteklemek için yapay zeka güdümlü sistemler kullanılırken öğrencilerin öz yeterliliklerini ve öz düzenlemelerini geliştirmek önemlidir, çünkü bu sistemler genellikle öğrenmelerini izlemek için fiziksel bir öğretmenden oluşmaz (Guerrero-Roldán vd., 2021). Üçüncü olarak, Cetindamar vd., (2022), yapay zeka ile ilişkili dört işyeri becerisi kümesinin altını çizmiştir: teknolojik beceriler (veri toplama, analitik, etik, güvenlik), işle ilgili beceriler (karar verme, eleştirel düşünme, ekip çalışması), insan-makine etkileşimi (durum değerlendirmeleri, uygunluk analizi, uyarlanabilir uzmanlık) ve öğrenmeyle ilgili beceriler (yaşam boyu öğrenme, kendi kendine öğrenme yeteneği). Diğer çalışmalarda da dördüncü sanayi devriminde problem çözme (Mohammed vd., 2021), duygusal zeka, muhakeme, hizmet odaklılık, müzakere ve bilişsel esneklikler (Webber-Youngman, 2017) ile iletişim ve ekip çalışması becerileri (Seo vd., 2021) gibi yaşam ve kariyer becerilerinin öneminden bahsedilmektedir. Öğretmenler, öğrencilerinin sorunları çözmek, eleştirel düşünmek, ekip arkadaşlarına liderlik etmek ve yansıtıcı uygulamalar yapmak için kendilerini teknolojik okuryazarlıklarla donatan uyarlanabilir düşünürler olmalarını sağlayabilir (Li ve Du, 2017). Bu yaşam ve işyeri becerileriyle öğrenciler, mezun olduktan sonra alanlarına ve şirketlerine katkıda bulunmak için dijital olarak daha hazır hale gelirler (Ng vd., 2022).

Temel konular, 3R ve 21. Yüzyıl Temaları: Öğrencilerin gelecekte başarılı olmaları için, öğrencilerin temel derslere ve yirmi birinci yüzyıl temalarına hakim olmaları gerekir. Aslında, yapay zeka konu bilgisi (dil, sanat, matematik, ekonomi, fen) ve diğer 21. yüzyıl temalarına (yani küresel

farkındalık, çevresel, finansal, medeni ve sağlık okuryazarlığı) dahil edilmiştir (Ng vd., 2022). Eğitimciler, yapay zekanın g¼nl¼k hayatımızı ve end¼strilerimizi nasıl etkilediğini tartışabilirler. Dil eğitiminde Zhang (2018), İngilizce konuşma pratiği yapmak için yapay zeka destekli bir robotla etkileşim kurarak genç õđrencilerin yapay zeka okuryazarlığını geliştirdi. Dahası, õđrenciler hastalık tahmini ve teşhisine yardımcı olmak ve tedavi etkinliğini ve ilaç keşfini kolaylaştırmak için makine õđrenimini kullanmanın potansiyelini õđrenebilirler (Noorbakhsh-Sabet vd., 2019). õđrencilerin diğer disiplinlerden bilgi ifade etmelerini sağlamak ve onlara yapay zeka destekli modelleme, veri analizi ve STEM eğitiminde mangoların kalitesini tahmin etme (Sakulkueakulsuk vd., 2018), trafik y¼netimine yardımcı olmak için dron kullanma (Lundberg vd., 2018) ve matematik eğitiminde yapay zeka ve hesaplamalı d¼ř¼nmeyi uygulama (Tamborg vd., 2022) gibi problem ç¼zme konularında iãg¼r¼ler kazandırmak anlamlıdır.

Ng vd., (2022) õđrencilerin yapay zeka kavramlarını geliştirmek için dijital bir hikaye yazma programı tasarlamıştır ve õđrenciler bu kavramları hikayelerini yazmak için kullanabilmektedir. Kitaplarını yazarken, çeviri araçları ve öneri sistemleri õđrencilerin dilbilgisi hatalarını azaltmalarına ve dijital hikayelerinde dil ve bilgisayar õđretmenlerinin çabalarını iãeren fikirler ve sanat eserleri üretmelerine yardımcı olabilir. Dahası, yapay zekayı kullanma konusunda daha yetenekli olan õđretmenler, sınıflarında yapay zeka g¼d¼ml¼ teknolojileri (öneri sistemleri, akıllı ajanlar) kullanarak õđrencilerin õđrenmelerini güçlendirebilirler. õđrencilerin multidisipliner bilgilerini uygulamalarını sağlayabilir ve eleştirel d¼ř¼nme, yaratıcılık, işbirliği ve iletişim gibi daha yüksek bilişsel seviyelere ulaşmalarına yardımcı olabilirler (Ng vd., 2022). Yüksekõđretimde, yapay zeka okuryazarlığı eğitimi sağlık (Rampton vd., 2020), finans ve işletme (Guerrero-Roldan vd., 2021) ve hukuk eğitimi (Demchenko vd., 2021) gibi farklı konu alanlarında ele alınmaktadır. Yüksekõđretim eğitimcilerinin, õđrencilerini yaşam d¼ng¼leri boyunca yapay zeka uygulamalarını kullanmaları için güçlendirmeleri, yapay zeka teknolojilerini kendi alanlarında kullanma fırsatlarından yararlanmaları ve etik sonuçların ve risklerin farkında olmaları gerekmektedir (Zawacki-Richter vd., 2019). Aynı zamanda, õđretmenlerin, konu alanlarından bağımsız olarak, õđrencilerini yapay zeka teknolojilerini kullanarak eğitmek ve değerlendirmek

için belirli yapay zeka dijital yeterlilikleri geliştirmeleri gerekmektedir. Nihayetinde öğretmenler, öğrencilere gelecekteki iş yerlerinde rol oynayacak farklı yapay zeka güdümlü sistemleri ve makineleri nasıl manipüle edecekleri konusunda rehberlik edebilmelidir (Ng vd., 2022).

Günümüzde yapay zeka, öğrencilerin okuma, yazma ve aritmetik becerilerini (3R) güçlendirebilir. Örneğin, e-kitap sistemleri, öğrencilerin okuma alışkanlıklarına dayalı olarak okuma materyalleri, uygulamalar ve ödevler öneren yapay zeka destekli önerilerden oluşmaktadır (Wu ve Peng, 2017). Dahası, yapay zeka yazma yazılımı, insanların çalışmalarını optimize etmek için makale, roman, blog ve e-posta yazmak için fikir ve içerik üretmelerine yardımcı olur. Doğru ton ve stile sahip ilgi çekici makaleler üretebilir, bunların dilbilgisi açısından doğru olmasını sağlayabilir, metinleri yeniden ifade edebilir, dilbilgisi hatalarını azaltabilir, otomatik olarak alıntılar oluşturabilir ve okunabilirliği artıran biçimlendirmeyi geliştirebilir (Nazari vd., 2021; Lin ve Chang, 2020). Aritmetik hesaplamada, diğer uygulamalar (Wolfram Alpha, Symbolab) öğrencilerin matematiksel formüllerin ve soruların fotoğraflarını çekerek adımlar oluşturmalarını ve bunları otomatik olarak çözmelerini sağlar. Ancak bu uygulamalar, öğrencilerin ödevlerinde ve sınavlarında intihal yapmaları için çok elverişlidir (Wu vd., 2021). Öğretmenler, yapay zeka ile geliştirilmiş bu sunumlara karşı daha hassas olmalı ve bunların öğrencilerin özgün fikirleri olup olmadığını ayırt etmelidir. Öğretmenlerin, öğrenmelerini ve yaşamlarını kolaylaştırmak için bu uygulamaları kullanırken öğrencilere doğru zihniyetleri ve etik kaygıları hatırlatmaları önemlidir (Ng vd., 2022).

Bu dört temel dijital yetkinlik, yükseköğretim politika yapıcılarının üniversitelerinde ve okullarında gerekli eğitim standartlarını ve hedeflerini nasıl değerlendireceklerini ve günümüzün yapay zeka dünyasında öğretmenlerin hazır bulunuluğunu geliştirmek için ilgili mesleki eğitimi nasıl sağlayacaklarını göstermektedir (Ng vd., 2022). Sınıf düzeyinde, çerçeve, öğretim tasarımcılarının öğrencileri için uygun müfredat ve materyaller tasarlamalarına ve olumlu öğrenme ortamları yaratmalarına yardımcı olacak bir kılavuz görevi görmektedir. Ayrıca, bu tür eğitim standartları, uygulayıcıların hükümetler, bölgeler ve pazarlar tarafından belirlenen hedefleri karşılamak için

gerekli öğrenme çıktılarını belirlemelerine yardımcı olmak için eğitim reformu ve dijital geçişin temeli olarak hizmet etmek için önemlidir. Örneğin, piyasadaki iş taleplerinin karşılanmasına, öğrencilerin rekabet gücünün artırılmasına, öğrencilerin gelecek becerilerle donatılmasına ve gelecek neslin sorumlu vatandaşlar olarak yetiştirilmesine yardımcı olur. Bu hedeflere ulaşmak için eğitimcilerin, öğrencileri için anlamlı öğrenme unsurlarını (örneğin, değerlendirmeler, müfredat, öğretim) dahil etmek için teknolojik pedagojik alan bilgilerini (TBAP) geliştirmeleri gerekir (Ng vd., 2022). Öğretmenler bu yeni teknolojilere aşina olmayabileceğinden, öğretmen eğitimine yönelik uygulamalar (öğretmen programı, profesyonel topluluk, kılavuz) eğitimcilerin öğrencilerin öğrenimi için gerekli bilgi ve becerilerle donatılmasını ve öğretme ve öğrenme çıktılarına ulaşmasını desteklemek için önemlidir. Dahası, yükseköğretim kurumları, okullar, devlet, endüstri ve şirketlerden farklı profesyonellerin işbirliği, öğretmenlerin yapay zeka okuryazarlık eğitimini desteklemek için anlamlı materyaller, araçlar ve platformlar geliştirmek üzere bu mesleki gelişim programlarını ve kılavuzlarını birlikte tasarlayabilir (Ng vd., 2022).

Mevcut çerçeveler daha çok öğrencilerin öğrenmesine odaklanmıştır; bunlardan çok azı mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin yapay zeka dijital yetkinliklerinin nasıl geliştirileceğini araştırmaktadır. Bununla birlikte, yapay zekayı sınıflarına dahil etmek için pedagojik, içerik ve teknolojik bilgilerini geliştirmek amacıyla ön saflardaki eğitimcilerin ve karar vericilerin mesleki gelişimini teşvik etmek önemlidir (Ng vd., 2022). Araştırmalar, mesleki gelişimin daha iyi eğitime yol açabileceğini ve böylece öğrencilerin öğrenme çıktılarını iyileştirebileceğini göstermektedir (Kutaka vd., 2017; Gore vd., 2021). Öğretmenler, öğretim materyallerini yapay zekaya bağlama ve öğretimlerine rehberlik eden eğitim standartlarını anlama, değerlendirme ve öğrencilerin yeni teknolojilerle öğrenme deneyimlerini tasarlama konusunda daha yetenekli hale gelirler. Ayrıca, öğretim sorunlarını çözmek için akıllıca kullanabilirler (çevrimiçi öğrenmede sosyal izolasyon ve motivasyon eksikliği). Yapay zeka ile öğretmenler, öğretimlerini uyarlamak için öğrencilerin davranışlarını ve performanslarını analiz edebilir ve bireysel öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak için öğrencilere anında yardım sağlayabilir (Ng vd., 2022).

2.11.3. Öğretmenlerin Yapay Zeka Dijital Yeterlilikleri

Yapay zeka teknolojisi son yıllarda eğitimde popülerlik kazanmıştır. Eğitimcilerin iş yüklerini azaltmak ve öğrenme analizini ve öğretim optimizasyonunu geliştirmek için öğretim dışı görevleri otomatikleştirmelerine yardımcı olarak eğitimi yeniden şekillendirir (Kexin vd., 2020). Ayrıca, öğrencilerin kişiselleştirilmiş öğrenmesini teşvik etmeye (Ahmad vd., 2022) ve öğrencilerin yapay zeka destekli sistemleri kullanarak bilgi edinimini ilerletmeye yardımcı olur (Chen vd., 2020; Hwang vd., 2020). Ancak, bu teknolojiler, öğrenme ve öğretim amaçları için bu yapay zeka odaklı eğitim uygulamalarını manipüle etmek için yeterli bilgi ve beceriye sahip olmayabilecek eğitimciler için yenidir (Ally, 2019; Seo vd., 2021). Yapay zeka destekli öğrenme ortamları tasarlamak, öğrenme analizleri oluşturmak ve yanıtları, ödevleri ve geri bildirimleri otomatikleştirmek için çeşitli yapay zeka destekli sistemlerde kuralları belirlemek için zengin teknolojik deneyime sahip olmayabilirler (Seo vd., 2021), öğrencilerin yapay zeka literatürünü geliştirmekten bahsetmeye bile gerek yok (Yau vd., 2022). Dahası, yapay zeka tabanlı yanlış anlamalar ve yanıltıcılıklar, sınırlamalar ve farklı platformların ardındaki gizli etik sorunlar gibi zorluklar belirlendi (Akgun ve Greenhow, 2021; Sijing ve Lan, 2018).

Öğrencilerin yapay zeka okuryazarlığını geliştirmek için, eğitimcilerin öğrencileri için ilgili talimatları (örneğin, pedagoji, içerik, etkinlikler) tasarlamak için bilgilerini geliştirmeleri ve yeniden beceri kazandırmaları gerekir (Williamson ve Eynon, 2020). Öğretmenler için hangi tür yapay zeka dijital yeterliliklerinin vurgulanması gerektiğini belirlemek için araştırma örnekleri kullanılmıştır (Ng vd., 2022). Yapay zeka okuryazarlığı, K-16 öğrencilerinin yapay zeka teknolojilerini etik ve etkili bir şekilde manipüle etmek için öğrenmeleri gereken diğer teknik olmayan, kritik ve karmaşık okuryazarlıkları tanımlayan daha geniş bir anlayışa doğru ilerlemektedir. Bütünsel bir resme doğru, öğretmenler yapay zeka okuryazarlığını bağımsız bir alan olarak değil, yaşam ve kariyer becerileri, disiplinler arası beceriler, öğrenme ve yenilik becerileri gibi diğer önemli beceri setlerini geliştirmek için bir yol olarak görmelidir. Öğretmenler, P21 çerçevesiyle, daha iyi eğitimi kolaylaştırmak için kendilerini gerekli dijital yeterliliklerle donatmak için bir

kılavuz olarak kullanabilirler (Lindfors vd., 2021).

Öğretmen eğitiminde, günümüzün dijital dünyası için gerekli dijital yeterlilikleri güncellemek amacıyla DigCompEdu (Caena ve Redecker, 2019) ve Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (ISTE) standartları (Crompton, 2017) gibi çeşitli dijital yeterlilik çerçeveleri kullanılmıştır. Bu çerçeveler, eğitimcilere yapay zekanın kendi ders alanlarına ve çalışma seviyelerine nasıl dahil edilmesi gerektiği konusunda bilgi verir. DigCompEdu standartlarına göre, öğretmenlerin dijital yeterlilikleri, mesleki faaliyetlerini kolaylaştıran altı alanda kategorize edilebilir (Misthou ve Paliouras, 2022):

- Profesyonel katılım, iletişim, işbirliği ve mesleki gelişim için yapay zekanın kullanılması
- Kaynak yönetimi, yapay zeka destekli kaynakların temini, oluşturulması ve paylaşılması
- Öğretim ve öğrenme, öğretim/öğrenme için yapay zekanın kullanımının yönetilmesi
- Değerlendirme, otomatik değerlendirme ve analizi geliştirmek için yapay zekanın kullanılması
- Öğrencileri güçlendirme, kapsayıcılığı, kişiselleştirmeyi ve öğrenme katılımını geliştirmek için yapay zekanın kullanılması;
- Öğrencilerin yapay zeka yeterliliğini kolaylaştırarak öğrencilerin kendi akıllı ajanlarını sorumlu bir şekilde oluşturmalarını ve yapay zekayı bilgi paylaşımı, iletişim, içerik oluşturma ve problem çözme için kullanmalarını sağlar.

ISTE standartları yapay zekayı vatandaşların gerekli bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirmek için yeni bir dijital yeterlilik gereksinimi olarak değerlendirir (Riina vd., 2022). Bu çerçeveler, dijital beceri politikasını, müfredat geliştirmeyi ve dijital becerilerin değerlendirilmesini çerçevelemek için dijital yeterliliğin neye ihtiyaç duyduğuna dair Avrupa Birliği genelinde ve ötesinde ortak bir anlayış sunar (Riina vd., 2022).

KAYNAKÇA

- Aebi, A.a., & Karal, H. (2017). An application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for evaluating students' projects. *Educational Research and Reviews*, 12(3), 120–132.
- Abbasi, B. N., Wu, Y., & Luo, Z. (2025). Exploring the impact of artificial intelligence on curriculum development in global higher education institutions. *Education and Information Technologies*, 30(1), 547-581.
- Abu Zaqiyah, K. (2018). Expert systems in artificial intelligence and their employment in education. *Journal of Colleges of Education*, 11(13), 111–116.
- Afra, S., & Alhaji, R. (2020). Early warning system: From face recognition by surveillance cameras to social media analysis to detecting suspicious people. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*.
- Ahmad, S. F., Alam, M. M., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., & Hyder, S. I. (2022). Academic and administrative role of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 14(3), 1101.
- Ahuja, V., & Nair, L. V. (2021). Artificial intelligence and technology in COVID Era: A narrative review. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*, 37(1), 28.
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 1–10.
- Akhmetshin E, Klochko E, Kapustina D, Iagiaeva I, Baksheev A, Gulina I (2024) Impact of modern international trends on the development of the education system. *Relacoes Int no Mundo Atual* 2(44):19–32.
- Akmese, O. F., Kor, H., & Erbay, H. (2021). Use of machine learning techniques for forecast of student achievement higher education. *Inform. Techn. Learn. Tool.*, 82(2), 297–311

- Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132.
- Aldeman, N. L. S., Aita, K., Machado, V. P., da Mata Sousa, L. C. D., Coelho, A. G. B., da Silva, A. S., Mendes, A. P. D., Neres, F. J. D., & do Monte, S. J. H. (2021). Smartpath (k): A platform for teaching glomerulopathies using machine learning. *BMC Medical Education*, 21(1).
- Aldosari, S. A. M. (2020). The future of higher education in the light of artificial intelligence transformations. *International Journal of Higher Education*, 9(3), 145–151
- Al-Farani, L., & Al-Hujaili, S. (2020). Factors affecting the teacher's acceptance of the use of artificial intelligence in education in light of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *The Arab J. of Edu. and Psychological Sciences*, 4(14), 215–252.
- Alghamdi, A. A., Alanezi, M. A., & Khan, Z. F. (2020). Design and implementation of a computer-aided intelligent examination system. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(1), 30–44.
- Alkhatlan, A., & Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. arXiv preprint arXiv:1812.09628.
- Ally, M. (2019). Competency profile of the digital and online teacher in future education. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 20(2).
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977-997.
- An, R., & Xi, T. (2020). Research on the Service Design of Smart Campus

- Based on Sustainable Strategy – Taking Smart Canteen as an Example. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (Vol. 12202 LNCS, pp. 20–30). Springer.
- Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *The Journal of the Learning Sciences*, 4, 167–207.
- Arkin, R. C. (2008). Governing lethal behavior: Embedding ethics in a hybrid deliberative/ reactive robot architecture. In Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on human-robot interaction (pp. 121–128).
- Avella, J. T., Kebritchi, M., Nunn, S. G., & Kanai, T. (2016). Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education. *Online Learning*, 20(2), 13-29.
- Bagautdinov, A., Koroleva, N., Puchinina, O., & Vijaya Kumar, K. (2024, April). Analysis on the Cutting-Edge Approach to Assess Artificial Intelligence’s Educational Consequences in Contemporary Studies. In International Conference on Smart Computing and Informatics (pp. 219-231). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Baker, R. S., McLaren, B. M., Hutt, S., Richey, J. E., Rowe, E., Almeda, M., ... & Andres, J. M. (2021, June). Towards sharing student models across learning systems. In International Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 60–65). Springer.
- Barrat, J. (2023). Our final invention: Artificial intelligence and the end of the human era. Hachette.[https:// www. amazon. com/ Our- Final- Invention- Artificial- Intelligence/ dp/ 03126 22376](https://www.amazon.com/Our-Final-Invention-Artificial-Intelligence/dp/0312622376)
- Bellod, H. C., Ram~A3n, V. B., Fern~A;ndez, E. C., & Luj~A;n, J. F. G. (2021). Analysis of stress and academic-sports commitment through self-organizing artificial neural networks. *Challenges*, 42, 136–144.

- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*.
- Bonneton-Botte, N., Fleury, S., Girard, N., Le Magadou, M., Cherbonnier, A., Renault, M., Anquetil, E., & Jamet, E. (2020). Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in a kindergarten classroom. *Computers & Education*, 151.
- Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1(1), 61–65.
- Borowiec, S. (2016). AlphaGo seals 4-1 victory over Go grandmaster Lee Sedol Technology. *The Guardian*.
- Bughin, J.; Hazan, E.; Ramaswamy, S.; Chui, M.; Allas, T.; Dahlstrom, P.; Trench, M. *Artificial Intelligence: The Next Digital Frontier*; McKinsey Global Institute: Washington, DC,
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st-century challenges: The case for the European digital competence framework for educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356–369.
- Cardona, M. A., Rodríguez, R. J., & Ishmael, K. (2023). Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations.
- Catlin, D., & Blamires, M. (2019). Designing Robots for Special Needs Education. *Technology, Knowledge and Learning*.
- Cetindamar, D., Kitto, K., Wu, M., Zhang, Y., Abedin, B., & Knight, S. (2022). Explicating AI literacy of employees at digital workplaces. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Pro. Computer Sci.*, 136, 16-24.

- Chaudhry, I. S., Sarwary, S. A. M., El Refae, G. A., & Chabchoub, H. (2023). Time to revisit existing student performance evaluation approach in the higher education sector in a new era of ChatGPT — a case study. *Cogent Education*, 10(1), 2210461.
- Chedrawi, C., & Howayeck, P. (2019). Artificial intelligence a disruptive innovation in higher education accreditation programs: Expert systems and AACSB. Lecture Notes in *Information Systems and Organisation*, 30, 115–129.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE*
- Chen, P., Lu, Y., Zheng, V. W., Chen, X., & Yang, B. (2018). KnowEdu: A system to construct a knowledge graph for education. *IEEE Access*, 6, 31553–31563.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artif. Intel.*, 1, 100002.
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47.
- Cheong, K. H., & Koh, J. M. (2018). Integrated virtual laboratory in engineering mathematics education: Fourier theory. *IEEE Access*.
- Chew, E., & Chua, X. N. (2020). Robotic Chinese language tutor: Personalising progress assessment and feedback or taking over your job? *On the Horizon*, 28(3), 113–124.
- Chi, Y., Qin, Y., Song, R., & Xu, H. (2018). Knowledge graph in smart education: A case study of entrepreneurship scientific publication management. *Sustainability*, 10(4), 995.
- Chih-Ming, C., & Ying-You, L. (2020). Developing a computer-mediated

- communication competence forecasting model based on learning behavior features. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100004.
- Chiu, T. K. (2021). A holistic approach to the design of artificial intelligence (AI) education for K-12 schools. *TechTrends*, 65(5), 796–807.
- Chiu, T. K., & Chai, C. S. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568.
- Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.
- Colchester, K., Hagrais, H., Alhazzawi, D., & Aldabbagh, G. (2017). A survey of artificial intelligence techniques employed for adaptive educational systems within E-learning platforms. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 7(1), 47–64.
- Costa-Mendes, R., Oliveira, T., Castelli, M., & Cruz-Jesus, F. (2021). A machine learning approximation of the 2015 Portuguese high school student grades: A hybrid approach. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1527–1547.
- Crompton, H. (2017). ISTE standards for educators: A guide for teachers and other professionals. International Society for Technology in Education.
- Crowe, D., LaPierre, M., & Kebritchi, M. (2017). Knowledge-based artificial augmentation intelligence technology: Next step in academic instructional tools for distance learning. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 61(5), 494–506.
- Cui, W., Xue, Z., & Thai, K. P. (2019). Performance Comparison of an AI-Based Adaptive Learning System in China. Proceedings 2018 Chin. Automation Congress, CAC 2018.

- Cukurova, M., Kent, C., & Luckin, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision-making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3032–3046.
- Deeks, A. (2019). The judicial demand for explainable artificial intelligence. *Columbia Law Review*, 119(7), 1829–1850.
- Demchenko, M. V., Gulieva, M. E., Larina, T. V., & Simaeva, E. P. (2021). Digital transformation of legal education: Problems, risks and prospects. *European Journal of Contemporary Education*, 10(2), 297–307.
- Dong, S., Wang, P., & Abbas, K. (2021). A survey on deep learning and its applications. *Computer Science Review*, 40, 100379.
- Dong, Z., Zhang, Y., Yip, C., Swift, S., & Beswick, K. (2020). Smart campus: definition, framework, technologies, and services. *IET Smart Cities*, 2(1), 43–54.
- Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. In Proceedings of FabLearn 2019 (pp. 104–111).
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education: students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*.
- Eguchi, A., & Okada, H. (2018). Learning with social robots-The World Robot Summit's approach. ISEC 2018 - Proceedings of the 8th IEEE Integrated STEM Edu. Conference.
- Eguchi, A., Okada, H., & Muto, Y. (2021). Contextualizing AI education for K-12 students to enhance their learning of AI literacy through culturally responsive approaches. *KI-Künstliche Intelligenz*, 35(2), 153–161.
- Encalada, W. L., & Castillo Sequera, J. L. (2017). Model to implement virtual computing labs via cloud computing services. *Symmetry*.

- Essa, A. (2016). A possible future for next-generation adaptive learning systems. *Smart Learning Environments*, 3(1). Article 16.
- Essien, A., Chukwukelu, G., & Essien, V. (2020). Opportunities and challenges of adopting artificial intelligence for learning and teaching in higher education. In *Fostering communication and learning with underutilized technologies in higher education*, pp.67–78. IGI Global.
- Estevez, J., Garate, G., & Graña, M. (2019). Gentle introduction to artificial intelligence for high-school students using scratch. *IEEE Access*, 7, 179027-179036.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707.
- Fu, S., Gu, H., & Yang, B. (2020). The affordances of AI-enabled automatic scoring applications on learners' continuous learning intention: An empirical study in China. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1674–1692.
- Gapsalamov AR, Sharipov RR, Vasilev VL, Bochkareva TN (2020) Approaches to information security in educational processes in the context of digitalization. *TEM J* 9(2):708–715.
- Gasser, U., & Almeida, V. A. (2017). A layered model for AI governance. *IEEE Internet Computing*, 21(6), 58–62.
- Global Development of AI-Based Education, Deloitte Res., Deloitte Chin., Deloitte Com, 2019.
- Goel, A. K., & Polepeddi, L. (2016). *Jill Watson: A Virtual Teaching Assistant for Online Education*. Georgia Tech Library.
- Goralski, M. A., & Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable

- development. *The International Journal of Management Education*, 18(1), 100330.
- Gore, J. M., Miller, A., Fray, L., Harris, J., & Prieto, E. (2021). Improving student achievement through professional development: Results from a randomized controlled trial of quality teaching rounds. *Teaching and Teacher Education*, 101, 103297.
- Graesser, A. C., Lu, S., Jackson, G. T., Mitchell, H., Ventura, M., Olney, A., et al. (2004). AutoTutor: A tutor with dialogue in natural language. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(2), 180–192.
- Grams, D. (2018). A Quantitative Study of the Use of “DreamBox Learning” and Its Effectiveness in Improving Math Achievement of Elementary Students with Math Difficulties. ProQuest LLC.
- Grau, A., Indri, M., Lo Bello, L., & Sauter, T. (2017). Industrial robotics in factory automation: From the early stage to the Internet of Things. *Proceedings IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*.
- Greenfield, G. (2021). Artificial life and artificial intelligence advances in the visual arts. *Artificial intelligence and the arts* (pp. 3–26). Springer.
- Guerrero-Roldán, A. E., Rodríguez-González, M. E., Bañeres, D., Elasmri-Ejjaberi, A., & Cortadas, P. (2021). Experiences in the use of an adaptive intelligent system to enhance online learners’ performance: A case study in economics and business courses. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–27.
- Gunawan, G., Nisrina, N., Suranti, N. M. Y., Herayanti, L., & Rahmatiah, R. (2018). Virtual Laboratory to Improve Students’ Conceptual Understanding in Physics Learning. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Gunawan, K. D. H., Liliarsari, L., Kaniawati, I., & Setiawan, W. (2021).

- Implementation of a competency enhancement program for science teachers assisted by artificial intelligence in designing HOTS-based integrated science learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 55–65.
- Gupta, K. P., & Bhaskar, P. (2020). Inhibiting and motivating factors influencing teachers' adoption of AI-based teaching and learning solutions: Prioritization using analytic hierarchy process. *J. of Information Technology Education: Research*, 19, 693–723
- Gut, D. M. (2011). Integrating 21st-century skills into the curriculum. In *Bringing schools into the 21st century* (pp. 137–157). Springer.
- Hagendorff, T. (2020). The ethics of AI ethics: An evaluation of guidelines. *Minds and Machines*, 30(1), 99–120.
- Hart, S. A. (2016). Precision education initiative: Moving toward personalized education. *Mind, Brain, and Education*, 10(4), 209–211.
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. L. (2014). The ASSISTments ecosystem: Building a platform that brings scientists and teachers together for minimally invasive research on human learning and teaching. *Inter. J. of Artificial Intelligence in Education*, 24(4), 470–497.
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., et al. (2020). Machine learning and artificial intelligence: Definitions, applications, and future directions. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(1), 69–76.
- Herga, N. R., Cagran, B., & Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y. W. (2006). A fast-learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation*, 18(7), 1527–1554.

- Hirankerd, K., & Kittisunthonphisarn, N. (2020). E-learning management system based on reality technology with AI. *Inter. J. of Information and Edu.Tech.*, 10(4), 259–264.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial intelligence in education. *Globethics*.
- Holstein, K., McLaren, B. M., & Alevan, V. (2019). Co-designing a real-time classroom orchestration tool to support teacher-AI complementarity. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 27–52.
- Hsieh, Y. Z., Lin, S. S., Luo, Y. C., Jeng, Y. L., Tan, S. W., Chen, C. R., & Chiang, P. Y. (2020). ARCS-assisted teaching robots based on anticipatory computing and emotional Big Data for improving sustainable learning efficiency and motivation. *Sustainability*
- Hu, J. J. (2021). Teaching evaluation system by use of machine learning and artificial intelligence Methods. *Inter. J. of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 87–101.
- Hu, J., Shen, L., & Sun, G. (2018). Squeeze-and-excitation networks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 7132-7141).
- Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(3).
- Huang, J., Shen, G., & Ren, X. P. (2021). Connotation analysis and paradigm shift of teaching design under artificial intelligence technology. *Inter. J. of E.Tech. in Lear.* 16(5), 73–86.
- Huo, Y. (2019). Analysis of intelligent evaluation algorithm based on English diagnostic system. *Cluster Computing*, 22(6), 13821–13826.
- Hwang, G. J. (2014). Definition, framework, and research issues of smart learning environments context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1(1), 4.

- Hwang, G. J., Tu, Y. F., & Tang, K. Y. (2022). AI in online-learning research: Visualizing and interpreting the journal publications from 1997 to 2019. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 23(1), 104–130.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., & Ke, H. R. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers & Education*, 57(4), 2272–2280.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.
- Ignatov, A., Timofte, R., Chou, W., Wang, K., Wu, M., Hartley, T., & Van Gool, L. (2018). Ai benchmark: Running deep neural networks on android smartphones. In *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV) Workshops* (pp. 0-0).
- Jaiswal, A., & Arun, C. J. (2021). The potential of artificial intelligence for the transformation of the education system in India. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 17(1), 142–158.
- Jarke, J., & Macgilchrist, F. (2021). Dashboard stories: How narratives told by predictive analytics reconfigure roles, risk and sociality in education. *Big Data and Society*, 8(1).
- Jin, L. (2019). Investigation on potential application of artificial intelligence in preschool children's education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1288, Article 012072.
- Kadhim, M. K., & Hassan, A. K. (2020). Towards intelligent e-learning systems: A hybrid model for predicting the learning continuity in Iraqi higher education. *Webology*, 17 (2), 172–188.

Kahn, K. M., & Carlsson, M. (1985). A grammar kit in Prolog. Uppsala University. Uppsala Programming Methodology and Artificial Intelligence Laboratory. Retrieved from https://www.softwarepreservation.org/projects/prolog/uppsala/doc/Kahn_Carlsson-UPMAIL-TR-14C.pdf

Kahraman, H. T., Sagioglu, S., & Colak, I. (2010, October). Development of adaptive and intelligent web-based educational systems. In 2010 4th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (pp. 1-5). IEEE.

Kandhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. In 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1–9). IEEE.

Kay, J. (2012). AI and education: Grand challenges. *IEEE Intelligent Systems*, 27(5), 66–69.

Kewalramani, S., Kidman, G., & Palaiologou, I. (2021). Using artificial intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: A case for children's inquiry literacy. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(5), 652–668.

Kexin, L., Yi, Q., Xiaoou, S., & Yan, L. (2020). Future education trend learned from the Covid-19 pandemic: Take artificial intelligence online course as an example. In 2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (108–111). IEEE.

Khan, Z. F., & Alotaibi, S. R. (2020). Design and Implementation of a computerized user authentication system for e-learning. *Inter. J. of Emer. Techn. in Learning*, 15(9), 4–18.

Kickmeier-Rust, M. D., & Holzinger, A. (2019). Interactive ant colony optimization to support adaptation in serious games. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 37–50.

- Kim, H. S., Kim, N. Y., & Cha, Y. (2021). Is it beneficial to use AI chatbots to improve learners' speaking performance? *Journal of ASIA TEFL*, 18(1), 161–178.
- Kim, Y., Soyata, T., & Behnagh, R. F. (2018). Towards emotionally aware AI smart classroom: Current issues and directions for engineering and education. *Ieee Access*, 6, 5308-5331.
- Koc-Januchta, M. M., Schonborn, K. J., Tibell, L. A. E., Chaudhri, V. K., & Heller, H. C. (2020). Engaging with biology by asking questions: Investigating students' interaction and learning with an artificial intelligence-enriched textbook. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6), 1190–1224.
- Kong, J. S. M., Teo, B. S., Lee, Y. J., Pabba, A. B., Lee, E. J. D., & Sng, J. C. G. (2021). Virtual integrated patient: An AI supplementary tool for second-year medical students. *Asia Pacific Scholar*, 6(3), 87–90.
- Kong, S. C., Cheung, W. M. Y., & Zhang, G. (2021). Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100026.
- Krumm, John (Ed). (2018). *Ubiquitous Computing Fundamentals*. (John Krumm, Ed.)Ubiquitous Computing Fundamentals. Chapman and Hall/CRC.
- Kuřak, D., Jurić, V. & Dambić, G. (2018).“Machine learning in education- a survey of current research trends,” in Proc. 29th Int. DAAAM Symp., 2018, pp. 406-410.
- Kumar, V., & Boulanger, D. (2020). Explainable automated essay scoring: Deep learning really has pedagogical value. *Frontiers in Education*, 5.
- Kuo, T. H. (2020). The Current Situation of AI Foreign Language Education and Its Influence on College Japanese Teaching. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial*

- Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (Vol. 12193 LNCS, pp. 315–324). Springer.
- Kutaka, T. S., Smith, W. M., Albano, A. D., Edwards, C. P., Ren, L., Beattie, H. L., Lewis, W. J., Heaton, R. M., & Stroup, W. W. (2017). Connecting teacher professional development and student mathematics achievement: A 4-year study of an elementary mathematics specialist program. *Journal of Teacher Education*, 68(2), 140–154.
- Lakhal, S., Bateman, D., & Bédard, J. (2017). Blended Synchronous Delivery Modes in Graduate Programs: A Literature Review and How it is Implemented in the Master Teacher Program. *Collected Essays on Learning and Teaching*, 10, 47–60.
- Lamos, V., Mintz, J., & Qu, X. (2021). An artificial intelligence approach for selecting effective teacher communication strategies in autism education. *NPJ Sci. of Lear.*, 6(1).
- Larkin, J. H., & Chabay, R. W. (1992). Computer-assisted Instruction and intelligent tutoring systems: Shared Goals and complementary approaches. Technology in education series. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021, March). Developing middle school students' AI literacy. In Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on computer science education (pp. 191–197).
- Lee, S. M. (2020). The impact of using machine translation on EFL students' writing. *Computer Assisted Language Learning*, 33(3), 157–175.
- Li, D., & Du, Y. (2017). Artificial intelligence with uncertainty. CRC Press.
- Li, L., Lin, Y. L., Zheng, N. N., Wang, F. Y., Liu, Y., Cao, D., Wang, K., et al. (2018). Artificial intelligence test: a case study of intelligent vehicles. *Artificial Intelligence Review*.

- Li, M., & Su, Y. (2020). Evaluation of online teaching quality of basic education based on artificial intelligence. *Inter. J. of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 147–161.
- Li, Q. (2021). The use of artificial intelligence combined with cloud computing in the design of education information management platforms. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 32–44.
- Li, Q., Cao, H., & Lu, Y. (2017). Connecting paper to digitization—a homework data processing system with data labeling and visualization. *ACM Intern. Conference Proceed. Series*.
- Lin, M. P. C., & Chang, D. (2020). Enhancing post-secondary writers' writing skills with a chatbot. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 78–92.
- Lindfors, M., Pettersson, F., & Olofsson, A. D. (2021). Conditions for professional digital competence: The teacher educators' view. *Education Inquiry*, 12(4), 390–409.
- Liu, D., Valdiviezo-Díaz, P., Riofrio, G., Sun, Y. M., & Barba, R. (2015). Integration of Virtual Labs into Science Elearning. *Procedia Computer Science*.
- Liu, J., & Wu, X. (2019). Prototype of an educational affective arousal evaluation system based on facial and speech emotion recognition. *Inter. J. Infor. Edu. Techn.*, 9(9), 645–651.
- Liu, M., Ma, J., & Jin, L. (2018). Analysis of Military Academy Smart Campus Based on Big Data. *Proceedings – 2018 10th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IHMSC 2018*.
- Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16).

- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour*, 1(3), 1–3.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Lundberg, J., Arvola, M., Westin, C., Holmlid, S., Nordvall, M., & Josefsson, B. (2018). Cognitive work analysis in the conceptual design of first-of-a-kind systems—designing urban air traffic management. *Behavior & Information Technology*, 37(9), 904–925.
- Luo, D. L. (2018). Guide teaching system based on artificial intelligence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(8), 90–102.
- Ma, H., & Slater, T. (2015). Using the developmental path of cause to bridge the gap between AWE scores and writing teachers' evaluations. *Writing & Pedagogy*, 7(2–3), 395–422.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *J. of Educational Psychology*, 106(4), 901–918.
- Macfadyen, L. P., Dawson, S., Pardo, A., & Gasevic, D. (2014). Embracing big data in complex educational systems: The learning analytics imperative and the policy challenge. *Research & Practice in Assessment*, 9, 17–28.
- Mah, G., Hu, X., & Yang, W. (2021). Digital technology use and early reading abilities among bilingual children in Singapore. *Policy Futures in Education*, 19(2), 242–258.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*.
- McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*,

171(18), 1174–1182.

- McCarthy, T., Rosenblum, L. P., Johnson, B. G., Dittel, J., & Kearns, D. M. (2016). An artificial intelligence tutor: A supplementary tool for teaching and practicing braille. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(5), 309–322.
- Mertala, P., Fagerlund, J., & Calderon, O. (2022). Finnish 5th and 6th grade students' pre-instructional conceptions of artificial intelligence (AI) and their implications for AI literacy education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100095.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & education*, 56(3), 769-780.
- Miller, D. P., Nourbakhsh, I. R., & Siegwart, R. (2008). *Robots for Education*. Springer Handbook of Robotics.
- Minkevics, V., & Kampars, J. (2021). Artificial intelligence and big data-driven security management solution with applications in higher education organizations. In P. Chemouil. (Ed.) 17th International Conference on Network and Service Management, CNSM 2021. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. pp. 340–344.
- Mishra, R. (2019). Usage of data analytics and artificial intelligence in ensuring quality assurance at higher education institutions. In 2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence, AICAI 2019. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. pp. 1022–1025.
- Misthou, S., & Paliouras, A. (2022). Teaching Artificial Intelligence in K-12 Education: Competences and Interventions. In *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning*, Springer, Cham, pp. 887–896.
- Mohammed, Z., Arafa, A., Atlam, E. S., El-Qerafi, N., El-Shazly, M., Al-Hazazi, O., & Ewis, A. (2021). Psychological problems among

- university students in Saudi Arabia during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Clinical Practice*, 75(11), e14853.
- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., Suhardi, & Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. 2017 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (pp. 384–391). IEEE.
- Munawar, S., Toor, S. K., Aslam, M., & Hamid, M. (2018). Move to smart learning environment: Exploratory research of challenges in the computer laboratory and design intelligent virtual laboratory for eLearning technology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5), 1645–1662.
- Muthukrishnan, N., Maleki, F., Ovens, K., Reinhold, C., Forghani, B., & Forghani, R. (2020). Brief history of artificial intelligence. *Neuroimaging Clin. North Ame*, 30(4), 393–399.
- Nabiyev, V., Karal, H., Arslan, S., Erumit, A. K., & Cebi, A. (2013). An artificial intelligence-based distance education system: Artimat. *The Turkish On. J. Dis. Edu.*, 14(2), 81–98.
- National Research Council (2012). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century. National Academies Press.
- Nazari, N., Shabbir, M. S., & Setiawan, R. (2021). Application of artificial intelligence powered digital writing assistant in higher education: Randomized controlled trial. *Heliyon*, 7(5), e07014.
- Newell, A., & Simon, H. (1956). The logic theory machine—A complex information processing system. *IRE Transactions on Information Theory*, 2(3), 61–79.
- Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2021). Motivating students to learn AI through social networking sites: A case study in Hong Kong. *Online Learning*, 25(1), 195–208.

- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, K. W. S., & Qiao, M. S. (2021). AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 58(1), 504–509.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021b). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, M. J., Yim, I. H. Y., Qiao, M. S., & Chu, S. K. W. (2022). AI literacy in K-16 classrooms. Springer.
- Ng, D. T. K., Luo, W., Chan, H. M. Y., & Chu, S. K. W. (2022b). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100054.
- Noorbakhsh-Sabet, N., Zand, R., Zhang, Y., & Abedi, V. (2019). Artificial intelligence transforms the future of health care. *The American J. of Medicine*, 132(7), 795–801.
- O'Brien, W.J. Fiatch (2017). The next generation of the capital projects technology roadmap. *J. Constr. Eng. Manag.*, 43, 02517003.
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033.
- Orobor, I. A., & Orobor, H. E. (2020). A review of virtual laboratory and justification for adoption in Nigeria tertiary educational institutions. *International Journal of Open Information Technologies*, 8(2).
- Page, L. C., & Gehlbach, H. (2017). How an artificially intelligent virtual assistant helps students navigate the road to college. *Aera Open*, 3(4).
- Palasundram, K., Mohd Sharef, N., Nasharuddin, N. A., Kasmiran, K. A., & Azman, A. (2019). Sequence to sequence model performance for education chatbot. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(24), 56–68.

- Peredo, R., Canales, A., Menchaca, A., & Peredo, I. (2011). Intelligent Web-based education system for adaptive learning. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14690-14702.
- Perin, D., & Lauterbach, M. (2018). Assessing text-based writing of low-skilled college students. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(1), 56–78.
- Pinkwart, N. (2016). Another 25 years of AIED? Challenges and opportunities for intelligent educational technologies of the future. *Inter. J. of Artificial Intel. Edu.*, 26(2), 771–783.
- Pokrivčáková, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *Journal of language and cultural education*.
- Porter, B., & Grippa, F. (2020). A platform for AI-enabled real-time feedback to promote digital collaboration. *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–13.
- Pradana, M., Elisa, H. P., & Syarifuddin, S. (2023). Discussing ChatGPT in education: A literature review and bibliometric analysis. *Cogent Education*, 10(2), 2243134.
- Preface. (2021). The ultimate guide for artificial intelligence (AI) for kids.
- Prentzas, J. (2013). Artificial intelligence methods in early childhood education. In *Artificial Intelligence, evolutionary computing and metaheuristics* (pp. 169–199). Springer.
- Rahim, T. N. T. A., Aziz, Z. A., Rauf, R. H. A., & Shamsudin, N. (2018). Automated exam question generator using genetic algorithm. 2017 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services, IC3e 2017.
- Rahiman, H. U., & Kodikal, R. (2024). Revolutionizing education: Artificial intelligence empowered learning in higher education. *Cogent*

Education, 11(1), 2293431.

Rampton, V., Mittelman, M., & Goldhahn, J. (2020). Implications of artificial intelligence for medical education. *The Lancet Digital Health*, 2(3), e111–e112.

Rapanta, C., & Walton, D. (2016). The use of argument maps as an assessment tool in higher education. *International Journal of Educational Research*, 79, 211–221.

Regona, Massimo & Yigitcanlar, Tan & Xia, Bo & Li, R.Y.M. (2022). Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry: A PRISMA review. *Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity*, 8(45).

Riina, V., Stefano, K., & Yves, P. (2022). DigComp 2.2: the digital competence framework for citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes.

Robot, S. (2018). Pepper, the star robot of Shenzhen Baoan Airport, appeared at the 2018 Shenzhen High-tech Fair. China Ningbo News Network. <http://www.nbyoho.com/news/1617259410153483485.htm>

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582–599.

Roumeliotis, K. I., & Tselikas, N. D. (2023). Chatgpt and open-ai models: A preliminary review. *Future Internet*, 15(6), 192.

Ruiperez-Valiente, J. A., Munoz-Merino, P. J., Alexandron, G., & Pritchard, D. E. (2019). Using machine learning to detect 'multiple-account' cheating and analyze the influence of student and problem features. *IEEE Transactions on Lear. Techn.* 12(1), 112–122.

Rus, V., D'Mello, S., Hu, X., & Graesser, A. (2013). Recent advances in conversational intelligent tutoring systems. *AI magazine*, 34(3), 42-54.

- Russo-Spena, T., Mele, C., & Marzullo, M. (2019). Practising Value Innovation through Artificial Intelligence: The IBM Watson Case. *Journal of Creating Value*.
- Sakulkueakulsuk, B., Witoon, S., Ngarmkajornwiwat, P., Pataranutaporn, P., Surareungchai, W., Pataranutaporn, P., & Subsoontorn, P. (2018, December). Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. In 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp. 1005–1010). IEEE
- Samarakou, M., Fylladitakis, E. D., Fruh, W. G., Hatziapostolou, A., & Gelegenis, J. J. (2015). An advanced learning environment developed for engineering learners. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 10(3), 22–33.
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Agbo, F. J., & Suhonen, J. (2021, October). Survey of resources for introducing machine learning in K-12 context. In 2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1–9). IEEE.
- Seldon, A., & Abidoeye, O. (2018). The fourth education revolution. Legend Press Ltd..
- Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S., & Yoon, D. (2021). The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–23.
- Sharma, R. C., Kawachi, P., & Bozkurt, A. (2019). The landscape of artificial intelligence in open, online and distance education: Promises and concerns. *A. J. Dis.Edu.*, 14(2), 1-2.
- Shin, S., Koh, M. S., & Yeo, M. H. (2012). A comparative study of the preliminary effects in the levels of adaptive behaviors: Learning program for the development of children with autism (LPDCA). *J. of the International Association of Special Education*, 13(1), 6.

- Siemens, G., Dawson, S., & Lynch, G. (2013). Improving the quality and productivity of the higher education sector. Policy and Strategy for Systems-Level Deployment of Learning Analytics. Canberra, Australia: Society for Learning Analytics Research for the Australian Office for Learning and Teaching.
- Sijing, L., & Lan, W. (2018). Artificial intelligence education ethical problems and solutions. In 2018 13th International Conference on Computer Science & Education (pp. 1–5).
- Sing, C. C., Teo, T., Huang, F., & Chiu, T. K. (2022). Secondary school students' intentions to learn AI: Testing moderation effects of readiness, social good and optimism. *Educational Technology Research and Development*, 70(3), 765–782.
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers and Education*.
- Standen, P. J., Brown, D. J., Taheri, M., Trigo, M. J. G., Boulton, H., Burton, A., Hallewell, M. J., Lathe, J. G., Shopland, N., Gonzalez, M. A. B., Kwiatkowska, G. M., Milli, E., Cobello, S., Mazzucato, A., Traversi, M., & Hortal, E. (2020). An evaluation of an adaptive learning system based on multimodal affect recognition for learners with intellectual disabilities. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1748–1765.
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331–347.
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review (p. 100049). *Artificial Intelligence*.
- Su, J., Zhong, Y., & Ng, D. T. K. (2022). A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-

Pacific region. Artificial Intelligence.

Tamborg, A. L., Jankvist, U. T., & Misfeldt, M. (2022). Comparing programming and computational thinking with mathematical digital competencies forms an implementation perspective. In Proceedings of the 15th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT 15) (p. 298). Danish School of Education, Aarhus University.

Tang, J., & Hai, L. (2021). Construction and exploration of an intelligent evaluation system for educational apps through artificial intelligence technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 17–31.

TechTarget (2022) Exploring AI use cases across education and government. <https://www.techtarget.com/searchcio/FlexibleIT/Exploring-AI-Use-Cases-AcrossEducation-and-Government>.

Tedre, M., Toivonen, T., Kaihila, J., Vartiainen, H., Valtonen, T., Jormanainen, I., & Pears, A. (2021). Teaching machine learning in k-12 computing education: Potential and pitfalls. arXiv preprint arXiv:2106.11034.

Timms, M. J. (2016). Letting artificial intelligence in education out of the box: educational cobots and smart classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 701-712.

Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019, July). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI?. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 9795–9799.

Tripathy, S., & Devarapalli, S. (2020). Emerging trend set by a start-up on Indian online education system: A case of Byju's. *Journal of Public Affairs*.

Tsai, Y. S., & Gasevic, D. (2017, March). Learning analytics in higher

- education---challenges and policies: a review of eight learning analytics policies. In Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference (pp. 233-242).
- Tsai, Y. S., Poquet, O., Gasevic, D., Dawson, S., & Pardo, A. (2019). Complexity leadership in learning analytics: Drivers, challenges and opportunities. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2839–2854.
- UNESCO (2019). How can artificial intelligence enhance education?
- Upala, M., & Wong, W. K. (2019). IoT Solution for Smart Library Using Facial Recognition. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- URL_1 <https://circls.org/educatorcircls/ai-glossary>.
- Uzialko, A. (2022). How artificial intelligence will transform businesses. Retrieved from <https://www.businessnewsdaily.com/9402-artificial-intelligence-business-trends.html>
- Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Abdus-Sabur, R., Huey, K., Liu, R., & Sahin, N. T. (2018). Improved socio-emotional and behavioral functioning in students with autism following school-based smartglasses intervention: Multi-stage feasibility and controlled efficacy study. *Behavioral Sciences*, 8(10).
- Vale, L., & Fernandes, T. (2018). Social media and sports: Driving fan engagement with football clubs on Facebook. *Journal of Strategic Marketing*, 26(1), 37–55.
- Van Der Vorst, T., & Jelcic, N. (2019). Artificial Intelligence in Education Can AI bring the full potential of personalized learning to education?
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588.

- Van Seters, J. R., Ossevoort, M. A., Tramper, J., & Goedhart, M. J. (2012). The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material. *Computers & Education*, 58, 942–952.
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.
- Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *Inter. J. of Child-Computer Interaction*, 25, 100182.
- Vazquez-Cano, E., Mengual-Andres, S., & Lopez-Meneses, E. (2021). Chatbot to improve learning punctuation in Spanish and to enhance open and flexible learning environments. *Inter. J. Educational Technology in Higher Education*, 18(1).
- Villegas-Ch, W., Arias-Navarrete, A., & Palacios-Pacheco, X. (2020). Proposal of an architecture for the integration of a Chatbot with artificial intelligence in a smart campus for the improvement of learning. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4).
- Villegas-Ch, W., Molina-Enriquez, J., Chicaiza-Tamayo, C., Ortiz-Garcés, I., & Luján-Mora, S. (2019). Application of a big data framework for data monitoring on a smart campus. *Sustainability (Switzerland)*.
- Von Wangenheim, C., Hauck, J. C., Pacheco, F. S., & Bertoneceli Bueno, M. F. (2021). Visual tools for teaching machine learning in K-12: A ten-year systematic mapping. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5733–5778
- Wang, P. (2019). On defining artificial intelligence. *J. of Artificial Gen. Intelli.*, 10(2), 1–37.
- Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H. L., & Wang, X. (2018). A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training. *International Journal of Environmental Research and Public*

Health.

- Wang, Q., Mao, Z., Wang, B., & Guo, L. (2017). Knowledge graph embedding: A survey of approaches and applications. *IEEE Trans. Know.Data Engineering*, 29(12), 2724–2743.
- Wang, T., & Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K-12 schools incorporating artificial intelligence in education. *Computers and Edu. AI*, 2, 100031.
- Wang, Y. P., & Zheng, G. (2020). Application of artificial intelligence in college dance teaching and its performance analysis. *Inter. J.of Emerging Techn. Learning*, 15(16), 178–190.
- Wartman, S. A., & Combs, C. D. (2018). Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic Medicine*, 93(8), 1107-1109.
- Webber-Youngman, R. C. W. (2017). Life skills needed for the 4th industrial revolution. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 117(4), iv–v.
- Wenge, M. (2021). Artificial intelligence-based real-time communication and AI-multimedia services in higher education. *J. Multiple-Valued Log. and Soft Comput.*, 36(1), 231–24.
- Weragama, D., & Reye, J. (2014). Analyzing student programs in the PHP intelligent tutoring system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(2), 162–188.
- Westera, W., Prada, R., Mascarenhas, S., Santos, P. A., Dias, J., Guimaraes, M., Georgiadis, K., Nyamsuren, E., Bahreini, K., Yumak, Z., Christyowidiasmoro, C., Dascalu, M., Gutu-Robu, G., & Ruseti, S. (2020). Artificial intelligence moving serious gaming: Presenting reusable game AI components. *Edu. and Infor.Techn.*, 25(1), 351–380.
- Williams, R. (2018). PopBots: Leveraging social robots to aid preschool

children's artificial intelligence education (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Williams, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2019a). A is for artificial intelligence: The impact of artificial intelligence activities on young children's perceptions of robots. In Proceedings of the 2019 CHI Conf. on Human Factors in Computing Systems (1–11).

Williams, R., Park, H. W., Oh, L., & Breazeal, C. (2019b, July). Popbots: Designing an artificial intelligence curriculum for early childhood education. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 9729–9736.

Williamson, B. (2018). The hidden architecture of higher education: building a big data infrastructure for the 'Smarter University.' *Inter. J.of Edu.Techn. Higher Education*.

Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235.

Wolf, M. J., Miller, K. W., & Grodzinsky, F. S. (2017). Why we should have seen that coming: Comments on Microsoft's Tay experiment wider implication. *The Orbit J.*, 1(2), 1–12.

Wong, G. K., Ma, X., Dillenbourg, P., & Huan, J. (2020). Broadening artificial intelligence education in K-12: Where to start? *ACM Inroads*, 11(1), 20–29.

Wood, L. J., Zaraki, A., Robins, B., & Dautenhahn, K. (2019). Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*.

Wu, J. S., Chien, T. H., Chien, L. R., & Yang, C. Y. (2021). Using artificial intelligence to predict class loyalty and plagiarism in students in an online blended programming course during the COVID-19 pandemic. *Electronics*, 10(18), 2203.

- Wu, J. Y., & Peng, Y. C. (2017). The modality effect on reading literacy: Perspectives from students' online reading habits, cognitive and metacognitive strategies, and web navigation skills across regions. *Interactive Learning Environments*, 25(7), 859–876.
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599.
- Xie, H., Hwang, G. J., & Wong, T. L. (2021). Editorial note: From conventional AI to modern AI in education: Reexamining AI and analytic techniques for teaching and learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(3), 85–88.
- Xie, H., Zou, D., Wang, F. L., Wong, T. L., Rao, Y., & Wang, S. H. (2017). Discover a learning path for group users: A profile-based approach. *Neurocomputing*, 254, 59–70.
- Xu, J. J., & Babaian, T. (2021). Artificial intelligence in business curriculum: The pedagogy and learning outcomes. *The International J. of Management Education*, 19(3), 100550.
- Xu, Y., Ye, Y., Lv, Q., Wu, M., & Gu, J. (2017). Reform and practice for photoelectric specialty experimental teaching based on virtual simulation experiment platform.
- Xue, Y., & Wang, Y. (2022). Artificial intelligence for education and teaching. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022. 9830273. Article ID 4750018.
- Yang, C. B., Huan, S. L., & Yang, Y. (2020a). A practical teaching mode for colleges supported by artificial intelligence. *International J. of Emerging Tech. Learning*, 15(17), 195–206.
- Yang, J., & Zhang, B. (2019). Artificial Intelligence in Intelligent Tutoring Robots: A Systematic Review and Design Guidelines. *Applied*

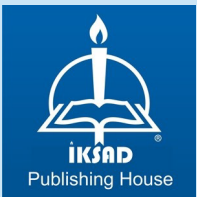
Sciences, 9(10), 2078.

- Yang, Y. Y., & Shulruf, B. (2019). Expert-led and artificial intelligence (AI) system-assisted tutoring course increase confidence of Chinese medical interns on suturing and ligature skills: Prospective pilot study. *J. of Educational Evaluation for Health Professions*, 16
- Yau, K. W., Chai, C. S., Chiu, T. K., Meng, H., King, I., & Yam, Y. (2023). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching artificial intelligence (AI) in K-12 schools. *Education and Information Technologies*, 28(1), 1041–1064.
- Yau, K. W., Chai, C. S., Chiu, T. K., Meng, H., King, I., & Yam, Y. (2022). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching artificial intelligence (AI) in K-12 schools. *Education and Information Technologies*, 1–24.
- Yu, J. (2021). Academic performance prediction method of online education using random forest algorithm and artificial intelligence methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 45–57.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International J. of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.
- Zhang, J. J. (2021a). Computer-assisted instruction system under artificial intelligence technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 4–16.
- Zhang, L. (2021b). A new machine learning framework for effective evaluation of English education. *International J. of Emerging Technologies in Learning*, 16(12), 142–154.
- Zhang, Z. (2018, February). Develop the AI literacy of infants by deeply integrating English learning and robot education. In 2018 International

Conference on Computer Science, Electronics and Communication Engineering (CSECE 2018) (154–156). Atlantis Press.

Zou, S. (2017). Designing and practicing a college English teaching platform based on artificial intelligence. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*.

Zulić, H. (2019). How AI can change/improve/influence music composition, performance and education: three case studies. *Insam J. Contem.Music, Art and Techn.*, 1(2), 100–114.



ISBN: 978-625-378-221-4