

EĞİTİMİN DİJİTAL METAMORFOZU:

YAPAY ZEKÂ, NESNELERİN İNTERNETİ, ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK
VE SANAL GERÇEKLIK İLE YENİ ÖĞRENME DÜNYASI

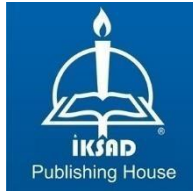
Dr. Pelin YILDIRIM Prof. Dr. Gonca KEÇECİ



**EĞİTİMİN DİJİTAL METAMORFOZU:
YAPAY ZEKÂ, NESNELERİN İNTERNETİ, ARTIRILMIŞ
GERÇEKLİK VE SANAL GERÇEKLİK İLE YENİ ÖĞRENME
DÜNYASI**

Dr. Pelin YILDIRIM¹, Prof. Dr. Gonca KEÇECİ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14686293>



¹ Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye. yildirim.pelin92@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-4425-2472

² Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Elazığ, Türkiye. gkececi@firat.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2582-3850

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: 978-625-378-165-1

Cover Design: İbrahim KAYA

January / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16X24cm

ÖN SÖZ

Değerli Okuyucularımız,

Teknolojik gelişmeler, küresel ölçekte toplumların ekonomik, kültürel ve sosyal dinamiklerini köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Bu dönüşümün en belirgin izleri, eğitim alanında görülmektedir. Eğitimdeki dijital dönüşüm, teknolojinin araçsal kullanımının ötesine geçerek, öğretim yöntemlerini, öğrenme süreçlerini, eğitim materyallerini ve öğretmen-öğrenci etkileşimlerini de kapsamlı bir şekilde dönüştürmektedir. 3D yazıcılardan bulut bilişime, büyük veri analizinden Nesnelere İnterneti'ne, sanal gerçeklikten yapay zekâyâ kadar geniş bir teknolojik yelpaze, eğitimin geleceğini belirleyecek önemli bir değişim sürecini hızlandırmaktadır.

Bu kitap, eğitimde dijital dönüşüm sürecini derinlemesine incelemekte ve Eğitim 1.0'dan Eğitim 5.0'a kadar olan evrimi ele almaktadır. Eğitim sistemini dönüştüren teknolojik yenilikler, öğretim yöntemlerini daha verimli, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli hale getirmektedir. Ancak, bu dönüşüm, yalnızca fırsatlar sunmakla kalmayıp, aynı zamanda çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Kitap, dijitalleşmenin eğitimde bir araçtan daha fazlası olduğunu ve eğitim sistemlerini dönüştüren bir güç olarak rol oynadığını vurgulamaktadır. Yapay zekâ, Nesnelere İnterneti, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik gibi teknolojiler, öğrenme süreçlerini daha kişiselleştirilmiş ve etkileşimli hale getirirken, aynı zamanda öğretim stratejilerini yeniden şekillendirmektedir. Ancak bu teknolojilerin eğitimde kullanımı, yalnızca avantajları değil, aynı zamanda sınırlamaları göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Kitap, bu teknolojilerin eğitim ortamlarına nasıl entegre edilebileceğini ve uyarlanabileceğini örneklerle açıklamaktadır.

Eğitimin geleceğini şekillendiren dijital dönüşüm sürecini anlamak ve bu süreçte karşılaşılan zorluk ve fırsatları ele almak isteyen eğitimciler, araştırmacılar, öğretmenler ve akademisyenler için kapsamlı bir kaynak sunmayı amaçlayan bu kitabın, eğitimde teknoloji entegrasyonuna ilişkin yeni bakış açıları ve ilham verici fikirler sunmasını umuyor ve keyifli okumalar diliyoruz.

Prof. Dr. Gonca KEÇECİ

Dr. Pelin YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ	i
İÇİNDEKİLER	iii
GİRİŞ	1
1. EĞİTİMDE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM: EĞİTİM 1.0'DAN 5.0'A DÖNÜŞÜM SÜRECİ	4
2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ	7
3. YAPAY ZEKÂ	8
3.1. Yapay Zekâ Türleri	10
3.2. Eğitimde Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kullanımı.....	11
3.2.1. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Eğitsel Yararları	12
3.2.2. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Eğitimdeki Sınırlılıkları	13
3.3. Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları.....	14
4. NESNELERİN İNTERNETİ	15
4.1. Nesnelerin İnterneti Türleri.....	18
4.2. Eğitimde Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Kullanımı.....	19
4.2.1. Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Eğitsel Yararları	21
4.2.2. Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Sınırlılıkları	23
4.3. Eğitimde Nesnelerin İnterneti Uygulamaları	23
5. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK	24
5.1. Artırılmış Gerçeklik Türleri	26
5.2. Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı	30
5.2.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları.....	31
5.2.2. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları.....	33
5.3. Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları.....	34
6. SANAL GERÇEKLIK	41

6.1. Sanal Gerçeklik Türleri	44
6.2. Eğitimde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı	46
6.2.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları.....	47
6.2.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları....	48
6.3. Eğitimde Sanal Gerçeklik Uygulamaları.....	49
KAYNAKÇA	53

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, günlük yaşamı derinden etkileyerek küresel ölçekte önemli değişimlere yol açmakta ve birçok sektörde köklü dönüşümlere neden olmaktadır. 3D yazıcılar, bulut bilişim, büyük veri (big data), dijital medya, mobil genişbant teknolojileri, Nesnelerin İnterneti (Internet of Things [IoT]), sanal gerçeklik, Web 2.0, yapay zekâ ve Artırılmış Gerçeklik (AG) gibi yenilikçi teknolojiler, toplumların ilerlemesini hedefleyen bir sürecin başlangıcını simgelemektedir (TÜBİTAK Bilgem, 2019). Bu gelişmeler, dijital dönüşümü hızla yaygınlaştırarak toplumsal yapıları dönüştürmekte ve her alanda köklü değişiklikler yaratmaktadır. Birçok sektör, dijital dönüşümün dinamiklerini anlamak ve bu süreci kendi alanlarına entegre etmek için çaba göstermektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanaklar ve değişen toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda eğitim, sağlık, sanayi ve kamu yönetimi gibi alanlarda daha verimli, sürdürülebilir ve etkili çözümler üretilmesini sağlayan kapsamlı bir dönüşüm süreci yaşanmaktadır (Karabacak ve Sezgin, 2019; TÜBİTAK Bilgem, 2019). Bu dönüşüm, bireylerin ihtiyaçlarını ve beklentilerini yeniden şekillendirirken, bilgiye erişim yöntemlerini ve hızlarını da derinden etkilemektedir. Dijital teknolojilerin etkisi özellikle eğitim alanında giderek artmakta; akıllı tahtalar, çevrimiçi sosyal ağlar, e-kitaplar, mobil cihazlar, video projektörler gibi dijital araçlar, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini kökten değiştirmektedir. Öğrencilerin ihtiyaçlarına daha uygun ve verimli bir öğretim ortamı sağlamak için teknolojinin eğitimdeki kullanımı kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda dijital dönüşüm, sadece eğitimde değil, kamu yönetimi, sağlık, sanayi gibi kritik alanlarda da nitelikli gelişmeler için bir zorunluluk olarak görülmekte ve dijital rekabet gücünün eğitime etkisi, bu dönüşümün stratejik önemini bir kez daha ortaya koymaktadır (International Institute for Management Development, 2017). Eğitimdeki dönüşüm süreci, rastgele bir değişimden ziyade, bilinçli ve planlı bir strateji ile yönetilmesi gereken, eğitimin geleceğini şekillendiren kritik bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Eğitim dünyasında dijital dönüşüm, yalnızca araçların dijitalleşmesiyle sınırlı kalmayıp, öğretim yöntemlerini, öğrenme süreçlerini ve eğitim materyallerini de derinden etkilemektedir. Eğitim 1.0'dan Eğitim 5.0'a doğru evrilen bu süreç, teknolojinin eğitimdeki etkisini derinleştirmekte ve eğitimin tüm dinamiklerini yeniden şekillendirmektedir. Bu dönüşüm, aynı zamanda

öğretmenler ve öğrenciler arasındaki etkileşimi, öğrenme ortamlarının yapısını ve eğitimde kullanılan materyallerin çeşitliliğini de kapsamaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti, AG ve sanal gerçeklik gibi ileri teknolojilerin eğitimde nasıl kullanıldığının incelenmesi, bu teknolojilerin eğitim sistemini nasıl dönüştürdüğünü anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Dijital dönüşümün eğitimdeki etkileri, yalnızca teknolojik araçların kullanımını değil, aynı zamanda eğitimde pedagojik yaklaşımları, öğretim stratejilerini ve öğrenme süreçlerini de yeniden tanımlamaktadır.

Bu kitap, eğitimdeki dijital dönüşüm sürecine odaklanarak, teknolojilerin eğitim alanındaki etkilerini derinlemesine incelemektedir. Eğitim 1.0'dan Eğitim 5.0'a doğru evrilen bu dönüşüm, öğretim ve öğrenme süreçlerinin kökten şekillendirilmesine olanak tanımaktadır. Gelişen dijital teknolojilerin eğitimde nasıl bir devrim yarattığı, bu teknolojilerin eğitimde kullanılma biçimleri, avantajları ve sınırlamaları üzerinden tartışılmaktadır. Kitap, eğitimde derin etkiler yaratma ve dijital dönüşümün temel yapı taşlarını oluşturma potansiyeline sahip olan yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti, AG ve sanal gerçeklik teknolojilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Bu teknolojilerinin eğitimdeki potansiyeli ülkemizde henüz daha geniş bir şekilde araştırılmadığından, bu alanlarda yenilikçi adımlar ve uygulamalar büyük önem taşımaktadır (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü [YEĞİTEK], 2019). Her bir teknoloji, eğitim süreçlerini daha verimli hale getirme, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirme ve öğretim yöntemlerini daha dinamik bir şekilde yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Ancak, her bir teknolojinin eğitsel kullanımının, belirli avantajları olduğu gibi bazı sınırlamaları da mevcuttur. Kitapta, bu teknolojilerin eğitimde nasıl etkin bir şekilde kullanılabileceği, hangi alanlarda en fazla verimi sağladığı, çeşitli uygulama örnekleriyle somut bir şekilde açıklanmaktadır.

“Eğitimde teknolojik değişim: Eğitim 1.0'dan 5.0'a dönüşüm süreci” bölümü, eğitimdeki dijital dönüşüm sürecini, Eğitim 1.0'dan Eğitim 5.0'a kadar olan evrimsel değişimi ele almaktadır. Eğitimdeki teknolojik gelişmelerin toplumsal ihtiyaçlar tarafından nasıl şekillendirildiği, eğitimin her aşamasının toplumun ihtiyaçlarına nasıl yanıt verdiği ve Eğitim 5.0'ın yenilikçi yaklaşımlarla nasıl bir dönüşüm sunduğu incelenmektedir.

“Eğitimde dijitalleşme: Teknolojik araçların rolü ve etkisi” bölümü, dijital dönüşüm sürecinde eğitim teknolojilerinin rolünü ele almakta, teknolojinin eğitimde nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceği ve eğitim süreçlerine nasıl entegre edilebileceği üzerinde durmaktadır. Teknolojinin eğitimde sadece popülerlik veya yenilik amacıyla değil, aynı zamanda öğrenme sürecini daha etkili hale getirecek şekilde kullanılmasının önemine vurgu yapılmaktadır.

Yapay zekâ, günümüzün en hızlı gelişen ve en etkili teknolojilerinden biri olup, makinelerin insan benzeri düşünme ve öğrenme yeteneklerine sahip olmasını sağlayarak, karmaşık problemleri çözme, verileri analiz etme ve karar alma gibi görevlerde insan beyninin işleyişine benzer şekilde çalışmasını mümkün kılan bir teknolojidir (Akalin ve Veranyurt, 2020). Bu bölüm; yapay zekânın farklı türleri ve eğitimde nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca, yapay zekâ teknolojilerinin öğrencilere sağladığı eğitsel yararlar ile karşılaşılan sınırlamalar ele alınmaktadır.

Nesnelerin İnterneti, cihazların internet aracılığıyla birbirleriyle veri alışverişinde bulunabilmesini sağlayan bir başka önemli teknolojidir. Bu teknoloji, çeşitli cihazların ve sensörlerin bağlanarak bilgi toplamasını, bu bilgiyi analiz etmesini ve diğer cihazlarla etkileşime geçmesini sağlar (Ulaş, 2015), bu da eğitimde daha kişiselleştirilmiş ve dinamik öğrenme deneyimlerinin mümkün olmasını sağlar. Bu bölüm, Nesnelerin İnterneti’nin türlerini ve eğitimde nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. Eğitimde Nesnelerin İnterneti teknolojileri, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha interaktif ve verimli hale getirebilir. Bunun yanı sıra, Nesnelerin İnterneti’nin eğitsel yararları ile birlikte, uygulama alanındaki sınırlılıkları da ele alınmaktadır.

AG, gerçek dünya görüntüsüne dijital bilgileri ekleyerek, gerçek zamanlı etkileşimler sunar (Narin ve ark., 2024). Bu bölümde, AG türleri, eğitimde nasıl kullanılabilceği, öğrencilere sağladığı eğitsel yararlar ve karşılaşılan sınırlamalar ele alınmaktadır.

Sanal gerçeklik, kullanıcıların, çevrimiçi veya çevrimdışı, dijital ortamlarda yaratılan üç boyutlu (3B) dünyalarda etkileşime girmelerine ve “orada olma” deneyimini yaşamalarına olanak tanır (Narin ve ark., 2024). Bu bölümde, sanal gerçekliğin eğitimde nasıl kullanılabilceği, farklı türleri,

sağladığı eğitsel yararlar ile birlikte, uygulama alanındaki sınırlılıkları da ele alınmaktadır.

Kitap; eğitimciler, öğretmenler, araştırmacılar ve akademisyenler için kapsamlı bir kaynak sunmayı amaçlamaktadır. Eğitimde dijital dönüşümün teorik ve pratik boyutlarını birlikte ele alarak, bu teknolojilerin eğitimde nasıl daha etkili bir şekilde kullanılabileceğine dair önemli bir bakış açısı sağlamayı amaçlamaktadır. Eğitimde teknoloji entegrasyonu sürecinde karşılaşılan zorlukları ve fırsatları inceleyerek, bu alanda yapılacak yenilikçi uygulamalar için temeller atmaktadır. Bu bağlamda, her bir teknolojinin eğitsel bağlamda nasıl daha iyi entegre edilebileceği ve eğitimdeki rolü derinlemesine incelenmektedir.

1. EĞİTİMDE TEKNOLOJİK DEĞİŞİM: EĞİTİM 1.0'DAN 5.0'A DÖNÜŞÜM SÜRECİ

Günümüzdeki hızlı dijitalleşme, eğitim ve öğretim süreçlerinde de büyük bir değişime ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Dijitalleşme, insanların yaşamlarını daha uyumlu, sürdürülebilir, erişilebilir, konforlu ve güvenli hale getirmektedir. Bu dönüşüm, eğitim alanında daha konforlu, erişilebilir ve zamanında öğrenme deneyimlerine olan talebi de artırmaktadır. Teknolojinin olumsuz yönleri ve tehdit olarak algılanan yönleri bir kenara bırakıldığında, sağladığı katkılar ve faydalar sayesinde eğitim sistemlerinde dijital dönüşüm mümkün olabilmektedir. Eğitim 5.0 olarak adlandırılan bu dönüşüm süreci, içinde bulunduğumuz inovasyon çağının ihtiyaçlarını karşılayacak ve eğitimden çok daha fazlasını sunacaktır (Puncreobutr, 2016). Eğitim sistemlerindeki değişimler, sanayi devrimlerine paralel olarak 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 olmak üzere beş temel dönemden geçmiştir.

- **Eğitim 1.0**, 1970'lerde başlayan ve geleneksel eğitim modelinin hâkim olduğu bir dönemdir (Eren, 2020). Öğretmen ve öğrenci arasındaki yüz yüze etkileşime odaklanılmıştır (Taib ve Awang, 2020). Bu dönemde öğrenme süreci, öğretmenin bilgi kaynağı olduğu ve bilginin nasıl aktarılacağına karar verdiği bir sınıf ortamında gerçekleşmiştir. Öğrenciler ise bilgiyi pasif bir şekilde alıcı olarak almışlardır (Mukul ve Büyüközkan, 2023). Ezbere dayalı eğitim yaklaşımları, sınıfın temel işleyişi olarak kabul edilmiştir (Sharma, 2019). Bilgi aktarımı çoğunlukla öğretmenin sözlü anlatımı yoluyla yapılmış ve öğretmenler, öğrenciler tarafından rol model

olarak alınmıştır (Er ve ark., 2021). Bu dönemde, teknoloji, eğitim süreçlerine asgari düzeyde entegre edilmiş olup, eğitim genellikle yüz yüze etkileşim ve geleneksel yöntemlerle sınırlıdır.

- **Eğitim 2.0 dönemi**, teknoloji kullanımının artması ve eğitimde dijitalleşmenin ilk adımlarının atılmasıyla 1990'lı yıllarda başlamıştır (Eren, 2020). Sanayi toplumunun ihtiyaçları doğrultusunda öğretim teknolojisi kavramının şekillendiği bir dönemi ifade etmektedir (Mukul ve Büyüközkan, 2023). İnternet, sınırlı erişimle de olsa eğitim faaliyetlerinde kullanılmaya başlanmış ve Web 2.0'ın gelişmesiyle yüksek düzeyde etkileşimli ve sosyal medya tabanlı bir eğitim yaklaşımı yaygınlaşmıştır. Eğitim 2.0, bilgiyi sadece öğretmenden öğrenciye aktarmakla kalmayıp, öğrenciler arasında da bilgi transferini teşvik eden bir yapı benimsemiştir (Maria ve ark., 2018). Bu dönemde her bir bireye benzer özelliklere sahip, daha işbirlikçi ve sosyal etkileşime dayalı bir öğrenme deneyimi sunulmuştur (Mukul ve Büyüközkan, 2023). Öğrenciler, öğretmenlerinin yanı sıra birbirlerinden de öğrenmiş, bu sayede bilgi paylaşımı daha aktif hale gelmiştir. Eğitim 2.0'ın bu özellikleri, öğretim ve öğrenmenin dijitalleşmeye doğru evrildiğini göstermektedir.
- **Eğitim 3.0**, dijitalleşme ve teknoloji kullanımının hızla arttığı ve eğitimde devrimsel değişimlerin yaşandığı 2000'li yılları kapsayan ve toplumun ihtiyaçlarına çözümler üretmeyi amaçlayan bir dönemi ifade etmektedir (Eren, 2020; Mukul ve Büyüközkan, 2023). Bu dönemde teknoloji, eğitim süreçlerine daha fazla entegre edilmiş ve öğretim yöntemleri, teknolojiyi büyük ölçüde bilgi yaratma ve aktarma aracı olarak kullanarak şekillendirilmiştir (Alharbi, 2023; Maria ve ark., 2018). Bu dönemde öz-yönetimli öğrenme teşvik edilmiş, bu sayede bilgi üretimi ve paylaşımı daha dinamik hale gelmiştir (Mukul ve Büyüközkan, 2023). Eğitim 3.0, geleneksel yüz yüze öğrenmeye ek olarak e-öğrenme gibi dijital öğrenme platformlarının kullanılmaya başlandığı bir dönemi ifade etmektedir (Taib ve Awang, 2020). Bu dönemde öğrenciler, öğretmenlerinin bilgi aktarıcıları olmanın ötesinde, kendi öğrenme süreçlerinde daha aktif katılımcı rol üstlenmişlerdir. Eğitim, öğrencilerin potansiyellerini keşfetmelerine ve geliştirmelerine olanak tanımıştır (Er ve ark., 2021).

- **Eğitim 4.0**, yeni üretim çağının gereksinimleri doğrultusunda beceri geliştirmeyi ve yetkinlik yaratmayı amaçlayan gelişmiş bir eğitim ekosistemini ifade eder (Mourtzis ve ark., 2018). Gelecekteki öğrenmeyi daha kişisel, akıllı, taşınabilir, küresel ve sanal hale getirme amacıyla eğitimde önemli bir dönüşüm yaşanmaktadır (Sharma, 2019). Eğitim 4.0, öğrencilerin toplumdaki değişikliklere göre gelişmelerine yardımcı olmak için yeni teknolojileri uygulama yeteneğini geliştiren bir yapı benimsemektedir (Maria ve ark., 2018). Bilgi ve iletişim teknolojileri, Nesnelerin İnterneti, büyük veri ve oyunlaştırma gibi unsurlar öğrenme ve öğretme deneyimlerinin bir parçası haline gelmektedir (Taib ve Awang, 2020). Bu dönemde kişiselleştirilmiş eğitim ihtiyaçları çerçevesinde teknoloji destekli, deneyime dayalı yeni bir eğitim sistemi ortaya çıkmaktadır (Mukul ve Büyüközkan, 2023). Eğitim 4.0, bireysel öğrenme fırsatları sunarak öğrenci merkezli, esnek ve sosyal olarak etkileşimli bir eğitim ortamı yaratmaktadır. Öğrencilerin yaşam boyu öğrenme ve kişisel gelişim gibi süreçlere daha fazla dahil oldukları ve formel eğitimin ötesine geçtikleri bir dönemi ifade etmektedir (Mukul ve Büyüközkan, 2023).
- **Eğitim 5.0**, eğitimde en son teknolojiler ve öğretim yöntemleriyle desteklenen öğrenci merkezli bir paradigmayı temsil eder (Ahmad ve ark., 2023). Bu model, zamandan ve mekândan bağımsız eğitim fırsatları sunmakta ve kişiselleştirilmiş öğrenme süreçlerini teşvik etmektedir. Öğrenciler, kendi tercihlerine göre öğretim programı ve araçları seçme olanağına sahip olur, proje tabanlı öğrenme ve saha öğrenimi gibi uygulamalardan yararlanarak daha aktif bir öğrenme deneyimi yaşarlar (Eren, 2020).

Özetle, eğitimde teknolojik dönüşüm, Eğitim 1.0'dan 5.0'a giden süreçte büyük bir evrim geçirmiştir. Eğitim 1.0, geleneksel yöntemlerle yüz yüze etkileşime dayalı, öğretmen merkezli bir yapı sunarken, Eğitim 2.0, eğitimde internet ve dijital araçların sınırlı kullanımıyla öğretim süreçlerinde dijitalleşmeye doğru ilk adımları atmıştır. Eğitim 3.0 ise dijitalleşmenin hızla artmasıyla, öğrencilerin daha aktif katılımcılar haline geldiği ve e-öğrenme platformlarının yaygınlaştığı bir dönemi ifade etmektedir. Eğitim 4.0, kişiselleştirilmiş ve deneyime dayalı eğitim modellerinin teknolojiyle birleştirildiği esnek ve öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimsemiştir. Son olarak

Eğitim 5.0, teknolojinin tüm olanaklarından yararlanarak öğrencilere zamandan ve mekândan bağımsız kişiselleştirilmiş ve proje tabanlı öğrenme fırsatları sunan daha ileri eğitim paradigmasını şekillendirmiştir. Bu süreç, eğitimde dijitalleşmenin giderek önem kazandığını ve her dönemin öğrencinin aktif katılımını artırarak daha esnek, erişilebilir ve kişisel öğrenme deneyimlerini ön plana çıkardığını göstermektedir.

2. DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ

Myers (1999), teknolojinin ve internetin hayatımıza sunduğu fırsatların, bireylerin öğrenme süreçlerinde bu teknolojileri, ister hazır olsunlar ister olmasınlar, kullanmalarına olanak verecek şekilde evrildiğini belirtmiştir. Ancak, dijital araçları eğitimde yalnızca bir araç olarak kullanmak, öğretim sürecinin bir dizi bilgi veya basit etkileşimlerden oluştuğu anlamına gelmemelidir. Myers (1999), eğitimde teknolojik araçların deneysel bir temele, kanıtlanmış ilkelere ve hedeflere dayanan bir tasarım sürecinin parçası olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu noktada, eğitimde bilgi teknolojilerinin kullanımında “Ne işe yarar?” yaklaşımının yetersiz olduğu açıktır, çünkü eğitim, yalnızca dijital araçlardan veya popüler teknolojilerden oluşmamaktadır. Hew ve Brush (2007), 1922’de hareketli resimlerin keşfiyle başlayan ve ardından 1970’lerde eğitimde bilgisayar kullanımının etkisiyle artan ilgiye değinmiş, eğitimde teknolojinin potansiyelini vurgulamışlardır. Özellikle bilgisayar ve internetin gelişmesiyle eğitimde kullanım olanakları genişlemiştir. Ancak burada kritik olan teknolojinin rastgele değil, amaca uygun tasarlanarak öğrenme sürecine entegre edilmesidir.

Merrill ve Wilson (2007), teknolojinin bazen öğrenmeyi yönlendiren bir fikir olmaktan ziyade, odak noktası haline geldiğini ve bu nedenle teknoloji kullanımının bağlam içinde ele alınması gerektiğini savunmuşlardır. Aksi takdirde, teknolojik yenilikleri “sihirli güçler” olarak algılamak, sadece popüler oldukları için onları kullanma riskini taşımaktadır. Bu bağlamda, dijital dönüşümün başarılı olabilmesi için teknolojilerin, eğitim hedefleri ve öğrenme ortamlarıyla uyumlu bir tasarımla kullanılması gerekmektedir. Özellikle pandemi dönemi sonrasında okulların fiziksel eğitim ortamlarıyla ne kadar sürdürülebilir olacağı sorgulanmakta ve mevcut eğitim modellerinin çağımızın ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığı tartışılmaktadır (Karoğlu ve ark., 2020).

Gustafson ve Branch (2002), okulların çeşitli nedenlerle var olmaya devam edeceğini ve öğretim tasarımcılarının eğitimdeki dönüşüm sürecinde okulları öğrenciler için daha çekici ve etkili hale getirmeye daha fazla katkıda bulunacağını belirtmişlerdir. Bu fikir, dijital olarak zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarına ve pedagojik olarak sağlam öğrenme deneyimlerine olan talebin arttığı bir dönemde daha da anlamlı hale gelmektedir (Alexander ve ark., 2019). Başka bir deyişle, eğitimde dijitalleşme ve teknolojik yenilikler, öğretim tasarımcılarının bu yeni gereksinimlere yanıt vermesi için önemlidir. Bu noktada, yapay zekâ, Nesnelere İnterneti, AG ve sanal gerçeklik gibi yeni teknolojiler, eğitimde dijital dönüşümü hızlandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, eğitim sürecini kişiselleştirebilir, öğrencilerin farklı öğrenme ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt verebilir, eğitimde dijital dönüşümün daha etkili ve uyarlanabilir bir şekilde gerçekleşmesini sağlayabilir (Horzum ve Diren, 2022). Başka bir deyişle, geliştirilen araçlarla eğitim süreçleri modernize edilir ve daha verimli hale getirilir. Bu sayede, öğretim tasarımcılarının eğitimdeki yenilikçi ihtiyaçlara uygun çözümler sunmaları sağlanabilir.

3. YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, kökleri çok eskilere dayanan bir alan olarak bilinmektedir. Ancak, yapay zekâ terimi ilk kez 1956 yılında John McCarthy'nin Dartmouth Koleji'nde düzenlediği bir konferansta kullanılmıştır. Yapay zekâ teriminin ilk kez bu konferansta kullanılması, Alan Turing'in yapay zekâyâ yönelik teorik katkılarıyla birlikte alanda önemli bir dönüm noktası olmuştur. McCarthy'nin yanı sıra Claude Shannon, Ray Solomonoff, Nathaniel Rochester ve Marvin Minsky gibi isimler de yapay zekâ araştırmalarına öncülük etmiştir (Dick, 2019). 1960'ların başında Aziz (1961), Benzeşim (1963), Eliza (1965), Bilgin (1970) ve Stajyer (1979) gibi ilk yapay zekâ programları geliştirilmiş ve bu dönem yapay zekânın temel yapı taşlarını oluşturmuştur (Kutlusoy, 2019). 1972 yılında Japonya'da üretilen WABOT-I, tarihe ilk insan benzeri robot olarak geçmiştir (Acar, 2020). Ancak 1974-1980 yıllarını kapsayan "Yapay Zekâ Kışı" dönemi, araştırmaların büyük ölçüde durmasına neden olmuştur. Bu dönemi takiben 1980'lerde İngiltere ve Japonya arasında yaşanan rekabet, yapay zekâ çalışmalarının tekrar ivme kazanmasını sağlamıştır (Coşkun ve Gülleroğlu, 2021). 1997'de International Business Machines (IBM)'in Deep Blue

programının dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmesi, bilgisayarların bazı alanlarda insanlardan üstün olabileceği fikrini pekiştirmiştir (Schultz ve Schultz, 2020). 2000'li yıllarda yapay zekâ teknolojileri ilk olarak Roomba adlı bir elektrikli süpürgeyle evlere girmiş, 2006 yılında ise sosyal medya şirketleri tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Acar, 2020). Günümüzde yapay zekâ, teknolojinin en hızlı gelişen ve etkili alanlarından biri olarak kabul edilmektedir. Zekâ; olayları, önerileri, bilgileri ve bunlar arasındaki ilişkileri anlayabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu yetenek, bilgiyi özümseme ve hatırlama, mantıksal düşünme ve problem çözme gibi becerileri içermektedir. Zekâ, ayrıca, soyutlama yapabilme, genel sonuçlar çıkarabilme, bilgiyi sembollerle ifade edebilme, anlamlandırabilme, esnek düşünebilme ve önceki bilgileri yeni durumlara uyarlayabilme gibi çeşitli yönleri de içermektedir. Bu bağlamda zekâ, çok boyutlu bir yetenek olarak farklı şekillerde tanımlanmakta ve çeşitli bilişsel işlemleri içermektedir (Kırkpınar, 2018). Yapay zekâ ise ilk kez 1956 yılında Makine Konferansı'nda ele alınmış bir kavram olup, günümüzde sürekli tartışılan ve hızla gelişen bir teknoloji olarak çeşitli tanımlarda kendine yer bulmuştur. Yapay zekânın literatürdeki çeşitli tanımları Tablo 1'de sunulmuştur:

Tablo 1: Yapay Zekânın Literatürdeki Çeşitli Tanımları

Tanım	Kaynak
Yapay zekâ, öğrenme, muhakeme, problem çözme ve dil kullanma gibi akıllı niteliklere sahip bilgisayar sistemlerinin tasarlanmasıyla ilgilenen bilgisayar biliminin bir dalıdır.	Barr ve Feigenbaum (1981)
Yapay zekâ, insanların yerine getirdiği zekâ işlevlerini yerine getirebilen makineler tasarlama sanatıdır.	Kurzweil (1992)
Yapay zekâ, insan benzeri akıl yürütme yeteneğine sahip makineler ve bilgisayar programları geliştirme bilimi ve mühendisliğidir.	McCarthy (2004)
Yapay zekâ, hem mevcut hem de yeni durumlara yanıt verebilen ve karmaşık problemleri çözebilen akıllı bir yazılımdır.	Nabiyev (2012)

Yapay zekâ, insan beyninin veya sinir sisteminin işleyişini yapay sinir ağları ile taklit eden ve düşünme, muhakeme etme, öğrenme, anlamlandırma gibi çeşitli zihinsel işlevleri gerçekleştirebilen bir bilgisayar sistemidir.	Akyürek (2013)
Yapay zekâ, eğitim süreçlerini daha kişiselleştirilmiş, esnek, kapsamlı ve ilgi çekici hale getirmek için gerçek zamanlı verileri işleyen bir araçtır.	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2017)
Yapay zekâ, dışarıdan gelen verileri analiz ederek ve bu verilerden öğrenilen bilgileri uyarlayarak belirli bir hedefi veya görevi gerçekleştiren sistemlerdir.	Kaplan ve Haenlein (2019)
Yapay zekâ, dijital bir bilgisayarın veya bilgisayar kontrollü bir robotun, genellikle akıllı varlıklarla ilişkilendirilen görevleri yerine getirme yeteneğidir.	Copeland (2024)

Yapay zekâ, genel olarak bilgisayar biliminin bir alanı olarak tanımlanmakta ve çeşitli işlevlere sahip sistemler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Literatürdeki tanımlar, yapay zekânın hem teorik hem de uygulamalı yönlerini kapsamaktadır. Yapay zekâ, hem insan zekâsı işlevlerini taklit etmeyi hem de bunları belirli alanlarda uygulamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, veri işleme, akıl yürütme ve öğrenme gibi çeşitli akıllı işlevleri yerine getirebilen sistemleri de ifade etmektedir. Bu tanımlar, yapay zekânın hem teknik hem de yaratıcı yönlerini, biyolojik zekâyâ benzer işlevleri taklit etme amacını ve pratik uygulama alanlarını kapsamlı bir şekilde yansıtmaktadır.

3.1. Yapay Zekâ Türleri

Gelişen teknolojiyle birlikte, yapay zekâ çok çeşitli uygulama ve alanlara yayılmıştır. Bu geniş yelpaze içerisinde yapay zekânın çeşitli türleri ve alt alanları, farklı yetenek ve işlevlere sahip sistemlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Yapay zekâ türleri; makine öğrenimi, derin öğrenme, doğal dil işleme, uzman sistemler ve bilişsel bilişim gibi alanlarda farklı yaklaşımlar

sunmaktadır. Aşağıda yapay zekânın çeşitli alt alanları ve türleri hakkında bilgilere yer verilmiştir (Davenport ve Ronanki, 2018):

- **Makine öğrenmesi**, yapay zekânın temel taşlarından biridir. Sistemlerin verilerden öğrenmesini ve çeşitli görevleri gerçekleştirmesini sağlar. Makine öğrenmesi; denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve takviyeli öğrenme gibi farklı yaklaşımları içermektedir.
- **Derin öğrenme**, makine öğrenmesinin daha gelişmiş bir dalıdır ve yapay sinir ağları kullanarak karmaşık veri kümelerinden anlamlı bilgiler çıkarmayı amaçlar. Bu tekniğin görüntü ve ses tanıma gibi alanlarda önemli uygulamaları bulunmaktadır.
- **Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing (NLP))**, bilgisayarların insan dilini anlamasını ve işleyebilmesini sağlamak için kullanılan bir yapay zekâ alanıdır. Dil modelleme, konuşma tanıma gibi uygulamaları mümkün kılar.
- **Uzman sistemler**, belirli bir uzmanlık alanında insan benzeri kararlar alabilen ve genellikle tıp ve mühendislik gibi alanlarda kullanılan bilgisayar sistemleridir.
- **Bilişsel hesaplama**, insan beyninin bilişsel süreçlerini taklit etmeye çalışır. Robotik, eğitim gibi çeşitli alanlarda uygulanır.

Yapay zekânın genel sınıflandırılması da önemlidir. **Dar (zayıf) yapay zekâ**, belirli görevleri gerçekleştirebilen sistemleri ifade ederken; **genel (güçlü) yapay zekâ**, çok çeşitli insan benzeri bilişsel yetenekler sunar. **Süper yapay zekâ** ise, mevcut yapay zekâ sistemlerinin ötesinde, insan zekâsından daha üstün yeteneklere sahip geleceğin teknolojisi olarak öngörülmektedir. Bu çeşitlilik, yapay zekânın çok çeşitli uygulamalarda kullanılmasını ve sürekli olarak iyileştirilmesini mümkün kılmaktadır.

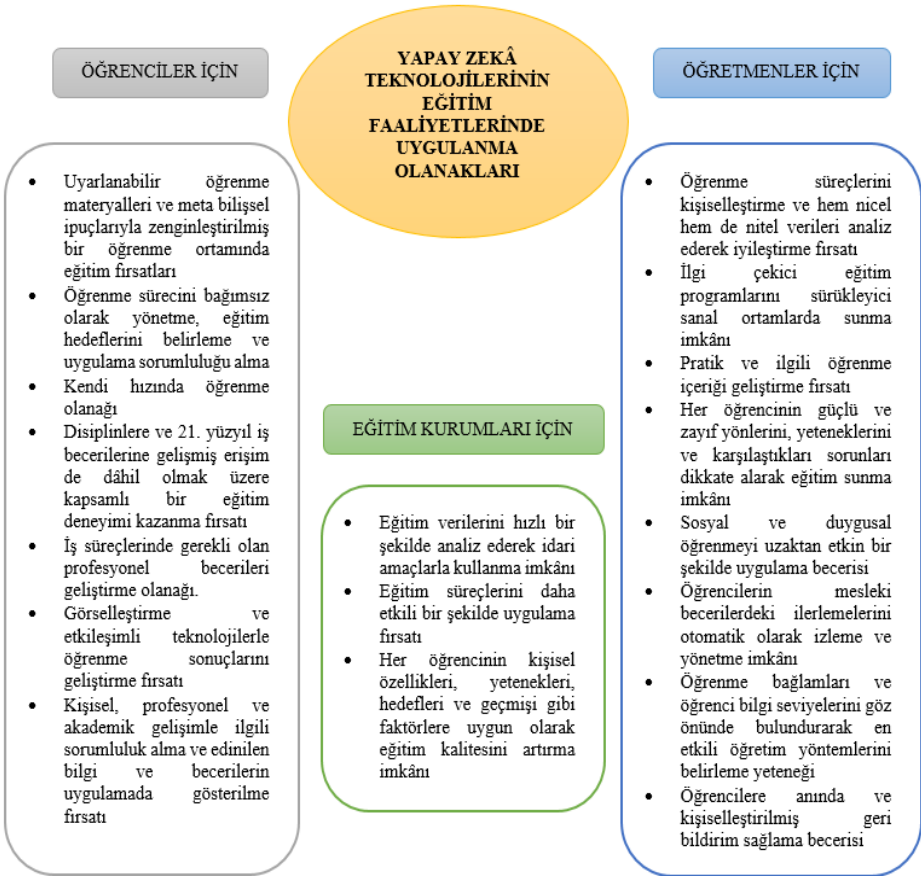
3.2. Eğitimde Yapay Zekâ Teknolojilerinin Kullanımı

Bilgisayar teknolojisi, günümüzde hemen hemen her sektörde yaygın olarak kullanılırken, bu teknolojinin en gelişmiş formlarından biri olan yapay zekâ da eğitim sektöründe önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda yapay zekâ teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte eğitimde yapay zekâ kullanımı giderek belirginleşmektedir (Alan, 2023). Yapay zekânın eğitimde kullanım alanlarına bakıldığında; akıllı değerlendirme ve öğretmen sistemleri, eğitim robotları, sanal

sınıflar, uyarlanabilir öğrenme gibi örnekler öne çıkmaktadır. Bu teknolojiler, sıklıkla tekrarlanan görevleri otomatikleştirerek ve öğretmenlere daha fazla zaman kazandırarak öğretmenlerin öğrencilerle daha fazla etkileşim kurmasını ve zaman geçirmesini sağlamaktadır (Huang ve ark., 2021). Ayrıca, yapay zekâ teknolojileri, öğrencilere bireysel ihtiyaç ve yeteneklerine özel olarak uyarlanmış öğrenme deneyimleri sunabilmektedir (Sekeroğlu ve ark., 2019). Genel olarak, yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanımının, öğretim kalitesini ve öğrencilerin öğrenme çıktılarını iyileştirmede olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Cui ve ark., 2018; Kuo, 2020). Yapay zekâ, öğrencilere akıllı öğrenme ortamlarında kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlama kapasitesine sahiptir. Yapay zekâ, öğrenci gelişimini otomatik olarak izleyebilir ve her öğrencinin bireysel ihtiyaçlarına ve öğrenme stillerine göre belirli geri bildirimler sağlayabilir. Ayrıca, yapay zekâ, eğitimcilerin, öğrencilerin öğrenme bağlamını ve akademik başarısını hesaba katarak en etkili öğretim yöntemlerini uygulamalarına yardımcı olabilir.

3.2.1. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Eğitsel Yararları

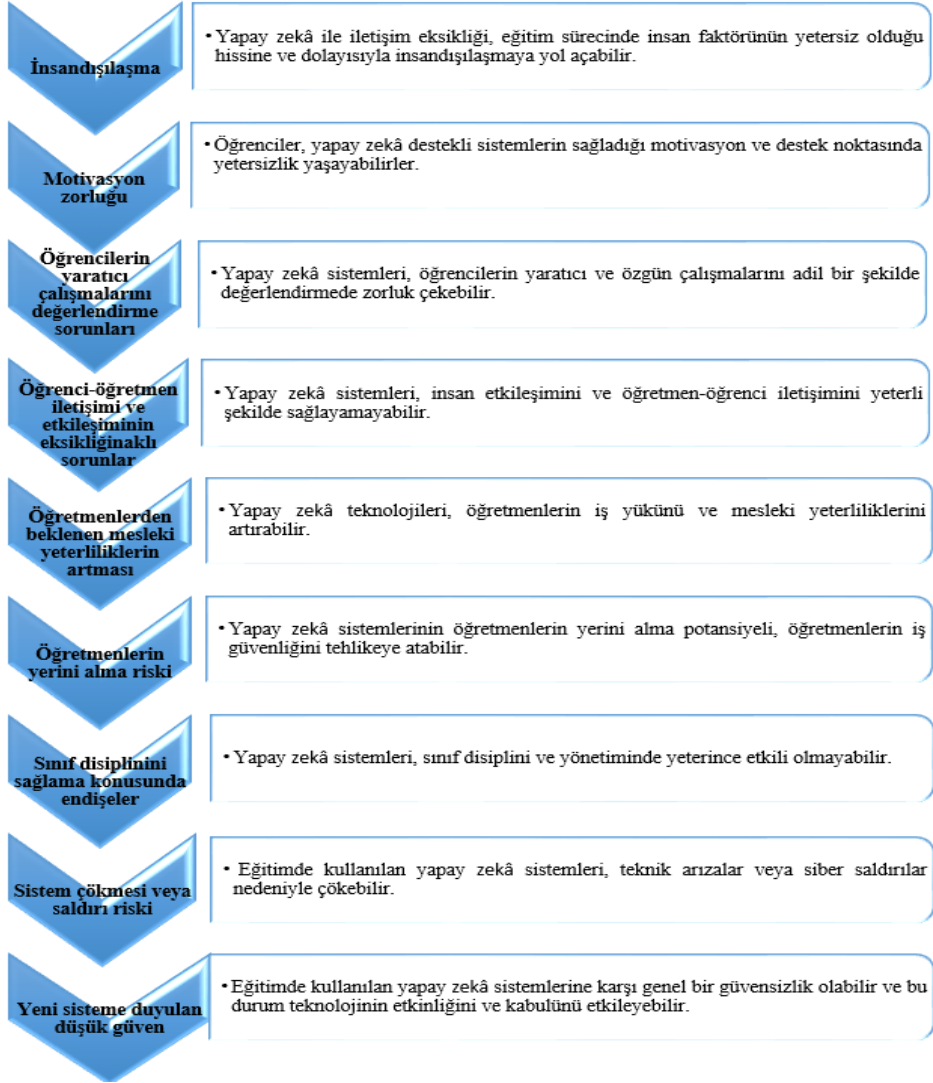
Eğitimde yapay zekâ, öğrencilere çevrimiçi öğrenme fırsatları sunar ve öğrenme deneyimlerini geliştirmek için uyarlanabilir materyaller ve meta-bilişsel ipuçları sağlar. Bu avantajlar, eğitim kurumları, eğitimciler ve öğrenciler için birçok fırsat yaratır. Bu avantajların eğitim kurumları, eğitimciler ve öğrenciler için sunduğu fırsatlar Şekil 1’de özetlenmiştir (Tapalova ve Zhiyenbayeva, 2022):



Şekil 1: Yapay Zekâ Teknolojilerinin Sunduğu Fırsatlar

3.2.2. Yapay Zekâ Teknolojilerinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

Yapay zekânın eğitime entegrasyonu diğer alanlara kıyasla hala düşük seviyededir. Ancak alandaki gelişme hızı göz önüne alındığında, yakın gelecekte eğitimi oluşturan ana paydaşları (eğitim örgütü, öğrenci, öğretmen, veli) etkilemesi beklenmektedir. Bu etki, paydaşlara avantajlar sağlayabilir ancak dezavantajlar da getirmesi muhtemeldir. Bu bağlamda, eğitimde yapay zekâ teknolojilerinin taşıdığı sorunlara ve olumsuz etkilere Şekil 2’de yer verilmiştir (Osetsky ve ark., 2020):



Şekil 2: Yapay Zekâ Teknolojilerinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

3.3. Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları

Yapay zekânın eğitimde kullanımı, dil eğitiminden fen bilimlerine, matematik derslerinden özel eğitim ihtiyaçlarına kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Yapay zekâ araçları, Türkçe derslerinde dil becerilerinin geliştirilmesi, fen bilimlerinde deneysel öğrenme süreçlerinin desteklenmesi gibi

çeşitli uygulamalarla eğitim kalitesini artırmaktadır. Aşağıda, eğitimde kullanılan bazı yapay zekâ uygulamalarına yer verilmiştir (YEĞİTEK, 2024):

- **Edufy**, Türkçe dil bilgisi ve yazım kurallarını öğretmek için kullanılan yapay zekâ destekli bir platformdur. Öğrencilere kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunar ve dilbilgilerini güçlendirmeye odaklanır.
- **MathGPTPro**, matematiksel problem çözme yeteneklerini yapay zekâyla birleştiren bir araçtır. Kullanıcıların karmaşık matematiksel problemleri çözmelerine yardımcı olur ve basit hesaplamalardan karmaşık denklemlere kadar çok çeşitli problemler sunar. Kullanıcılar, kullanıcı dostu arayüzü sayesinde kolayca kayıt olabilir, oturum açabilir ve MathGPTPro'yu misafir olarak kullanabilir. Aracın özellikleri, profesyonelleri, araştırmacıları ve öğrencileri zorlu matematiksel zorluklarla başa çıkmada destekler. MathGPTPro, gelişmiş matematiksel konular üzerinde çalışanlar için etkili bir çözüm sunarak problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlar.
- **Mystery Science**, fen bilimleri eğitimi için tasarlanmış etkileşimli bir platformdur. Bu platform, öğrencilere doğa olayları ve fen konularını anlamalarına yardımcı olmak için çeşitli sorular ve görevler sunar. Öğrenciler, sorular aracılığıyla fen konularını keşfetme ve deneyler yaparak aktif bir öğrenme süreci deneyimleme fırsatına sahip olurlar.
- **Time Zone X**, coğrafya konularını öğretmek için kullanılan bir yapay zekâ oyunudur. Öğrencilere dünya haritasındaki ülkelerin saat dilimlerini ve konumlarını öğretir.
- **Voice Dream Reader**, görme engelli bireyler için tasarlanmış bir uygulamadır. Sesli kitaplar aracılığıyla belgeleri okuma ve dinleme olanağı sunar. Özellikle metinleri seslendirme özelliği ile kullanıcılar, metinlere dinleyerek erişebilir ve farklı kişiselleştirme seçenekleri ile ses ayarlarını ve okuma hızını tercihlerine göre değiştirebilirler.

4. NESNELERİN İNTERNETİ

Nesnelerin İnterneti (IoT) kavramı, ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından fiziksel dünyadaki nesnelerin sensörler aracılığıyla internete bağlanabildiği bir sistemi tanımlamak için kullanılmıştır (Ashton, 2009). Daha sonra bu kavram, International Telecommunication Union (ITU) tarafından 2005

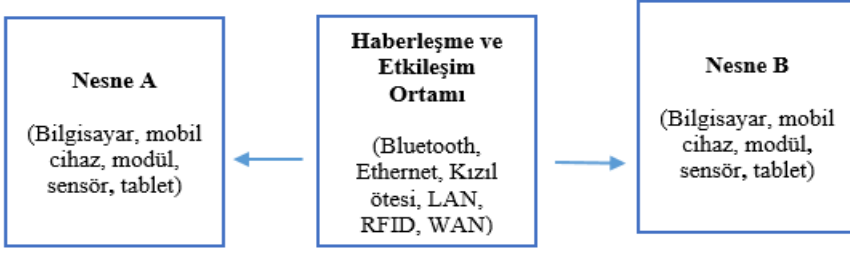
yılında yayımlanan “The Internet of Things” raporunda resmi olarak tanıtılmıştır (ITU, 2005). Bu iki olay, kavramın ilk ortaya çıkışı ve daha geniş bir kitleye duyurulması açısından önemlidir. Ashton’ın sunumu, Nesnelerin İnterneti’nin temel fikirlerinin oluşmasına katkıda bulunurken, ITU raporu, kavramı küresel çapta tanıtmış ve daha geniş bir anlayış yaratmıştır.

“Nesnelerin İnterneti” terimi yeni olsa da, cihazları izlemek ve kontrol etmek için bilgisayarları ve ağ teknolojilerini kullanma fikri uzun bir geçmişe sahiptir. Örneğin, 1970’lerin sonlarında, elektrik şebekesi sayaçları, telefon hatları aracılığıyla uzaktan izlenmiştir (Polsonetti, 2014). 1990’lı yıllarda, kablosuz teknolojideki gelişmeler, “makineden makineye (M2M)” çözümlerini daha yaygın hale getirmiştir. Ancak, bu erken çözümler, genellikle Internet Protocol (IP) tabanlı ağlar yerine kapalı, özel ağlar kullanıyordu. Bilgisayarlar dışındaki cihazları internete bağlama fikri de yeni değildir (Rose ve ark., 2015). 1990’da, internet üzerinden kontrol edilebilen IP özellikli bir tost makinesi sergilenmiştir (Romkey, 2016). 1990 yılında gerçekleştirilen bir konferansta, John Romkey ve Simon Hackett, bir “Sunbeam Deluxe Otomatik Radyant Kontrollü Tost Makinesi”ni internete bağlayarak bu cihazı ilk kez çevrimiçi hale getirmişlerdir. Bu tost makinesi, bir TCP/IP ağı üzerinden internete bağlanmış ve Basit Ağ Yönetim Protokolü kullanılarak uzaktan kontrol edilmiştir. Tost makinesinin üzerinde yalnızca ekmeğin kızarma derecesini ve tost makinesinin açık kalma süresini kontrol eden bir kontrol düğmesi bulunmaktadır. Ancak, ekmeğin tost makinesine yerleştirmek, manuel müdahale gerektiren bir işlem olarak kalmıştır. 1991 yılında düzenlenen bir sonraki konferansta, internet üzerinden kontrol edilebilen bir robot vinç, tost makinesine entegre edilmiştir. Bu robot vinç, bir dilim ekmeği alıp tost makinesine yerleştirerek sistemi tamamen otomatikleştirmiştir (Romkey ve Hackett, 2015). Ayrıca, Carnegie Mellon Üniversitesi’ndeki bir gazlı içecek makinesi (Madakam ve ark., 2015) ve Cambridge Üniversitesi’ndeki Trojan Odası’nda bulunan kahve makinesi de (Stafford-Fraser, 2015) IP özellikli hale getirilmiştir. Bu cihazlar, “akıllı nesne ağları” üzerine yapılan araştırmaların başlangıç noktası olarak gösterilmektedir (Tschofenig ve ark., 2015). Bu araştırmalar, bugünkü Nesnelerin İnterneti’nin gelişmesine temel oluşturmuştur.

Nesnelerin İnterneti (IoT) teriminin; Her Şeyin İnterneti (Internet of Everything/IOE), Nesnelerin Ağı (Web of Things/WoT), Her Şeyin Ağı (Web of

Everything/WoE) ve Makineden Makineye (Machine-to-Machine/M2M) gibi çeşitli karşılıkları bulunmakla birlikte, en yaygın olarak Nesnelerin İnterneti terimi kullanılmaktadır (Gözüaçık, 2015). Bu terimlerin anlamları farklı olsa da pek çok ortak özellikleri bulunmaktadır. Örneğin, Nesnelerin İnterneti sadece nesne, cihaz ve makinelerin birbirleriyle iletişimini ifade ederken; Her Şeyin İnterneti, bu iletişime ek olarak insan-makine ve insan-insan etkileşimlerini de kapsamaktadır. Nesnelerin Ağı, Nesnelerin İnterneti'nden farklı olarak nesnelerin Web standartlarını kullanarak iletişim kurmasını ifade ederken; Her Şeyin Ağı, nesnelere, makineler ve insanların Web standartları üzerinden etkileşimde bulunmasını ifade etmektedir. Bu kavramlar, genel olarak akıllı sistemler ve siber fiziksel sistemler olarak değerlendirilmektedir (Çamurcu ve ark., 2014).

Nesnelerin İnterneti terimi giderek yaygınlaşmakla birlikte, bu terimin ne anlama geldiğini kapsayan ortak bir tanım bulunmamaktadır (Wortmann ve Flücher, 2015). Literatür incelendiğinde, Nesnelerin İnterneti kavramını, çeşitli iletişim protokolleri aracılığıyla birbirleriyle haberleşen ve birbirine bağlı olan, bilgi paylaşarak akıllı bir ağ oluşturan aygıtlardan oluşan bir sistem olarak tanımlamak mümkündür (Ulaş, 2015). Nesnelerin İnterneti, insan dokunuşuna veya veri girişine gerek kalmadan, aygıt ve makinelerin birbirleriyle haberleştiği, veri topladığı ve oluşturdukları bilgilerle kararlar aldığı bir ağ yapısı olarak da tanımlanabilir (Aktaş ve ark., 2016). Genel olarak Nesnelerin İnterneti, belirli ortamlarda çeşitli teknolojileri kullanarak bilgi alabilen, üretebilen ve alışverişinde bulunabilen akıllı nesnelerin (eşyalar, nesnelere, aygıtlar) kullanılmasıdır (Söğüt ve Erdem, 2017). Nesnelerin İnterneti, sensörler, mobil cihazlar ve giyilebilir cihazlar gibi işlemci ve iletişim birimlerine sahip ve internete bağlanabilen birçok nesnenin bir ağıdır. Bu ağ kapsamında milyarlarca nesne çok yakın bir gelecekte birçok alanda hizmet vermeye başlayacaktır (Arıs ve ark., 2015). Tanımlardan da anlaşılacağı üzere “Nesnelerin İnterneti” kavramından bahsedebilmek için en az iki nesne ve bu nesnelere arasında iletişim veya etkileşime izin veren bir ortam olması gerekmektedir. Bu durum Şekil 3'te özetlenmiştir:



Şekil 3: Nesnelerin İnterneti Etkileşim Modeli

Şekil 3'te, **Nesne A** ve **Nesne B**, iki farklı cihazı veya sensörü temsil etmektedir. Bunlar, veri toplayan veya işleyen cihazlar olabilir. Bu nesnelere arasındaki veri alışverişi; Bluetooth, Ethernet, RFID gibi bağlantı teknolojilerini içerebilen **haberleşme ve etkileşim ortamı** aracılığıyla gerçekleşir. Nesne A tarafından gönderilen veriler, belirtilen iletişim ortamı üzerinden Nesne B'ye iletilir. Bu yapı, cihazların Nesnelerin İnterneti sistemlerinde birbirleriyle etkileşime girmesi ve veri paylaşması için gereken temel bileşenleri ve iletişim sürecini göstermektedir.

4.1. Nesnelerin İnterneti Türleri

Nesnelerin İnterneti, farklı türdeki cihazların ağa bağlanıp, birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmasını sağlayan bir sistemdir. Bu sistemde yalnızca insanlar değil, cihazlar ve makineler de iletişim sürecine dahil olabilir (Lee ve ark., 2013). Nesnelerin İnterneti kavramını karşılamak için üç farklı iletişim türü kullanılabilir. Bu iletişim türleri şunlardır (Lee ve Crespi, 2010):

- **İnsandan-insana iletişim** türü, insanların bir cihaz aracılığıyla diğer insanlarla iletişimde bulunmasını sağlar. Örneğin, bir akıllı telefon üzerinden mesajlaşma veya sosyal medyada paylaşım yapma bu kapsama girmektedir.
- **İnsandan-nesneye iletişim** türü, insanların bir cihazla (örneğin, bir televizyon, bilgisayar veya akıllı ev cihazı) özel bilgi alışverişinde bulunmasını ifade eder. İnsanlar bu iletişimi, internet bağlantısı üzerinden televizyon programları, filmler, diziler, canlı yayınlar ve diğer video içeriklerini izlemek veya dosya transferi yapmak gibi amaçlar için kullanabilirler. Ayrıca bu iletişim türü, insanların bir cihazı uzaktan kontrol etmesini de içermektedir.

- **Nesneden-nesneye iletişim** türü, cihazların birbirleriyle veya diğer makinelerle bilgi alışverişinde bulunmasını ifade eder. Örneğin, bir sensör başka bir sensörden veri alabilir veya bir cihaz diğer cihazlarla veri paylaşabilir. Nesnelere, fiziksel ürünler veya dijital içerikler olabilir.

Teknik olarak, radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri ve sensörler gibi bir dizi sensör aygıtıyla gömülü nesnelere, internet üzerinden birbirleriyle ve çevreleriyle iletişim kurarak Nesnelere İnterneti sistemini oluştururlar. RFID, bu sistemin temel bileşeni ve etkinleştiricisi olarak kabul edilir (Torğul, 2015). RFID, genellikle “Elektronik Ürün Kodu” aracılığıyla çok sayıda benzersiz şekilde tanımlanabilir nesneyi izleme yeteneğiyle Nesnelere İnterneti'nin anahtarıdır. Ancak, her yerde bulunan sensör aygıtları, barkodlar veya 2D kodlar da tüm büyük ölçekli gömülü sensörlerle Nesnelere İnterneti için kullanılabilir (Şişmanyazıcı ve Doğan, 2016).

4.2. Eğitimde Nesnelere İnterneti Teknolojisinin Kullanımı

Nesnelere İnterneti, genel olarak, akıllı ortamlar, enerji, kişisel/sosyal uygulamalar, madencilik sağlık, ulaşım ve lojistik gibi alanlarda kullanılmaktadır (Erdem, 2015; Gluhak ve ark., 2011). Ancak, Nesnelere İnterneti'nin eğitim ortamlarında kullanımı hala sınırlıdır. Eğitimde Nesnelere İnterneti ile ilgili sınırlı çalışma olmasına rağmen, bu alanda bazı araştırmalar yürütülmüştür (Gómez, 2013; Marquez ve ark., 2016). 2017 Horizon Raporu'nda, yükseköğretimde eğitim teknolojilerindeki önemli gelişmeler kapsamında önümüzdeki 2-3 yıl içerisinde adapte edilmesi beklenen teknolojilerden birinin Nesnelere İnterneti paradigması olduğu vurgulanmıştır (Adams Becker ve ark., 2017). Raporla, Nesnelere İnterneti uygulamalarının kampüs yaşamını zenginleştirme potansiyeli büyük olarak değerlendirilmektedir. Özellikle bu teknolojinin verimlilik ve güvenlikte önemli iyileştirmeler sağlayacağı öngörülmektedir. Raporla, Nesnelere İnterneti uygulamalarının çeşitli üniversitelerde nasıl kullanıldığı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Virginia Tech Üniversitesi'nde akıllı telefonlar ve akıllı saatler kullanılarak çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. New South Wales Üniversitesi'nde ise sensörler kullanılarak yapılan uygulamalar detaylandırılmıştır. Arlington'daki Texas Üniversitesi'nin LINK Laboratuvarı'nda giyilebilir bilgisayarlar kullanılarak uygulamalar

geliştirilmiştir. Pacific Üniversitesi'nde ise Kinect sensörleri kullanılarak uygulamalar yapılmıştır (Adams Becker ve ark., 2017).

Nesnelerin İnterneti eğitimde kullanılmaya başlandığında, aşağıdaki geçişlerin yaşanması beklenmektedir (Cisco, 2014):

- **Fiziksel katılımı gerektiren eğitimden, herhangi bir yerden ve cihazdan yüksek kaliteli dersler alma olanağına geçiş:** Eğitim sürecinde fiziksel katılım zorunlu hale gelmiş olsa da, Nesnelerin İnterneti teknolojileri bu sınırlamayı ortadan kaldıracak ve öğrencilerin farklı yerlerden ve çeşitli cihazlar kullanarak yüksek kaliteli eğitim almasını sağlayacaktır. Bu geçiş, eğitimde erişilebilirliği ve esnekliği artıracak ve fiziksel alan sınırlamalarını ortadan kaldıracaktır.
- **Belirli zaman ve mekân sınırlamalarından, ölçeklenebilir içeriklere ve her zaman ve her yerde erişilebilen kayıtlı öğrenme süreçlerine geçiş:** Geleneksel eğitim yöntemleri genellikle belirli zaman dilimleri ve yerlerle sınırlıyken, Nesnelerin İnterneti uygulamaları eğitim materyallerinin ve öğrenme süreçlerinin her zaman ve her yerde erişilebilir olmasını sağlayarak zamandan ve mekândan bağımsız bir öğrenme deneyimi sağlayacaktır. Bu geçiş, eğitimin esnekliğini artıracak ve öğrenme süreçlerini ölçeklenebilir hale getirecektir.
- **Statik ve düşük kontrollü eğitimden, bireylerin kendi hızlarında öğrendikleri zengin ve etkileşimli içerikli eğitime geçiş:** Geleneksel eğitim genellikle statik içerik ve sınırlı etkileşim sunarken, Nesnelerin İnterneti teknolojileri bireylerin kendi hızlarında ilerleyebilecekleri ve etkileşimli, zengin içerikler sunabilecekleri bir eğitim ortamı yaratacaktır. Bu geçiş, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimlerini destekleyecek ve bireysel öğrenme süreçlerini daha dinamik hale getirecektir.
- **Tek tip ve maliyetli öğretim kaynaklarından, özelleştirilebilir ve içerik açısından zengin öğretim programı yapılarına geçiş:** Eğitimde kullanılan kaynaklar genellikle tek tip ve maliyetli olabilirken, Nesnelerin İnterneti teknolojileri, öğretim materyallerinin özelleştirilmesini ve zengin içerikli öğretim programlarının oluşturulmasını sağlayacaktır. Bu geçiş, eğitim kaynaklarının çeşitliliğini artıracak ve maliyetleri azaltacaktır.
- **Geçici karar alma süreçlerinden, veri odaklı karar alma süreçlerine geçiş:** Eğitimdeki kararlar genellikle geçici ve anlık bilgilere dayanarak

alınırken, Nesnelerin İnterneti teknolojileri veri toplama ve analiz kapasiteleriyle veri odaklı karar alma süreçlerine geçişi sağlayacaktır. Bu geçiş, eğitim kararlarının daha bilinçli ve bilgiye dayalı olarak alınmasını sağlayacak ve eğitim süreçlerinin etkinliğini artıracaktır.

Bu geçişler, Nesnelerin İnterneti teknolojisinin eğitimde sağlayacağı yenilik ve iyileştirmelerin kapsamını ortaya koymakta ve modern eğitim sistemlerinde daha erişilebilir, kişiselleştirilmiş ve veri odaklı bir öğrenme deneyiminin yaratılacağını göstermektedir.

4.2.1. Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Eğitsel Yararları

Nesnelerin İnterneti, eğitimde önemli bir yenilik olarak kabul edilmektedir. Eğitimde, Nesnelerin İnterneti'nin bilinen örnekleri, akıllı okullar (smart schools) ve akıllı sınıflardır (smart classrooms). Bu teknolojileri eğitime entegre etmek bazı avantajlar sağlayabilir. Nesnelerin İnterneti teknolojisinin eğitimdeki çeşitli avantajlarına aşağıda yer verilmiştir:

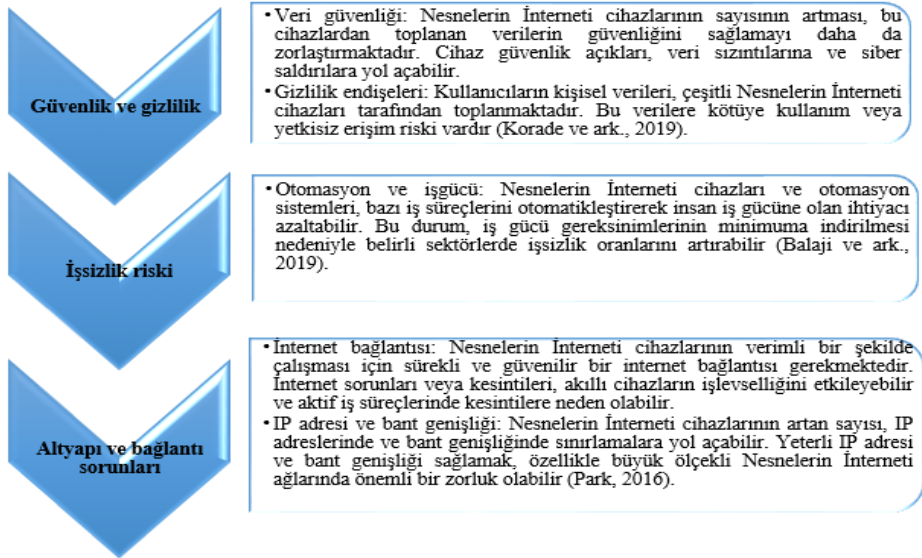
- **21. yüzyıl becerileri ve disiplinlerarası çalışmalar:** Nesnelerin İnterneti, öğrencilere 21. yüzyıl becerileri ve disiplinlerarası çalışmalara uygun bir eğitim deneyimi sağlar (Lai ve ark., 2021; Rodney, 2020; Zhong ve Liang, 2016).
- **Açık ve uzaktan eğitimi desteklemek:** Nesnelerin İnterneti, açık ve uzaktan eğitim uygulamalarına katkı sağlayarak, eğitim materyallerine geniş kitlelerin ulaşmasını sağlar (Altınpulluk, 2018; Mershad ve Hamieh, 2019).
- **Akıllı kampüs potansiyeli:** Nesnelerin İnterneti, kampüs yaşamını daha verimli hale getiren akıllı bir kampüs ortamı sağlamada önemli potansiyellere sahiptir (Majeed ve Ali, 2018; Uskov ve ark., 2016).
- **Bilgisayar bilimi öğretmek için ideal platform:** Nesnelerin İnterneti, bilgisayar bilimi kavramlarının öğretilmesi için uygun bir platform sağlar ve öğrencilerin bu alandaki becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur (Chai ve ark., 2019; Chin ve Callaghan, 2013).
- **Dil ve kültür öğrenimini destekleme:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, sınıflarda görsellerin, nesnelerin ve videoların kullanılmasını sağlayarak, öğrencilerin yeni diller ve kültürler öğrenmesine yardımcı olur (Ning ve Hu, 2012).

- **Gelişmiş e-öğrenme araçları:** Nesnelerin İnterneti, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, giyilebilir teknoloji ve büyük veri gibi çeşitli teknolojilerle birlikte kullanılabilme olanağı sunarak, e-öğrenme ortamlarının daha etkili tasarlanmasına olanak sağlar (Amasha ve ark., 2020; Geris ve ark., 2020).
- **Gelişmiş etkileşim fırsatları:** Nesnelerin İnterneti, hem bireylerin (öğrenciler ve öğretmenler) hem de nesnelerin (fiziksel ve sanal) akademik ortamda daha etkili bir şekilde etkileşim kurmasını sağlar (Marquez ve ark., 2016).
- **Kaliteli öğrenme deneyimleri:** Nesnelerin İnterneti, zengin öğrenme deneyimleri sağlayarak öğrenme çıktılarının kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunur (Bagheri ve Haghghi-Movahed, 2016).
- **Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, öğrencilerin oda sıcaklığını, ışık seviyelerini ve diğer çevresel değişkenleri kendi tercihlerine göre özelleştirmelerine olanak tanıyarak daha konforlu ve etkili bir öğrenme ortamı sağlar (Aydın, 2017; Bagheri ve Haghghi-Movahed, 2016; Zaerov ve ark., 2020).
- **Mühendislik ve diğer derslere entegrasyon:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, mühendislik programlarına ve diğer derslere entegrasyon için uygun bir platform sağlayarak eğitim süreçlerini zenginleştirir (Alharbi, 2020; Kortuem ve ark., 2013; Yang ve Yu, 2016).
- **Öz-yönelimli öğrenmeyi destekleme:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, öğrencilere zaman ve mekândan bağımsız olarak kaynaklara erişim sağlayarak kendi kendine yönlendirilen ve kişiselleştirilmiş öğrenme süreçlerini destekler (Bayani ve Quesada, 2017).
- **Performans analizi ve değerlendirme araçları:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, öğrencileri çeşitli değişkenlere göre analiz etmek ve performanslarını değerlendirmek için etkili araçlar ve uygulamalar sağlar (Mershad ve ark., 2019; Xheladini ve ark., 2017; Yeh ve ark., 2020).
- **STEM eğitiminde deneysel öğrenme:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) konularının deneysel bir şekilde öğretilmesi için ideal bir platform sunarak, STEM alanlarındaki eğitimin kalitesini artırır (Abichandani ve ark., 2022; Charlton ve Avramides, 2016).

- **Yenilikçi öğretim yöntemleri:** Nesnelerin İnterneti teknolojisi, zor konuların öğretimini daha erişilebilir hale getirerek, öğrenmeyi kolaylaştıran yenilikçi yollar ve araçlar sunar (Bajracharya ve ark., 2021).

4.2.2. Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Sınırlılıkları

Nesnelerin İnterneti teknolojisinin sunduğu geniş fırsatlara ve faydalara rağmen, çeşitli sınırlamaları ve dezavantajları da vardır. Bu sınırlamaların bazı önemli noktalarına Şekil 4'te yer verilmiştir:



Şekil 4: Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Sınırlılıkları

4.3. Eğitimde Nesnelerin İnterneti Uygulamaları

Günümüzde Nesnelerin İnterneti ve akıllı teknolojilerin eğitim ortamlarındaki güncel uygulamaları aşağıda listelenmiştir (e-Learning Industry, 2016):

- **Etkileşimli tahtalar**, internet üzerinden bağlanabilen, çeşitli sensörler ve yazılımlar kullanan akıllı cihazlardır. Nesnelerin İnterneti teknolojileri; bulut tabanlı veri paylaşımı, uzaktan güncelleme ve tahtaların diğer akıllı cihazlarla entegrasyonu için kullanılır. Örneğin, öğretmenler bir ders sırasında tahtanın içeriğini anında öğrencilerin kişisel cihazlarına gönderebilir.

- **Kameralar ve videolar**, verileri internet üzerinden aktaran Nesnelerin İnterneti cihazlarıdır. Bu kameralar, genellikle canlı yayın yapabilir, bulut depolama sağlayabilir ve diğer eğitim araçlarıyla entegre olabilir. Örneğin, bir kamera, bir sınıftaki öğrenci davranışlarını izlemek ve analiz etmek için Nesnelerin İnterneti platformlarına bağlanabilir.
- **Tabletler ve e-kitaplar**, genellikle bir internet bağlantısıyla güncellenir ve bulut tabanlı kaynaklara erişim sağlar. Nesnelerin İnterneti, tabletlerin ders materyallerini senkronize etmesine, öğrenci performansını izlemesine ve kişiselleştirilmiş eğitim içeriği sunmasına yardımcı olabilir. Ek olarak, e-kitaplar düzenli olarak güncellenebilir ve tabletlerle sürekli bağlantı halinde olabilir.
- **Sensörlü öğrenci kimlik kartları**, RFID veya NFC (Yakın Alan İletişimi) gibi Nesnelerin İnterneti teknolojilerini kullanarak öğrenci kimliklerini doğrular. Bu sensör kartları, öğrenci giriş ve çıkışlarını izleyebilir, sınıftaki veya okulda belirli alanlara erişim izni verebilir ve öğrencinin konumunu takip edebilir.
- **3D yazıcılar**, genellikle internet üzerinden erişilebilen ve kontrol edilebilen cihazlardır. Nesnelerin İnterneti, 3D yazıcıların uzaktan kontrol edilmesini, baskı süreçlerinin izlenmesini ve yazıcıların bir veri tabanına bağlanarak malzeme veya tasarım bilgilerinin paylaşılmasını sağlar. Örneğin, bir öğretmen öğrencilerin projelerine rehberlik etmek ve baskı sürecini izlemek için bir 3D yazıcıya uzaktan erişebilir.

5. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK

AG teknolojisi, aniden ortaya çıkan bir buluş değil, tarihi bir gelişim sürecinin sonucudur (Çelik, 2024). AG'nin ilk fikirleri, 1901 yılında L. Frank Baum'un "The Master Key" adlı romanındaki "karakter belirteci gözlüğü" ile ortaya çıkmıştır. Bu gözlük, insanların karakter özelliklerini belirlemeye yardımcı olur ve AG'nin ilk temelini oluşturur (Woods, 2014). II. Dünya Savaşı sırasında İngiliz savaş uçaklarında kullanılan radar sistemleri, pilotlara çevredeki nesnelere hakkında bilgi sağlamış (Berryman, 2012), bu da giyilebilir AG teknolojisinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Altınpulluk ve Kesim, 2015). 1960'larda Morton Heilig tarafından 1962'de patenti alınan "Sensorama" adlı simülasyon (Şekil 5), bir film izlerken koku, dokunma ve hissetme duyularını

entegre ederek AG teknolojisinin ilk adımlarını atmıştır (Bilim Çocuk, 2017). 1968’de, Harvard Üniversitesi’nden Ivan Sutherland, “Damokles’in Kılıcı” (Şekil 6) adını verdiği başa takılan görüntüleme sistemi (head mounted display) ile AG teknolojisini giyilebilir teknoloji seviyesine taşımıştır (Sutherland, 1968). Başlangıçta teknolojik kısıtlamalar nedeniyle kullanıcılar tarafından taşınamayan bu cihaz, milenyum dönemi boyunca teknolojik gelişmelerle daha küçük ve hafif hale gelerek bireysel kullanıma uygun hale gelmiştir (Sung, 2011). İlk olarak 1992 yılında Thomas Caudell ve David Mizell tarafından adlandırılan AG kavramı (Caudell ve Mizell, 1992), bilgisayarlar tarafından üretilen video, grafik ve ses gibi çeşitli verilerin gerçek dünya ortamının doğrudan veya dolaylı olarak görülebilen hedef noktalarına bir araya getirilmesiyle ortamın geliştirilmesi ve zenginleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım, 2018).



Şekil 5: Sensorama (Boas, 2013)



Şekil 6: Ivan Sutherland ve Damokles’in Kılıcı (Boas, 2013)

5.1. Artırılmış Gerçeklik Türleri

AG teknolojisi, farklı yaklaşımlar ve teknikler kullanılarak çeşitli uygulama alanlarında kullanılabilir. AG'nin işaretleyici tabanlı sistemlerden işaretsiz ve projeksiyon tabanlı yöntemlere kadar birçok farklı türü vardır. Her AG türü, belirli avantajlar ve sınırlamalar sunarak farklı endüstri ihtiyaçları için uygun hale getirir. Aşağıda, AG teknolojisinin çeşitli türlerine ve bu türlerin uygulama alanlarına ilişkin detaylı bir inceleme yer almaktadır:

- **İşaretçi tabanlı AG uygulamaları**, dijital içeriği gerçek dünyaya yerleştirmek için belirli bir görsel tetikleyici kullanır (Kato ve Billingham, 1999). Bu işaretleyiciler; QR kodları, belirli resimler veya semboller gibi çeşitli biçimlerde olabilir. AG cihazının kamerası bu işaretleyiciyi algıladığında, gerçek dünyada varmış gibi görünen sanal bir nesne veya sahne oluşturulur (Murphy-Chutorian ve Trivedi, 2010). İşaretçi tabanlı AG'nin birçok kullanım alanı olmasına rağmen, bazı sınırlamaları da vardır (Garrido-Jurado ve ark., 2014). AG cihazının işaretleyiciyi net bir şekilde görebilmesi gerekir, yani aydınlatma koşulları, açı ve mesafe, AG deneyimini etkileyebilir. Ek olarak, uygulama yalnızca bir işaretleyici mevcut olduğunda AG içeriğini işleyebilir ve bu da işaretleyicilerin bulunmadığı ortamlarda kullanımını sınırlar. İşaretçi tabanlı AG sistemlerinin genellikle işaretleyici ve AG uygulaması olmak üzere iki ana bileşeni vardır. **İşaretleyici**, AG sistemi tarafından tanınan bir görsel ipucu veya desendir. Bu bir QR kodu, 2D barkod veya özel bir resim olabilir. İşaretleyicinin, kolay tanımlama için yüksek kontrasta ve benzersiz bir tasarıma sahip olması gerekir. **Uygulama**, işaretleyiciyi algılamak için bir kamera (genellikle akıllı telefon veya tablet kamerası) kullanır. Daha sonra, işaretleyiciyi tanımlamak için görüntüyü işler, konumunu ve yönünü hesaplar. Tanımlandıktan sonra, uygulama, gerçek dünyadaki işaretleyicinin üzerine dijital içerik (örneğin, 3B modeller, animasyonlar veya videolar) yerleştirir ve zenginleştirilmiş bir deneyim sunar (Carmigniani ve ark., 2011). Örneğin, bir sergi tabelası, bir AG uygulaması aracılığıyla görüntülendiğinde serginin videosunu veya 3B modelini gösterebilen bir işaretleyici içerebilir (Damala ve ark., 2007).
- **İşaretsiz AG uygulamaları**, “konum tabanlı AG” olarak da bilinir (Rauschnabel ve ark., 2017). Gerçek dünyadaki dijital içeriği üst üste

bindirmek için önceden tanımlanmış bir işaretleyici kullanma ihtiyacını ortadan kaldırır. Bunun yerine, bu tür AG uygulamaları yüzeyler, desenler veya nesnelere gibi ortamdaki özellikleri kullanır. Ayrıca AG içeriğini konumlandırmak için GPS, ivmeölçer verileri veya bilgisayarlı görüş teknikleri gibi teknolojileri de kullanırlar (Klein ve Murray, 2007). İşaretsiz AG'nin çalışma şekli, belirli uygulamaya bağlı olarak değişebilir (Rauschnabel ve ark., 2017). Örneğin, Pokémon Go gibi AG oyunları, oyuncunun konumunu belirlemek için cihazın GPS'ini kullanır ve ardından gerçek dünyada o koordinatlarda dijital yaratıklar oluşturur. Cihazın kamerası gerçek dünyayı yakalar ve oyun dijital yaratıkları bu görünüme yerleştirir. Oyun, oyuncular cihazlarını hareket ettirdikçe dijital yaratıkların görünümünü ve yönünü ayarlamak için cihazın ivmeölçeri ve jiroskobundan gelen verileri kullanır (Rauschnabel ve ark., 2017). İşaretsiz AG uygulamaları, daha fazla esneklik ve daha sürükleyici bir deneyim dahil olmak üzere, işaretçi tabanlı AG uygulamalarına göre birçok avantaja sahiptir. Ancak, daha fazla hesaplama gücü ve daha karmaşık algoritmalar ihtiyacı gibi önemli teknik zorluklar da ortaya çıkarır ve belirli durumlarda işaretçi tabanlı AG uygulamaları kadar doğru veya güvenilir olmayabilir (Rauschnabel ve ark., 2017).

- **Projeksiyon tabanlı AG uygulamaları**, “mekansal artırılmış gerçeklik” olarak da bilinir. Sanal bilgileri fiziksel dünyaya kusursuz ve sezgisel bir şekilde yerleştirmeyi amaçlayan bir AG türüdür. Kullanıcıların bir ekrandan (örneğin, bir tablet, akıllı telefon veya akıllı gözlük) bakmasını gerektiren diğer AG türlerinin aksine projeksiyon tabanlı AG, grafiksel bilgileri doğrudan kullanıcının ortamındaki fiziksel nesnelere üzerine yerleştirmek için dijital projektörler kullanır (Raskar ve ark., 1998). Bu yöntem, kullanıcıların el hareketleri veya dokunma kullanarak yansıtılan görüntülerle etkileşime girmesine izin vererek etkileşime olanak tanır. Örneğin, bir sistem, kullanıcının bir düğmeye dokunduğunu algılamak için bilgisayar görüşü veya diğer algılama teknolojilerini kullanabilir. Bu, kullanıcının AG içeriğiyle daha doğal bir şekilde etkileşime girmesini sağlar (Jones ve ark., 2014). Bu yaklaşımın temel amacı, sanal nesnelere fiziksel nesnelere hizalayarak insanlar ve dijital bilgiler arasındaki etkileşimi daha doğal hale getirmektir. Bu, kullanıcıların ekran ve çevreleri arasında sürekli

geçiş yapmak zorunda kalmaması nedeniyle daha sürükleyici ve sezgisel bir deneyim sağlar (Grubert ve ark., 2016). Günümüzde, araştırmacıların fosilleri yeni yollarla görselleştirmesine ve incelemesine olanak tanıyan, bilgisayar tarafından üretilen bilgileri, fosil örneklerine yansıtma için AG teknolojilerini kullanan sistemler mevcuttur. Örneğin, bu sistemler yeniden yapılandırılmış bir deri yüzeyini fosil bir kafatasına yansıtabilir ve kafatasının şekli ile yaratığın dış görünümünü arasındaki ilişkiyi incelemeye yardımcı olabilir (Bimber ve ark., 2002). Teknolojik gelişmelere rağmen, projeksiyon tabanlı AG teknolojisinde birkaç önemli dezavantaj ve zorluk bulunmaktadır. İlk olarak, projeksiyonların görünürlüğü ve kalitesi, çevredeki aydınlatma koşullarından büyük ölçüde etkilenebilir. Bu nedenle değişen aydınlatma koşullarına uyum sağlayabilen projeksiyon tekniklerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Ek olarak, projeksiyon yüzeylerinin rengi, dokusu ve şekli, yansıtılan görüntülerin görünümünü etkileyebilir. Bu nedenle, doğru ve tutarlı projeksiyonlar sağlamak için bu yüzey özelliklerini hesaba katan algoritmalara ihtiyaç vardır. Son olarak, sanal ve fiziksel nesnelere arasındaki hizalamayı korumak için kullanıcının perspektifinin ve çevredeki fiziksel nesnelere doğru bir şekilde izlenmesi esastır, ancak nesnelere hareket edebildiği dinamik ortamlarda bu hizalamayı elde etmek zorlu bir sorundur (Yu ve ark., 2020).

- **Üst üste bindirme tabanlı AG uygulamaları**, gerçek dünyadaki bir nesnenin orijinal görünümünün kısmen veya tamamen aynı nesnenin artırılmış bir versiyonuyla değiştirilmesi ilkesine dayanır. Bu tür bir değiştirme genellikle nesne tanıma teknolojileri tarafından yönlendirilir. Bu nedenle sistemin onu artırılmış bir versiyonla değiştirebilmesi için nesnenin tanınması gerekir (Kersten-Oertel ve ark., 2013). Örneğin, bir mobilya alışveriş uygulamasında, telefon kamerası mevcut bir mobilya parçasına doğrultulduğunda, uygulama bu nesneyi tanıyabilir ve satın alınabilecek mobilyanın yeni bir 3B modeliyle değiştirebilir. Bu şekilde, yeni mobilyanın mevcut parçanın yerine nasıl görüneceği hakkında bilgi edinilebilir (Langlotz ve ark., 2013). Benzer şekilde, tıp alanında, doktorlar bir cihazı hastaya doğrultabilir ve sistemin belirli anatomik özellikleri tanımasını sağlayabilir. Sistem, hastanın iç organlarının veya sistemlerinin 3B görüntüsünü ekranda sunarak doktorların vücuda doğrudan müdahalede

bulunmadan iç organları görmelerini sağlar (Evangelista ve ark., 2020). Üst üste bindirme tabanlı AG'nin "kısmi üst üste binme" ve "tam üst üste binme" olmak üzere iki ana türü bulunmaktadır. **Kısmi üst üste binme**, orijinal görünümün yalnızca belirli kısımlarının artırılmış içerik ile değiştirilmesini içerir. Örneğin, bir AG uygulaması, odadaki mevcut mobilyaları yeni modellerle değiştirirken, odanın geri kalanı aynı şekilde görünür. **Tam üst üste binme** ise orijinal görünümün tamamının artırılmış içerik ile değiştirilmesini sağlar; IKEA'nın AG mobilya kataloğu, kullanıcıların tüm odanın mobilya parçalarıyla nasıl görüneceğini tam anlamıyla görselleştirmesine olanak tanır (Baier ve ark., 2015). Tüm AG türlerinde olduğu gibi, üst üste bindirme tabanlı AG türü de, doğru nesne tanıma ve izleme, artırılmış nesnelerin gerçekçi bir şekilde işlenmesi ve artırılmış içeriğin gerçek dünya ortamıyla uyumlu bir şekilde bütünleştirilmesi gibi zorluklarla karşı karşıyadır (Langlotz ve ark., 2013).

- **Kenar tabanlı AG uygulamaları**, "kontur tabanlı AG uygulamaları" olarak da bilinir. Sistemin, gerçek dünya nesnelерinin kenarlarını veya konturlarını belirlediği ve vurguladığı bir tür AG türüdür. Bu AG türü, genellikle bir nesnenin belirli özelliklerine veya ayrıntılarına dikkat çekmek için kullanılır, bu da özellikle bakım, eğitim ve tıbbi prosedürler gibi alanlarda yararlı olabilir (Erolin, 2019). AG'nin ana hatlarını çizmenin temel işlemi, nesne tanıma ve kenar algılamayı içerir. AG sistemi, öncelikle nesneyi kameranın görüşünde, genellikle makine öğrenimi veya desen tanıma gibi teknikler aracılığıyla tanımalıdır. Nesne tanıdıktan sonra, sistem, nesnenin konturlarını belirlemek için kenar algılama algoritmalarını kullanabilir. Bu konturlar daha sonra bir şekilde vurgulanabilir veya artırılabilir (Wither ve ark., 2009).

AG oyunları gibi bazı teknolojiler, farklı şekillerde uygulanabilir. Örneğin, AG oyunları hem işaretçi tabanlı (belirli bir işaret veya resim kullanarak) hem de işaretsiz (çevredeki nesnelerle etkileşim kurarak) olarak geliştirilebilir. AG teknolojisi, perakende ve pazarlama gibi farklı alanlarda kullanılabilir, ancak her bir proje bu teknolojiyi farklı şekilde uygulayabilir. Örneğin, bir perakende uygulaması ürünleri sanal olarak deneme olanağı sağlayabilirken, pazarlama kampanyaları etkileşimli reklamlar oluşturabilir (Mendoza-Ramírez ve ark., 2023).

5.2. Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı

Eğitimin önümüzdeki on yılda karşılaşacağı temel zorluklardan biri, öğretim yöntemlerinin evrimidir. Geleneksel öğretim yaklaşımları, dijital toplumun ihtiyaçlarına uyum sağlamak için giderek yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda, bir profesörün bir ders kitabını açıp ders anlattığı ve öğrencilerin bilgileri ezberleyip sınavı geçtikten sonra unuttuğu eski okul modeli artık modern eğitimin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır (Cvetkovski ve ark., 2019; Kamińska ve ark., 2020). Bilginin yaygın ve kolay erişilebilir olduğu günümüz dünyasında, en önemli becerilerden biri hatırlama yeteneği değil, ilgili bilgileri hızlı bir şekilde bulma, doğru şekilde analiz etme ve uygulama becerisidir (Kamińska ve ark., 2023).

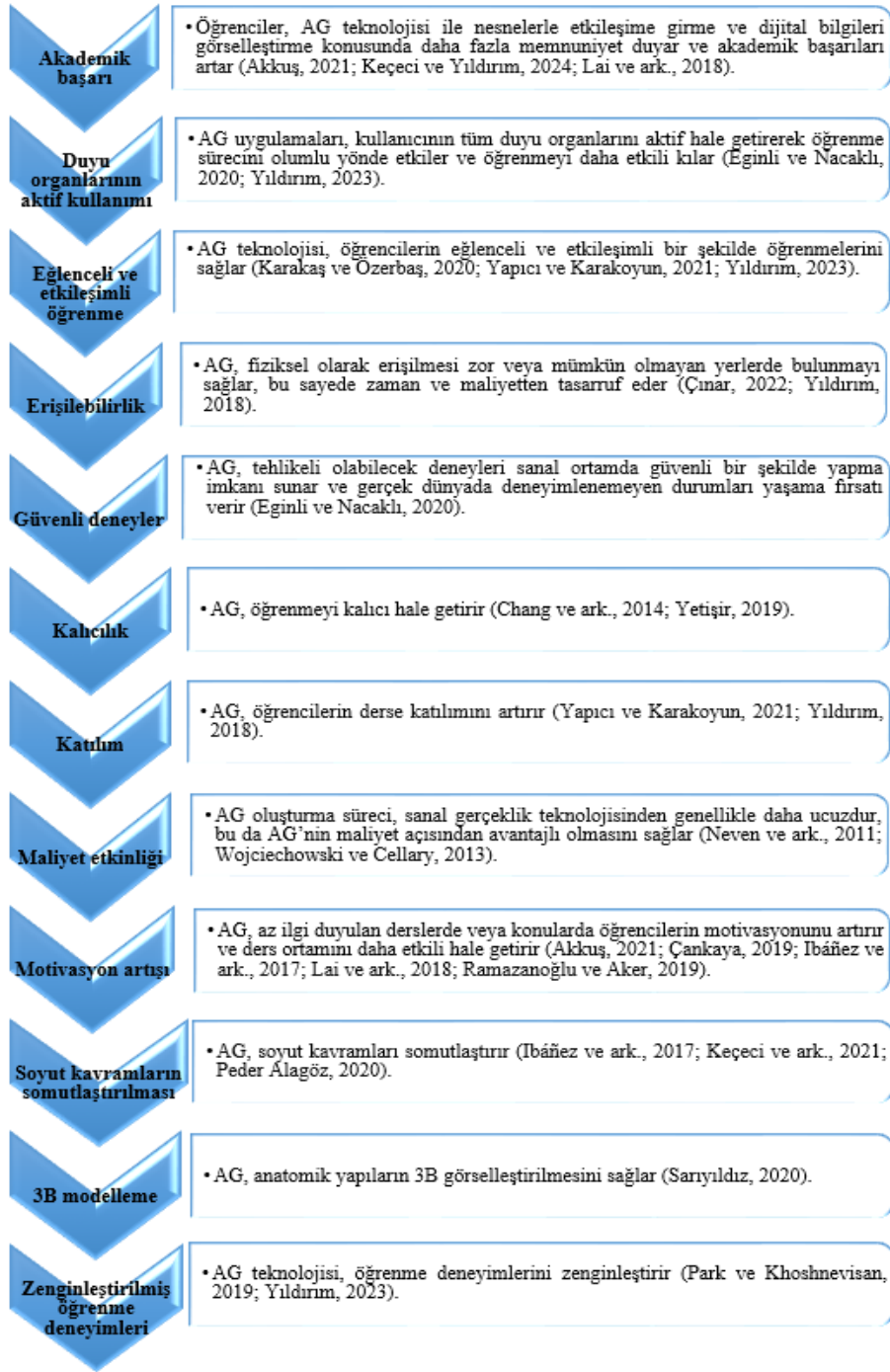
Gelişmiş ülkelerde, mevcut eğitim çerçevesi, aktif öğretim ve öğrenme stratejilerine doğru kaymaktadır. Bu yeni stratejiler, çevrimiçi öğrenme, problem çözüme, yenilikçilik ve diğer modern öğretim yöntemlerini içermekte olup, 21. yüzyılın zorluklarına uygun olarak ilgi çekici bir şekilde bilgi aktarma, öğrencilerin dikkatini çekme ve kişisel deneyimleri zenginleştirme konularına olanak sağlamaktadır. Öğrencilerin duygusal katılımının önemi göz ardı edilmemelidir, çünkü öğrenciler konuya ilgi duyduklarında ve bilginin uygulanabilirliğini anladıklarında, öğrenme süreci daha etkili hale gelir. Bu nedenle, sınıf içi yöntemlerin etkinliğini artırmak için öğretim programlarına çeşitli eğitim teknolojilerini dâhil etmek oldukça önemlidir (Kamińska ve ark., 2023).

AG teknolojisi, bu bağlamda en umut verici ve en hızlı büyüyen teknolojilerden biri olarak öne çıkmaktadır. AG, gerçek dünyayı dijital olarak üretilen görüntü ve seslerle zenginleştirerek etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Bu teknoloji, bilgi edinimini daha ilgi çekici ve etkili hale getirmektedir (Kamińska ve ark., 2023; Yıldırım ve Keçeci, 2024). Çalışmalar, çoğu öğrencinin AG tabanlı dersleri daha iyi hatırladığını ve AG'nin laboratuvar tabanlı gösterilerden daha akılda kalıcı bir ortam sağladığını göstermektedir. AG'nin en yaygın kullanımı mobil uygulamalar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Sanal gerçekliğin aksine, AG uygulamalarının pahalı donanım gerektirmemesi, gençlerin %73'ünün akıllı telefonlara erişebilmesi, AG'nin çok çeşitli kullanıcılara ulaşmasını sağlamaktadır. Eğitimde 2B etkileşimsiz materyallerden 3B etkileşimli materyallere geçiş, eğitimi daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getirmektedir (Kamińska ve ark., 2023).

AG, teknolojisi, bu bağlamda en umut verici ve hızlı büyüyen teknolojilerden biri olarak öne çıkmaktadır. AG, dijital olarak oluşturulmuş görüntü ve seslerle gerçek dünyayı zenginleştirerek etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunar. Bu teknoloji, bilgi edinimini daha ilgi çekici ve etkili hale getirir. Araştırmalar, çoğu öğrencinin AG tabanlı dersleri daha iyi hatırladığını ve AG'nin laboratuvar tabanlı gösterilere göre daha akılda kalıcı bir ortam sunduğunu göstermektedir. AG'nin en yaygın kullanımı mobil uygulamalar üzerinden gerçekleşmektedir. Sanal gerçeklikten farklı olarak, AG, pahalı donanım gerektirmediğinden, gençlerin %73'ü akıllı telefonlara erişim sağlayabilmektedir. Bu durum, AG'nin geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasını sağlar. Eğitimde 2B etkileşimsiz materyallerden 3B etkileşimli materyallere geçiş, eğitimi daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getirmektedir (Kamińska ve ark., 2023).

5.2.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları

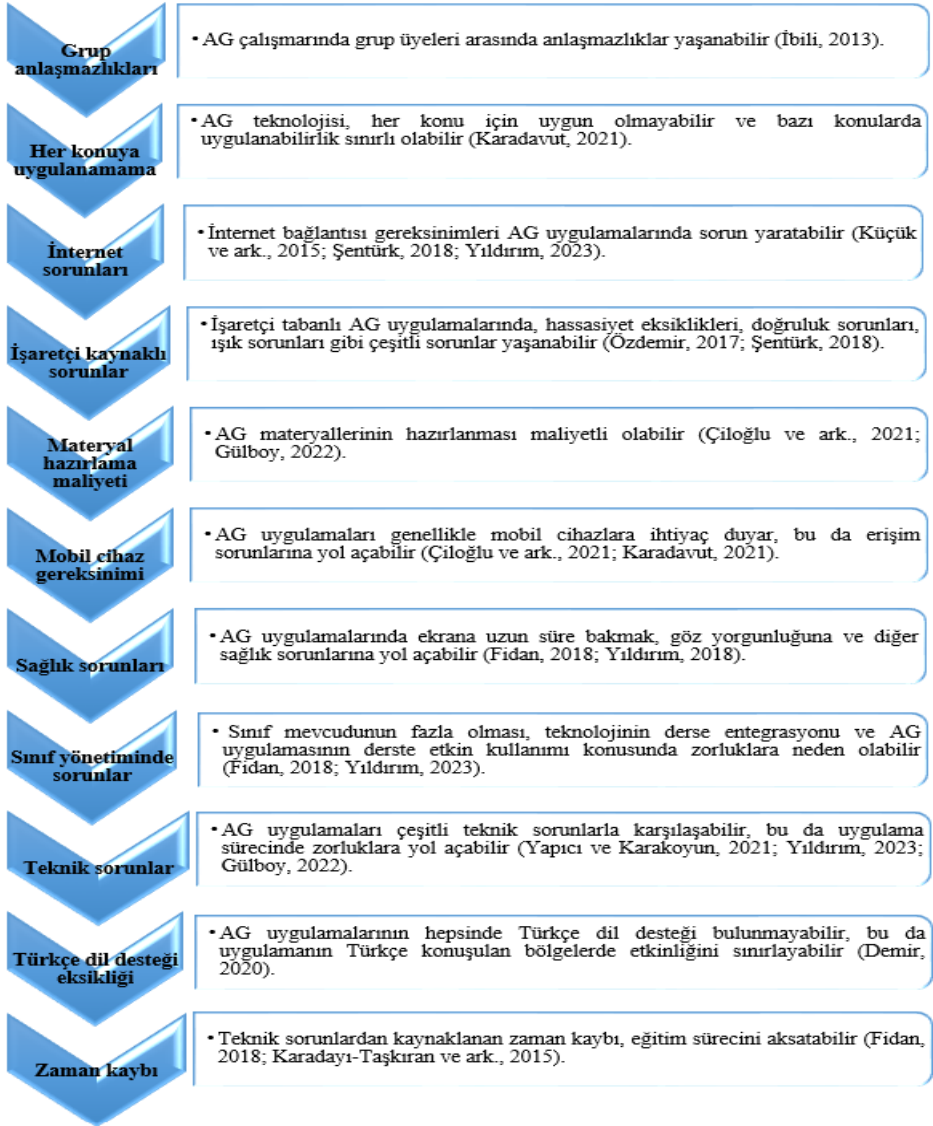
AG, eğitimde önemli bir yenilik olarak kabul edilmektedir. Bu teknoloji, gerçek dünyayı dijital içerikle birleştirerek öğrenme deneyimlerini daha etkileşimli ve etkili hale getirmektedir. AG'nin eğitimdeki potansiyeli, yalnızca bilgi transferini değil, aynı zamanda öğrenme sürecinin kalitesini de artırma kapasitesine sahiptir. Eğitimde AG teknolojisinin çeşitli avantajlarına Şekil 7'de yer verilmiştir:



Şekil 7: Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları

5.2.2. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

Eğitimde AG teknolojisinin sağladığı birçok avantajın yanı sıra, çeşitli sınırlamaları ve zorlukları da vardır. Bu sınırlamalar, AG uygulamalarının etkili bir şekilde kullanılmasını engelleyebilir ve çeşitli sorunlara neden olabilir. Eğitimde AG teknolojisinin karşılaşılabileceği başlıca sorunlar ve sınırlamalara Şekil 8’de yer verilmiştir:



Şekil 8: Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

5.3. Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları

Eğitimde AG teknolojisi, öğretim yöntemlerini dönüştürme ve öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirme konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. AG uygulamaları, çeşitli derslerde farklı şekillerde kullanılabilir. Her uygulama öğretim süreçlerini desteklemek ve öğrencilerin

akademik başarısını artırmak için tasarlanmıştır. Aşağıda, eğitimde kullanılan bazı AG uygulamalarına yer verilmiştir:

- **TISAR-3D**, “Turkish-Islamic Scholars Augmented Reality” kelimelerinin baş harflerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulan eğitim amaçlı bir AG tabanlı uygulamadır. Bu uygulama, Türk-İslam âlimlerinin fiziki tasvirlerini ve buluşlarını detaylı bir şekilde tanıtan sesli ve metin tabanlı eğitim içerikleri sunmaktadır. Uygulama, Türkçe ve İngilizce dil seçenekleriyle kullanıcılarına zengin 3B görsellerle desteklenen bir öğrenme deneyimi sunmaktadır (Yıldırım ve Keçeci, 2024). TISAR-3D uygulaması, “kütüphane” bölümündeki işaretleyici kâğıtlarla çalışarak gerçek dünyada AG deneyimleri yaratmaktadır. Kullanıcılar bu kâğıtları kullanarak uygulamadaki 3B görüntüleri, bilgileri ve diğer içerikleri gerçek dünyada görebilir ve deneyimleyebilir. Uygulama, Google Play Store’den ücretsiz olarak indirilebilir. TISAR-3D uygulamasının ekran görüntüleri Şekil 9 ve Şekil 10’da sunulmuştur (Yıldırım, 2023):



Şekil 9: Âlimler Arayüzü

Uygulamanın ana ekranında yer alan haritadaki bir âlime tıklandığında ve o âlimin AG tabanlı fotoğrafı kameraya gösterildiğinde âlime ait bilgilerin yer aldığı arayüz aktif hale gelmektedir. Bu bölümde Türk-İslam âliminin “hayati”, “çalışmaları”, “bilimsel kişiliği”, “buluşları” ve “kaynakça” başlıklarıyla artırılmış gerçeklikle desteklenen 3B görseli bulunmaktadır.



Şekil 10: Buluşlar Arayüzü

Şekil 9’da yer alan âlimler arayüzündeki “buluşlar” butonuna basıldığında ve buluşun artırılmış gerçeklik tabanlı fotoğrafı kameraya gösterildiğinde, buluşlara ilişkin bilgilerin yer aldığı arayüz aktif hale gelmektedir. Bu bölümde buluşa ait sesli anlatımlar ve artırılmış gerçeklikle desteklenen 3B görseller yer almaktadır.

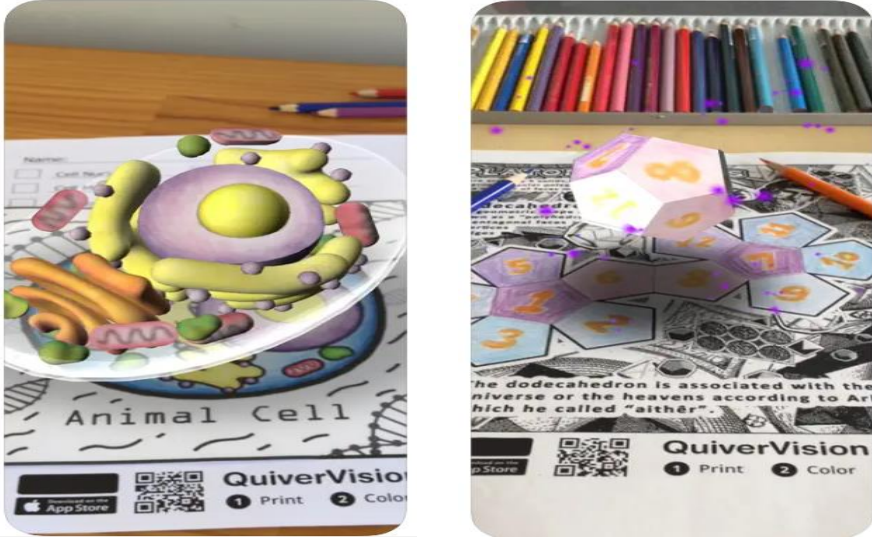
- **Space 4D+**, AG teknolojisini kullanarak kullanıcılara uzaya dair eğitici ve eğlenceli deneyimler sunan bir mobil uygulamadır. Uygulama; Güneş Sistemi, gezegenler, uzay nesnelere, uydular, uzay araçları ve görevleri gibi uzayla ilgili birçok konu hakkında ilginç ve bilgilendirici gerçekler sağlamaktadır. Bu gerçekler sayesinde kullanıcılar, uzay hakkında daha fazla bilgi edinebilir ve onun gizemlerini keşfetme fırsatına sahip olabilir (“Space 4D+”, 2023). Space 4D+ uygulamasının ekran görüntüsü Şekil 11’de sunulmuştur:



Şekil 11: Space 4D+ Uygulamasının Ekran Görüntüsü (“Space 4D+”, 2023)

Akıllı telefonunuzun veya tabletinizin kamerasıyla kartları/kâğıtları taradığımızda, karttaki görüntüler artırılmış gerçeklik teknolojisiyle canlandırılmaktadır. Bu sayede kullanıcılar, uzaydaki gezegenleri, yıldızları, uyduları ve diğer uzay nesnelere 3B olarak görebilirler.

- **Quiver Education;** biyoloji, geometri, gezegenler gibi farklı eğitim konularını ele alarak öğrencilere AG teknolojisi ile etkileşimli öğrenme deneyimleri sunan bir uygulamadır. Bu uygulama, fiziksel renklendirme yöntemini AG teknolojisiyle birleştirerek her sayfayı benzersiz ve etkileşimli bir öğrenme platformuna dönüştürür. Öğrenciler, renklendirdikleri sayfaları akıllı cihazlarının kamerasıyla tarayarak 3B görsel deneyimler yaşayabilirler. Her sayfa, öğrencilere geniş bir öğrenme yelpazesi sunan çeşitli eğitim konularını ve temalarını kapsar. Uygulamaya belirli bir ücret karşılığında Google Play Store ve App Store üzerinden erişilebilmektedir (“Quiver education”, 2016). Quiver Education uygulamasının ekran görüntüleri Şekil 12’de sunulmuştur:

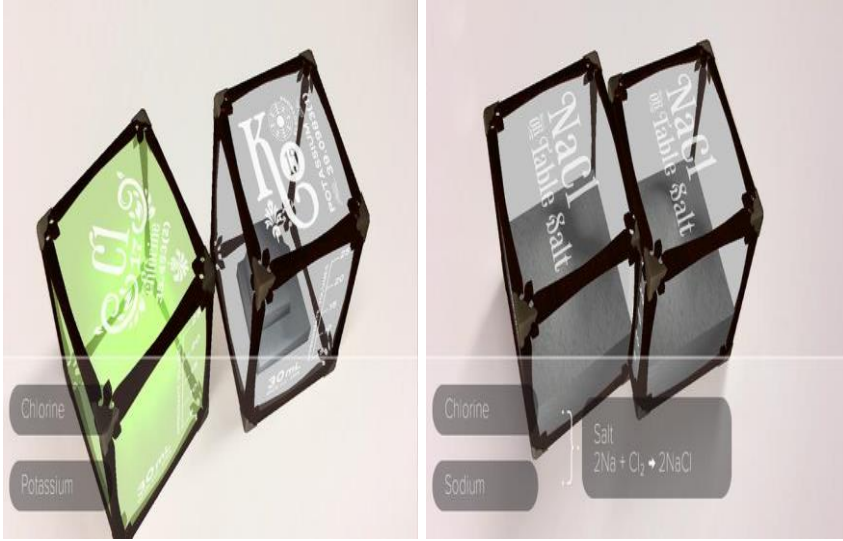


Şekil 12: Quiver Education Uygulamasının Ekran Görüntüleri (“Quiver Education”, 2016)

Öğrenciler web sitesinden indirdikleri sayfaları renklendirerek ve ardından bu sayfaları uygulama üzerinden tarayarak canlandırma sürecine başlayabilirler.

- **Elements 4D**, öğrencilere benzersiz ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunmak için kimya eğitimini AG teknolojisiyle birleştiren bir eğitim uygulamasıdır. Temel olarak uygulama, periyodik tablonun 36 elementinin sembollerini taşıyan basit bloklarla çalışır. Kullanıcılar, bu blokları mobil cihazlarına tarattıklarında, elementlerin dinamik, 4B temsilleri artırılmış gerçeklikle ekranda hayat bulmaktadır.

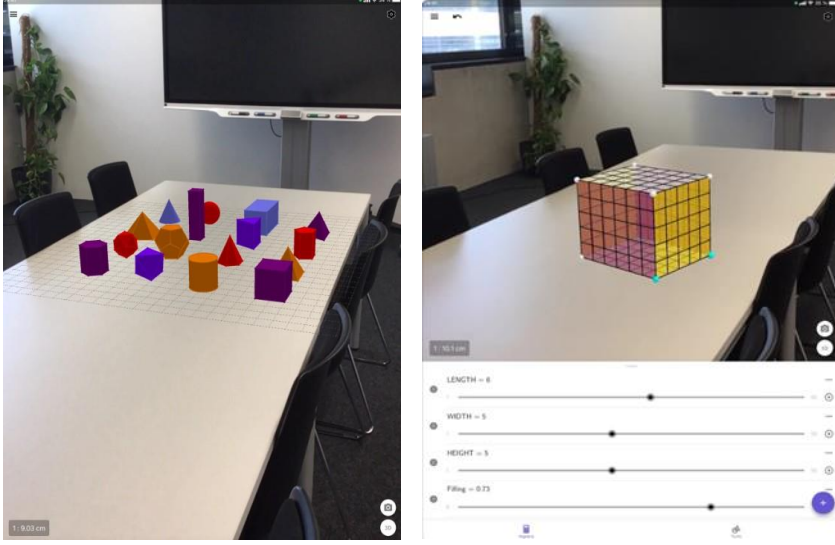
Uygulama, kimyasal elementlerin ve moleküllerin görsel ve etkileşimli bir şekilde nasıl çalıştığını keşfetme fırsatı sunmaktadır. Örneğin, iki elementi birleştirip nasıl tepki verdiklerini ve yeni bileşikler oluşturduklarını gözlemleyebilirsiniz. Ayrıca her öge hakkında ilginç ve eğlenceli gerçekleri öğrenme fırsatı da bulunmaktadır. Uygulamayı kullanmak için özel ahşap bloklar satın alabilir veya ücretsiz olarak indirilebilen ve evde kolayca yapılabilecek kâğıt blokları kullanabilirsiniz (“Elements 4D”, 2013). Elements 4D uygulamasının ekran görüntüleri Şekil 13’te sunulmuştur:



Şekil 13: Elements 4D Uygulamasının Ekran Görüntüleri (“Elements 4D”, 2013)

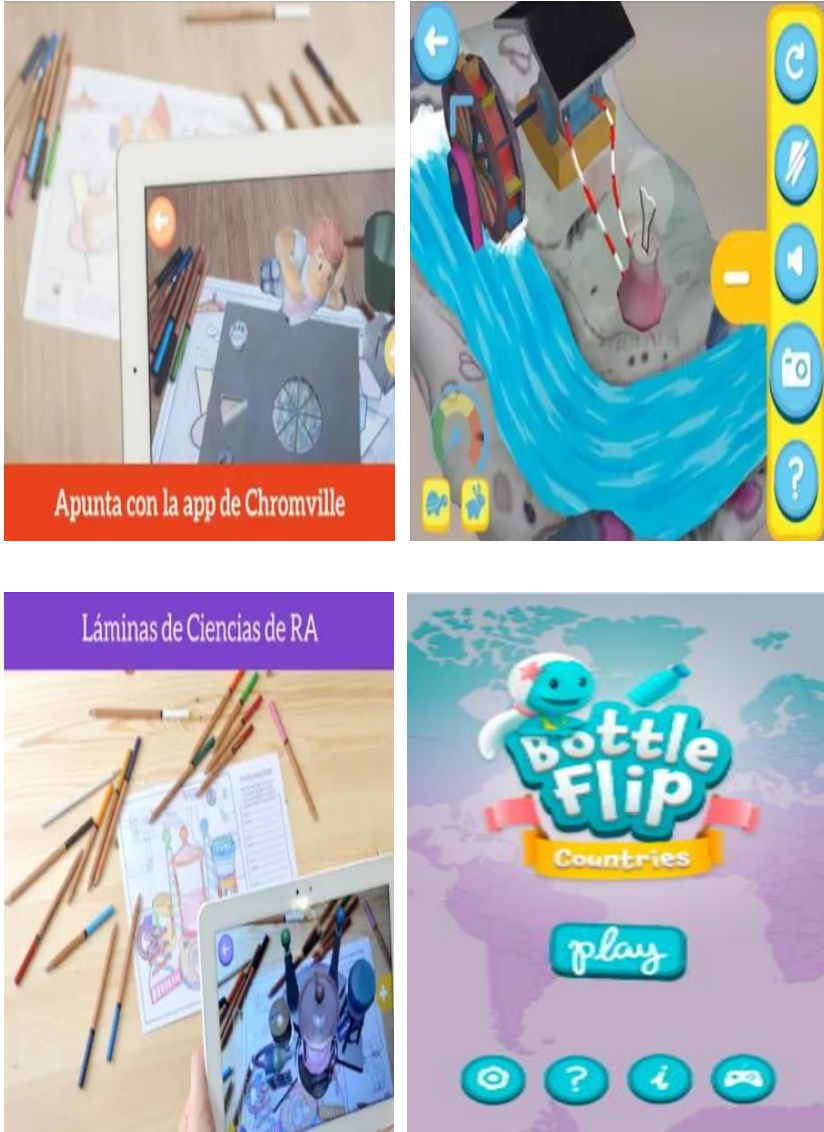
Satın alınan özel ahşap bloklar veya sert bir kâğıt ya da kartona yapıştırılıp kesilerek hazırlanan küp şeklinde bloklar, uygulama başlatıldıktan sonra cihazın kamerasının önüne yerleştirildiğinde, her bir elementin 4D temsili ekranda canlandırılacaktır.

- **GeoGebra**; geometri, cebir, hesap tabloları, grafikler, istatistik, kalkülüs gibi matematiksel alanları bir araya getiren dinamik bir AG uygulamasıdır. Eğitimde güçlü bir araç olarak bilinen GeoGebra, matematiksel kavramları görselleştirmek ve öğretim sürecini desteklemek için çok çeşitli özellikler sunar. Uygulama, dünya genelindeki bir milyondan fazla ücretsiz ders kaynağı ve öğrencilerin ilerlemelerinin gerçek zamanlı olarak takip edilebileceği işbirlikçi platform olan GeoGebra Ders aracılığıyla eğitimcilerle paylaşılabilen zengin bir kaynak havuzuna sahiptir (“GeoGebra”, 2024). GeoGebra uygulamasının ekran görüntüleri Şekil 14’te sunulmuştur:



Şekil 14: Geogebra Uygulamasının Ekran Görüntüleri (“Geogebra”, 2024)

- **Chromville**, AG ve etkileşimli teknoloji kullanarak eğitim ve eğlence alanında yenilikçi araçlar sunan bir platformdur. Özellikle çocuklara yönelik olarak tasarlanmış bu uygulama, hem eğitim hem de eğlence amaçlı çeşitli interaktif özellikler sağlar. Chromville Visual Arts, Barcy by Chromville, Chromville Science ve Bottle Flip Countries olmak üzere farklı eğitim alanlarına yönelik çeşitli uygulamaları bulunmaktadır. Chromville uygulama ailesi, çocukların yaratıcılığının gelişimini ve ihtiyaç ve tercihlerine göre sürekli öğrenme motivasyonlarını desteklemek için teknolojiyi, sanatı ve sekiz çoklu zekâyı bir araya getirmektedir (“Chromville”, 2017). Chromville uygulamalarına ilişkin ekran görüntüleri Şekil 15’te sunulmuştur:



Şekil 15: Chromville Uygulamalarının Ekran Görüntüleri (“Chromville”, 2017)

6. SANAL GERÇEKLIK

Ray Bradbury'nin 1950'de The Saturday Evening Post'ta yayınlanan kısa öyküsü “The Veldt”, sanal gerçeklik kavramının erken bir tasvirini sunmaktadır. Hikâyede, zengin bir aile, çocuklarını mutlu etmek için evlerine görme, duyma ve koku alma gibi duyarları birleştiren bir sanal ortam sistemi kurar. Bu sistem, çocukların 3B bir Afrika bozkırında dolaşmasına olanak tanır. Ancak, aile,

çocuklarının bu sanal dünyaya olan bağımlılıklarının tehlikeli seviyelere ulaştığından endişe duydukları için sistemi kaldırmak ister. Çocuklar ise bu isteğe tepki verir ve daha sonra aile, sanal ortamda Afrika aslanları tarafından parçalanırken görülür. Çocuklar, sanal dünyayı onlardan almaya çalışan ailenin trajedisi karşısında mutlu kalırlar. Bradbury'nin bu hikâyesi, onun sanal gerçeklik kavramının yaratıcılarından biri olarak kabul edilmesine yol açmıştır (Serravalle de Sá ve Bradbury,1950). Öte yandan, bilimkurgu yazarı William Gibson da sanal gerçeklik kavramının yaratıcısı olarak bilinmektedir. Sanal gerçeklik teriminin ilk kez bilim insanı Jaron Lanier tarafından kullanıldığı ve bu bağlamda terimin babası olarak kabul edildiği belirtilmektedir (Oppenheim, 1993, aktaran Kurbanoglu, 1996).

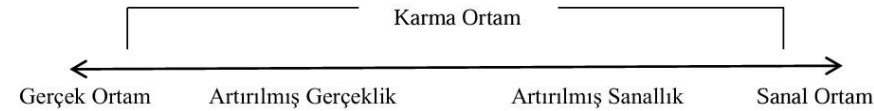
Sanal gerçeklik, bir kişinin, özel insan-bilgisayar arayüzü ekipmanı aracılığıyla simüle edilmiş bir ortamı algıladığı, içine tamamen daldığı ve bu ortamla etkileşime girdiği bilgisayar destekli bir teknolojidir. Kullanıcı, bu ortamda simüle edilmiş nesnelere gerçekmiş gibi etkileşime girer. Birkaç kişi, örneğin bir savaş alanında, ortak bir sentetik ortamda birbirlerini görebilir ve etkileşime girebilir (Mandal, 2013). Sanal bir ortam, başa takılan bir ekranda, bir bilgisayar monitöründe veya büyük bir projeksiyon ekranında görüntülenebilir. Kafa ve el izleme sistemleri, kullanıcıların sanal ortamı gözlemlemesine, hareket etmesine ve manipüle etmesine olanak sağlamak için kullanılır (Mandal, 2013).

Sanal gerçeklik ve AG kavramları sıklıkla karıştırılmaktadır. Sanal gerçeklik, 3B görüntü ve animasyonların bilgisayar ortamında biçimlendirilip üretilmesiyle, teknolojik aygıtlar aracılığıyla bireylere gerçek bir ortamda olma hissi veren ve bireylerin ortamdaki nesnelere etkileşime girebilmesini sağlayan teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Kayabaşı, 2005). AG ise gerçek dünya görüntüsünün, bilgisayar ortamında biçimlendirilip üretilen sanal verilerle eş zamanlı olarak zenginleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlardan yola çıkarak Azuma (1997), AG'nin sanal gerçekliğin bir türevidiğini belirtmiştir. Sanal gerçeklikte, etkinlikler gerçek dünya yerine sanal dünyada gerçekleştirilirken; AG'de ise gerçek dünya görüntüsünün arka plan olarak kullanıldığı ortama sanal nesnelere, animasyonlar, 3B görüntüler vb. eklenerek zenginleşme sağlanmaktadır (Billinghurst ve ark., 2001; Kerawalla ve ark., 2006). Sanal gerçeklikte kullanıcı tamamen yapay bir ortamda bulunup sadece sanal dünyayı görebiliyorken, AG'de kullanıcı hem kendisini çevreleyen gerçek

dünyayı hem de üzerine eklenen sanal nesnelere aynı anda görme imkânına sahip olmaktadır. Başka bir deyişle, sanal gerçeklikte tamamen sanal dünyanın içinde olma, gerçeklik ve içine dalma gibi unsurlar varken, AG’de gerçek dünyadan tamamen kopma söz konusu değildir.

Azuma (1997), AG teknolojisinin sınırlarını belirlemek ve AG ile sanal gerçeklik kavramları arasındaki karışıklığa son vermek amacıyla yaptığı çalışmada, AG’nin sahip olması gereken üç ayırt edici özelliği; “gerçek ve sanal ortamı bir araya getirme”, “gerçek zamanlı etkileşim sağlama” ve “3 boyutta çalışma” şeklinde ifade ederek sınırlarını net bir şekilde tanımlamıştır.

Milgram ve Kishino (1994) ise gerçeklik ile sanallık arasındaki bağlantıyı açıklığa kavuşturmak ve AG’nin gerçeklik ile sanallık arasındaki konumunu ortaya koymak amacıyla “Sanallık Sürekliliği” diyagramını oluşturmuştur (Şekil 16).



Şekil 16: Sanallık Sürekliliği

Bu diyagrama göre gerçek ortam, sürekliliğin en sol noktasındadır. AG, bilgisayar ortamında biçimlendirilen ve oluşturulan sanal verilerin gerçek ortama eklenmesiyle oluşur. Sanal ortam, sürekliliğin en sağ noktasındadır. Artırılmış sanallık, tamamen sanal nesnelere oluşan bu ortamlara gerçek nesnelere eklenmesiyle oluşur. Sanallık sürekliliği diyagramında soldan sağa doğru hareket edildikçe sanal nesnelere miktarı artarken, gerçeklikle ilişkisi azalır.

AG ve sanal gerçeklik arasındaki ilişki, Akın ve Uzun (2022) tarafından Şekil 17’deki gibi görselleştirilmiştir:

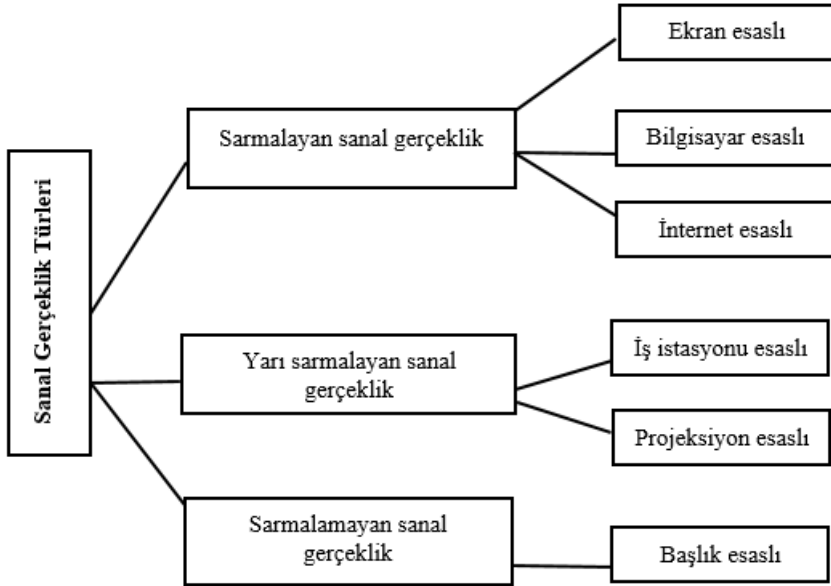


Şekil 17: AG ve Sanal Gerçeklik Arasındaki İlişki

Bu şekilde göre en solda gerçek bir mekân vardır. Ortada, soldaki gerçek dünya görüntüsüne sanal olarak üretilmiş 3B boru modelleri eklenmiştir. En sağda ise, ortam ve nesnelere tamamen sanaldır. “Ev” örneğinden gidersek, evin bir parçası olan oturma odası “gerçek bir ortam”dır. Akıllı telefonlara veya tabletlere yüklenecek bir AG uygulamasıyla gerçek bir ortam olan oturma odasına farklı koltuk veya halı modellerinin sanal olarak yerleştirilmesi “AG ortamı”nı yansıtır. Sanal gerçeklik başlığı ve kontrol cihazları kullanılarak tamamen sanal bir ev tasarlamak ise “sanal gerçeklik ortamı”nı yansıtır. Özetle, **gerçek ortam**, fiziksel olarak var olan ortamı ifade eder; **AG**, bu gerçek ortama sanal öğeler ekler, **sanal gerçeklik** ise tamamen sanal bir ortam sunar.

6.1. Sanal Gerçeklik Türleri

Sanal gerçeklik başlıklarının çeşitliliği; kullanılan bileşenler, özellikler ve donanımlardaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Sanal gerçeklik başlıkları, sahip oldukları veya sahip olmadıkları özelliklere ve donanımlara göre sınıflandırılabilir. Ayrıca, bu başlıkların çalışma prensipleri sınıflandırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanda çeşitli sınıflandırma yöntemleri vardır. Bunlardan biri Castello (1997) tarafından geliştirilen ve Şekil 18’de sunulan sınıflandırmadır:



Şekil 18: Sanal Gerçeklik Türleri

Castello'nun yaptığı sınıflamaya bakıldığında; bilgisayar tabanlı, ekran tabanlı, başlık tabanlı gibi birçok farklı alt sınıfın olduğu görülmektedir. O yıllardan bu yıllara gelişen teknolojiyle birlikte yeni ürünler ve kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bazı noktalarda kavram karmaşası yaşanabilmektedir. Bu karmaşa literatürde de görülmektedir (Şimşek ve Can, 2019). Örneğin, gerçek dünya ile sanal nesnelere birleştirmeye dayalı uygulamalar bugün AG adı altında ayrı bir alan olarak tanımlanırken, o dönemlerin kaynaklarında sanal gerçeklik ve sanal gerçekliğin bir alt sınıfı olarak tanımlanabilmektedir. Bu nedenle, bu kitapta, günümüz sanal gerçeklik tanımına uygun olduğu düşünülen ve doğrudan sanal gerçeklik başlıklarının çalışma prensiplerine dayanan sınıflama;

- Bilgisayar destekli sanal gerçeklik başlıkları,
- Mobil cihaz destekli sanal gerçeklik başlıkları,
- Bağımsız sanal gerçeklik başlıkları olmak üzere üç alt başlık altında ele alınmıştır.

Bilgisayar destekli sanal gerçeklik başlıkları, bir bilgisayara ihtiyaç duyar ve bu bilgisayar üzerinden sanal bir ortam gösterimi sağlar. Yani içerisinde işletim sistemi barındırmayan bu başlıklar, bilgisayardan aldıkları görüntüleri

başlıkta görüntülerken, bilgisayarın işletim sistemini ve ekran kartını kullanırlar. Bu başlıklar genellikle kablolu olup, aldıkları verileri kablolar aracılığıyla iletirler. Bu durum, görüntü kalitesi ve internetten bağımsız olma açısından önemli avantajlar sağlarken, mobil kullanım ve bağımsız olma açısından dezavantajlar barındırmaktadır (Özer, 2023).

Mobil cihaz destekli sanal gerçeklik başlıkları, tıpkı bilgisayar destekli sanal gerçeklik başlıkları gibi kendi içerisinde bir işletim sistemi barındırmaz. Cep telefonu ve tablet gibi farklı mobil cihazlar üzerinden sanal gerçeklik deneyimi yaratırlar. Bu deneyim, genellikle bir telefon veya tabletin plastik bir kutu içerisine yerleştirilmesiyle sağlanır. Bu başlıklar, sadece mobil cihazda açılan uygulamanın veya görüntünün içeriğini görüntüleyebilir (Özer, 2023).

Bağımsız sanal gerçeklik başlıkları, içerisinde bir işletim sistemi, RAM belleği ve depolama alanı barındıran başlıklardır. Bu başlıklarda sanal gerçekliği deneyimlemek için farklı bir cihaza ihtiyaç duyulmaz. Wi-fi ve bluetooth gibi dâhili bağlantı tipleri vardır. İçerisinde barındırdığı işletim sistemi ve uygulama marketleri sayesinde tıpkı cep telefonlarında olduğu gibi internet üzerinden uygulamalar yüklenebilmektedir. Yine tıpkı cep telefonlarında olduğu gibi depolama alanı ve RAM belleği yeterli olduğu sürece başlığa farklı uygulamalar yüklenebilmektedir (Özer, 2023).

Sanal gerçeklik başlıklarının; dâhili hoparlörlü/hoparlörsüz, kablolu/kablosuz, kameralı/kamerasız, kumandalı/kumandasız, vücut takip sensörlü/sensörsüz olmak üzere donanıma dayalı çeşitli sınıflandırmaları da mevcuttur (Özer, 2023).

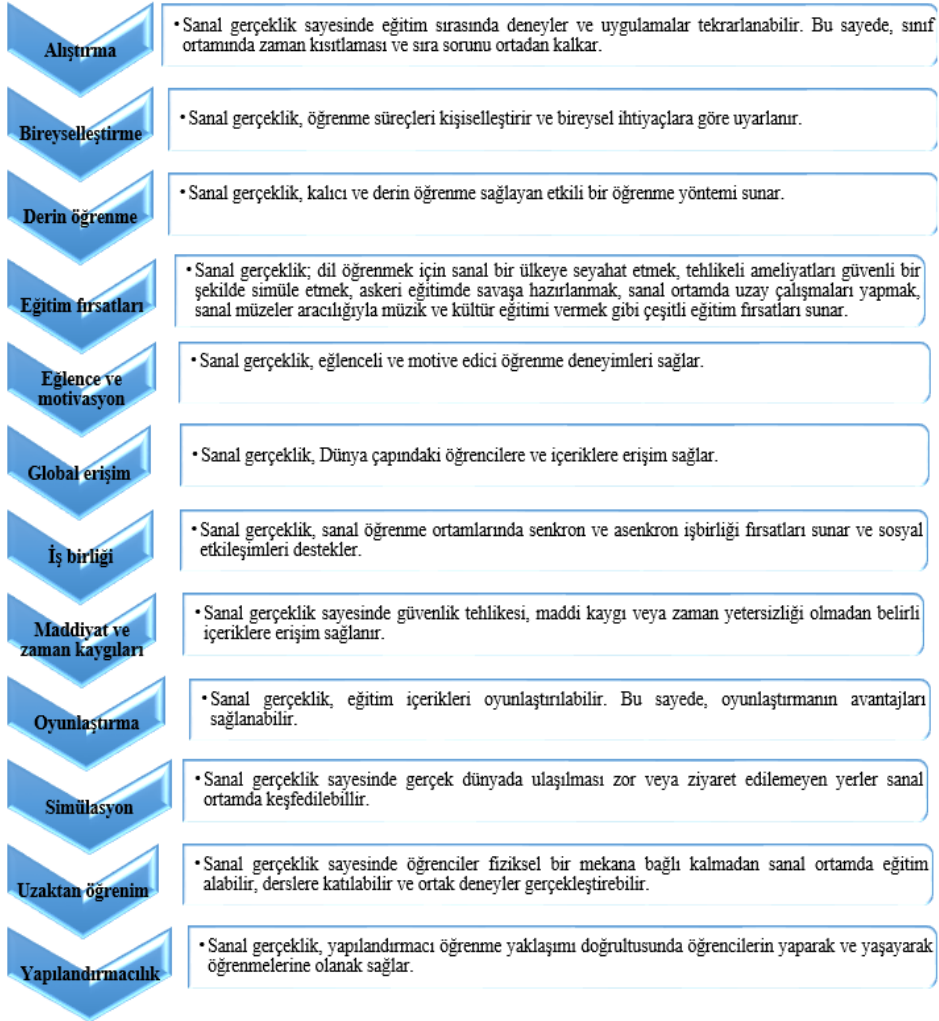
6.2. Eğitimde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı

Sanal gerçeklik uygulamaları geleceğin eğitim araçlarından biri olarak tanımlanabilir. Hatta sanal gerçekliğin geleceğin yeni öğretim ortamlarını yaratacağı düşünülmektedir (Kayabaşı, 2005). Sanal gerçeklik uygulamaları; tarihi olayları yeniden gösterme, sanal olarak gidilmesi/görülmesi zor veya imkânsız yerlere gitme, deneyimlenmesi zor olay ve olguları deneyimleme gibi çok önemli işlevleri yerine getirebilir. Bu süreçte güvenlik açıklarının ortaya çıkabileceği durumların da önüne geçilmiş olur. Örneğin, öğrencileri aktif bir yanardağa götürmek tehlikelidir. İnsan hatalarının maliyetli olduğu durumlarda olumsuz sonuçları önlemek için sanal gerçeklik önemli bir alternatiftir. Bir diğer boyut ise maliyet boyutudur. Gerçek hayatta yüksek maliyetle yapılabilecek

deneyimler, sanal gerçeklikle düşük maliyetle yapılabilir (Bayram, 1999). Tüm bunlar göz önüne alındığında sanal gerçekliğin diğer alanlarda olduğu gibi eğitimde de kullanımı cazip hale gelmektedir. Sanal gerçekliğin K-12, hatta üniversite düzeyinde bile kullanılma ve programlara eklenme potansiyeli vardır (Kayabaşı, 2005). Sanal gerçeklikle öğrenciler, gördükleri görüntüler, duydukları sesler ve bunların içerdiği bilgiler sayesinde aktif katılımcılar haline gelebilmektedirler. Bu bağlamda, sanal gerçeklik uygulamaları, eğitimcilerin sanal dünyalar ve deneyimler aracılığıyla çağa uygun bir şekilde ders uygulamalarını tasarlamalarına ve test etmelerine olanak tanımaktadır. İnternetteki olanakların artması, sanal gerçeklik alanını da etkilemiştir. Sanal gerçeklik başlıkları ile internete bağlanmak, sanal gerçeklik alanındaki olanakları büyük ölçüde artırmıştır. Sanal gerçeklik aracılığıyla farklı kişilerle iletişim kurabilme olanağı da internetle birlikte gelmiştir. Bu olanak, öğrencilerin eğitim alanında sanal ortamda arkadaşlarıyla buluşmalarını, çalışmalarını ve etkileşimde bulunmalarını sağlamıştır. Aynı zamanda özelleştirilebilir öğrenme ortamı, fiziksel engellerle karşılaşmadan eğitime erişim ve yaratıcı öğrenmeye teşvik gibi avantajlar da sanal gerçeklikle birlikte gelmiştir (Can ve Şimşek, 2016).

6.2.1. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları

Eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin çeşitli avantajlarına Şekil 19'da yer verilmiştir (Kavanagh ve ark., 2017):



Şekil 19: Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitsel Yararları

6.2.2. Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

Eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin başlıca dezavantajları ve sınırlamalara Şekil 20’de yer verilmiştir (Kavanagh ve ark., 2017).



Şekil 20: Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimdeki Sınırlılıkları

6.3. Eğitimde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Günümüzde gelişen eğitim olanaklarından biri olan sanal gerçeklik uygulamaları, sahip oldukları teknolojik özellikler sayesinde kullanıcıların etkileşimli sanal öğrenme deneyimleri yaşamalarına olanak tanır (Can ve Şimşek). Aşağıda, eğitimde kullanılan bazı sanal gerçeklik uygulamalarına yer verilmiştir (Kaya, 2023):

- **ARuVR**, sanal gerçeklik eğitiminin en ön saflarında yer almaktadır. Şirket; işletmelere, kodlama uzmanlarına ihtiyaç duymadan, artırılmış ve sanal gerçeklikte kendi sürükleyici eğitim deneyimlerini yaratmaları için ihtiyaç duydukları araçları sağlamaktadır. Özellikle kapsamlı genişletilmiş gerçeklik bilgisi olmayan kişiler için tasarlanmış, genişletilmiş gerçeklik inovasyonu için dünyanın ilk kurumsal düzeyde, uçtan uca platformudur. ARuVR ekosistemi içinde, şirketler, kapsamlı bir genişletilmiş gerçeklik oluşturma sistemi, gerçek zamanlı oturum kontrolleri ve insanları gerçekten güçlü ve sürükleyici eğitim deneyimleriyle bir araya getirmeyi amaçlayan

canlı yayın araçları bulabilirler. ARuVR ortamının tüm bileşenleri, herhangi bir şirketin veya eğitim kurumunun, herhangi bir genişletilmiş gerçeklik uzmanlığı olmadan öğrencileri için gerçekten benzersiz bir deneyim yaratmasını sağlamak için birlikte çalışmaktadır.

- **Avantis Education**, Birleşik Krallık merkezli bir eğitim teknolojisi şirkettir. Şirketin geliştirdiği “**Eduverse**”, eğitimciler için tasarlanmış bir sanal gerçeklik ve AG platformu olup, kullanıcıların herhangi bir web özellikli cihazdan erişebildiği ve öğretmenlerin öğretim programlarına uygun içeriklere kolayca erişebilmelerini sağlayan bir platformdur (Avantis Education, 2024).

Eduverse, öğrencilere etkileşimli ve sürükleyici bir öğrenme deneyimi sunmayı amaçlar. Öğretmenler, Eduverse tarafından sunulan tarih, fen, edebiyat gibi çeşitli ders içerikleriyle öğrencilerin ilgisini çekebilir ve onların daha derinlemesine öğrenmelerini sağlamak için 3B modeller, 360° görüntüler ve videolar gibi çok çeşitli sanal gerçeklik ve AG kaynaklarını kullanabilirler. Platform, öğrencilerin keşfedilebilir sahneler ve etkileşimli materyallerle insan hücresinden gezegenlere kadar birçok farklı konuyu incelemelerine olanak tanır. Eduverse, platformlar arası uyumlu olup web tabanlı bir çözüm olarak sunulmaktadır. Yalnızca sanal gerçeklik gözlüklerinde değil, aynı zamanda tabletlerde, telefonlarda, dizüstü bilgisayarlarda ve normal bilgisayarlarda da çalışmaktadır (Avantis Education, 2024). Eğitimciler, temel Eduverse sistemine ücretsiz erişebilirler. Platform, uzaktan ve hibrit öğrenme çözümlerini destekler niteliktedir. Ayrıca öğrencilere sanal geziler sunan bir “Eduverse Expeditions” eklentisi de bulunmaktadır (Kaya, 2023).

- **Frame**, bugüne kadar mevcut olan en iyi sanal gerçeklik iş birliği platformlarından biridir. Frame, eğitimcilerin ve işletmelerin kendi metaverse tarzı ortamlarında benzersiz öğrenme deneyimleri yaratmalarını sağlar. Frame ekosistemi bir WebX uygulamasıdır, yani, uygulamaya yalnızca sanal gerçeklik başlıklarından değil, aynı zamanda web tarayıcılarından ve diğer cihazlardan da erişilebilir. Frame ile içerik oluşturucular kendi öğrenme ortamlarını sıfırdan tasarlayabilir veya mevcut bir şablonu kullanarak içerik eklemeye başlayabilir. Bu uygulama ile öğrenciler küçük gruplara ayrılabilir ve farklı sanal gerçeklik içeriklerini

deneyimleyebilir. Frame sanal etkinliklere ev sahipliği yapmak için de kullanılabilir.

- **Prisms**, öğrencilere etkileşimli ve sürükleyici bir şekilde matematik ve fen bilimleri konularını öğretmeyi amaçlayan bir sanal gerçeklik platformudur. Bu platform, özellikle ortaokul ve lise seviyelerinde, zor kavramların öğrenilmesini kolaylaştıran kinestetik ve görsel öğrenme deneyimleri sunar. Öğrenciler, sanal gerçeklik ortamlarında aktif olarak görevler gerçekleştirerek matematiksel ve bilimsel prensipleri keşfederler (Prisms, 2024). Örneğin, öğrenciler, bir çöp toplama kampanyasında çöplerin geri dönüşümüyle ilgili veriler üzerinde çalışarak doğrusal regresyon gibi matematiksel kavramları öğrenebilirler.

Prisms, matematiksel kavramlardan fen bilimine kadar uzanan etkileşimli simülasyonlar sunar. Öğrenciler, çeşitli bilimsel ve matematiksel sorunları çözmek için sanal bir ortamda veri toplar, bu verileri grafikleştirir ve analiz eder (Prisms, 2024). Örneğin, bir öğrenci, artan bir şehir nüfusunun atık üretimi üzerindeki etkisini incelemek için bir çöp sahasını simüle ederek doğrusal regresyon ve en uygun doğrusal eğri gibi kavramları öğrenebilir. Prisms, ayrıca öğretmenler için de kapsamlı mesleki gelişim fırsatları sağlar. Öğretmenler, Prisms modüllerini sınıflarında etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için eğitim ve sınıf içi etkinlikleri yönlendirme konusunda destek alabilirler. Platform, öğretmenlere sanal gerçeklik donanımı ve öğretim materyalleri ile sürekli destek sağlayarak, öğrenci başarısını garantilemek için ihtiyaç duydukları araçları sağlar (Prisms, 2024).

- **VictoryXR**, eğitim meta evreninde lider konumda olan bir platformdur. Okullara ve şirketlere kapsamlı bir eğitim çözümü sunmaktadır. Bu platform, kullanıcıların 3B sanal gerçeklik nesnelileriyle etkileşim kurmalarını, profesyonel gelişim hizmetlerinden faydalanmalarını ve zengin bir eğitim ekosistemine erişim sağlamalarını mümkün kılmaktadır. VictoryXR ekosistemi, öğrencilere ve öğretmenlere gerçek mekânsal 3B ortamlarda etkileşim fırsatları sunar. Kullanıcılar, sanal sınıf ortamlarında dolaşabilir, tıpkı fiziksel bir mekânda bulunuyormuş gibi öğrenebilir ve işbirlikçi oturumlar ile tartışmalara katılabilirler (Kaya, 2023). Bu teknoloji, mobil cihazlardan dizüstü bilgisayarlara ve sanal gerçeklik başlıklarına

kadar geniş bir donanım yelpazesinde çalışabilmektedir. Böylece farklı cihazlar kullanan tüm bireyler platforma dâhil olabilir.

VictoryXR tarafından geliştirilen sanal gerçeklik eğitim platformu olan **VXRLabs**, eğitimde etkileşimi artıran ve öğrencilere daha derin öğrenme fırsatları sağlayan yenilikçi araçlar sunar. Bu platform, fen, matematik, edebiyat, tarih ve daha pek çok konularda öğretmenlerle etkileşimli simülasyonlar, sanal saha gezileri ve etkileşimli deneyimler sunar. Bu platform ile öğrenciler, sanal gerçeklik laboratuvar ortamlarında gerçekçi deneyimler yaşayarak pratik yapma fırsatına sahiptir. VXRLabs ayrıca öğrencilerin dünyanın dört bir yanından akranlarıyla etkileşim kurmasına ve iş birliği yapmasına olanak tanıyan çok oyunculu bir platformdur (VictoryXR, 2023). Bu küresel öğrenme topluluğu, öğrencilere sınıf arkadaşları ve öğretmenleriyle gerçek zamanlı olarak birlikte çalışarak öğrenme deneyimlerini zenginleştirme fırsatı sunar.

KAYNAKÇA

- Abichandani, P., Sivakumar, V., Lobo, D., Iaboni, C., & Shekhar, P. (2022). Internet-of-things curriculum, pedagogy, and assessment for stem education: A review of literature. *IEEE Access*, *10*, 38351-38369. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3164709>
- Acar, O. (2020). *Yapay zekâ fırsat mı yoksa tehdit mi?* Kriter Yayınevi.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). NMC Horizon Report: 2017 higher education edition. New Media Consortium.
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: Requirements, enabling technologies, and future directions. *Computers and Society*, 1-24. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.15846>
- Akalın, B. ve Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta dijitalleşme ve yapay zekâ. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, *2*(2), 131-141. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1452754>
- Akkaş, N. (2006). *Tozaltı köşe kaynağında yapay zeka teknolojileri kullanılarak dikiş geometrisinin modellenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Akkuş, A. (2021). *Matematik eğitiminde mobil cihazlarda yer alan artırılmış gerçeklik uygulamalarının ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve motivasyonlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Aktaş, F., Çeken, C. ve Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelere interneti teknolojisinin biyomedikal alanındaki uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *4*(1), 37-54. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/224889>
- Akyürek, H. A. (2013). *Yapay zekâ teknikleri kullanarak akıllı iş gücü yönetimi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Mevlana Üniversitesi.
- Alan, B. (2023). *Fen öğretiminde yapay zekâ ile belirlenen çoklu zekâ alanlarına göre hazırlanmış e-öğrenme ortamlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi* [Doktora tezi]. Fırat Üniversitesi.

- Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., & Weber, N. (2019). *Educause Horizon Report: 2019 Higher Education Edition*. EDU19.
- Alharbi, A. M. (2023). Implementation of Education 5.0 in developed and developing countries: A comparative study. *Creative Education, 14*, 914-942. <https://doi.org/10.4236/ce.2023.145059>.
- Alharbi, F. (2024). Integrating internet of things in electrical engineering education. *International Journal of Electrical Engineering & Education, 61*(2), 258-275. <https://doi.org/10.1177/0020720920903422>
- Altınpulluk, H. (2018). Nesnelerin interneti teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 4*(1), 94-111. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/419519>
- Altınpulluk, H. ve Kesim, M. (2015, 4-6, Şubat). *Geçmişten günümüze artırılmış gerçeklik uygulamalarında gerçekleşen paradigma değişimleri* [Sözlü sunum]. XVII. Akademik Bilişim Konferansı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Amasha, M. A., Areed, M. F., Alkhalaf, S., Abougalala, R. A., Elatawy, S. M., & Khairy, D. (2020, February, 11-13). *The future of using Internet of Things (IoT) and context-aware technology in e-learning* [Oral presentation]. 2020 9th International Conference on Educational and Information Technology, University of Oxford, United Kingdom.
- Aris, A., Oktug, S. F., & Yalçın, S. B. Ö. (2015, May, 16-19). *Internet-of-Things security: Denial of service attacks* [Oral presentation]. 2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Malatya, Turkey.
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID Journal, 22*(7), 97-114. <https://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>
- Avantis Education (2024). Eduverse. Retrieved November 26, 2024 from <https://www.avantiseducation.com/eduverse/>
- Aydın, A. (2017). *Eğitim ortamlarındaki fiziksel değişkenlerin nesnelere interneti uygulaması kullanılarak öğrenciler üzerindeki etkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi.

- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bagheri, M., & Haghighi-Movahed, S. (2016, November-December, 28-01). *The effect of the Internet of Things (IoT) on education business model* [Oral presentation]. 2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, Naples, Italy.
- Baier, D., Rese, A., & Schreiber, S. (2016). Analyzing online reviews to measure augmented reality acceptance at the point of sale: The case of IKEA. *Mobile computing and wireless networks: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 1714-1736). IGI Global.
- Bajracharya, B., Gondi, V., & Hua, D. (2021). IoT education using learning kits of IoT devices. *Information Systems Education Journal*, 19(6), 40-44. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1329491>
- Balaji, S., Nathani, K., & Santhakumar, R. (2019). IOT technology, applications and challenges: A contemporary survey. *Wireless Personal Communications*, 108, 363-388. <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06407-w>
- Barr, A., & Feigenbaum, E. (1981). *The handbook of artificial intelligence*. William Kaufmann, Inc.
- Bayani, M., & Quesada, E. V. (2017). Predictable influence of IoT (Internet of Things) in the higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(12), 914-920. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.12.995>
- Bayram, S. (1999). Eğitimde sanal gerçeklik uygulamaları. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(11), 49-54. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2077>
- Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: A review. *Medical Reference Services Quarterly*, 31(2), 212-218. <https://doi.org/10.1080/02763869.2012.670604>
- Bilim Çocuk. (2017, Kasım). *Günümüzün gelişen teknolojisi: Artırılmış gerçeklik* (Sayı: 239). TÜBİTAK. <https://bilimcocuk.tubitak.gov.tr/pdf/kasim-2017>

- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and applications*, 21(3), 6-8. <https://doi.org/10.1109/38.920621>
- Bimber, O., Gatesy, S. M., Witmer, L. M., Raskar, R., & Encarnação, L. M. (2002). Merging fossil specimens with computer-generated information. *Computer*, 35(9), 25-30. <https://doi.org/10.1109/MC.2002.1033024>
- Boas, Y. A. G. V. (2013, August). *Overview of virtual reality technologies*. https://static1.squarespace.com/static/537bd8c9e4b0c89881877356/t/5383bc16e4b0bc0d91a758a6/1401142294892/yavb1g12_25879847_fin_alpaper.pdf
- Can, T. ve Şimşek, I. (2016). Eğitimde yeni teknolojiler: Sanal gerçeklik. H. İşman, F. Odabaşı ve B. Akkoyunlu (Ed.), *Eğitim teknolojileri okumaları* (s. 351-363). Ayrıntı Yayınları.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51, 341-377. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Castello, P. J. (1997). *Health and safety issues associated with virtual reality – A review of current literature*. Advanced VR Research Centre, Loughborough University. <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/37.pdf>
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992, January, 7-10). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, 2, 659-669. <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/378/proceeding>
- Chai, Y., Huangfu, W., Ning, H., & Zhao, D. (2019, December, 16-18). *A review of Internet of Things major education in China* [Oral presentation]. Cyberspace Data and Intelligence, and Cyber-Living, Syndrome, and Health International 2019 Cyberspace Congress, CyberDI and CyberLife, Beijing, China.
- Chang, R. C., Chung, L. Y., & Huang, Y. M. (2014). Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness with video learning. *Interactive Learning*

- Environments*, 24(6), 1245-1264.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2014.982131>
- Charlton, P., & Avramides, K. (2016). Knowledge construction in computer science and engineering when learning through making. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(4), 379-390.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2627567>
- Chin, J., & Callaghan, V. (2013, July, 16-17). *Educational living labs: A novel internet-of-things based approach to teaching and research* [Oral presentation]. 2013 9th International Conference on Intelligent Environments, Athens, Greece.
- Chromville. (2017). Chromville. <https://chromville.com/>
- Cisco (2014). *The cisco connected learning experience strategies for higher education*. White Paper.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/learningexperience-whitepaper.pdf
- Conant, S. (2015). *The IoT will be as fundamental as the Internet itself*.
<http://radar.oreilly.com/2015/06/the-iot-will-be-as-fundamental-as-the-internet-itself.html>
- Copeland, B. J. (2024). *Artificial intelligence, situated approach*. Britannica.
<https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
- Coşkun, F. ve Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 54(3), 947-966.
<https://doi.org/10.30964/auebfd.916220>
- Cui, W., Xue, Z., & Thai, K. P. (2018, November-December, 30-02). Performance comparison of an AI-based adaptive learning system in China. *Proceedings of the 2018 Chinese Automation Congress (CAC)*, Xi'an, 3170-3175. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8623327>
- Cvetkovski, G., Petkovska, L., Di Barba, P., Mognaschi, M. E., Kaminska, D., Firych-Nowacka, A., ... & Lefik, M. (2019). ViMeLa Project: An innovative concept for teaching mechatronics using virtual reality. *Przegląd Elektrotechniczny*, 95(5), 18-21.
<https://doi.org/10.15199/48.2019.05.05>

- Çamurcu, Y., Can, B., Nizam, A., Özhan, O., & Kocatepe, Ü. (2014, 8-9, Mayıs). *Gömülü ve akıllı sistemler öğretimi ve laboratuvarı, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi örneği* [Sözlü sunum]. 2. Uluslararası İstanbul Akıllı Şebekeler Kongre ve Fuarı, WOW İstanbul Convention Center, İstanbul.
- Çankaya, B. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ortaöğretim öğrencilerinin fen bilimleri dersi başarı, tutum ve motivasyonuna etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Çelik, C. (2024). *Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile fen öğretiminin teknolojiye yönelik tutum, günlük yaşamla ilişkilendirme, akademik başarı ve kalıcılığa etkisi* [Doktora tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Çınar, T. Ö. (2022). *Özel yetenekli öğrencilerin artırılmış gerçekliğe yönelik tutumları ve Sosyal Bilgiler dersindeki uygulamaya dönük görüşleri* [Yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Çiloğlu, T., Yılmaz, Ö., Yılmaz, A. ve Karaoğlan Yılmaz, F. G. (2021). Eğitimde artırılmış gerçeklik konulu makalelerin incelenmesi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 147-158. <https://doi.org/10.38151/akef.2021.14>
- Damala, A., Marchal, I., & Houlier, P. (2007, October, 1-6). Merging augmented reality based features in mobile multimedia museum guides. *Proceedings of the Anticipating the Future of the Cultural Past, CIPA Conference 2007*, Athens, 259-264. https://www.researchgate.net/publication/230857131_A_Damala_P_Houlier_I_Marchal_Merging_Augmented_Reality_Based_Features_in_Mobile_Multimedia_Museum_GuidesIn_Anticipating_the_Future_of_the_Cultural_Past_CIPA_Conference_2007_1-6_October_2007_Athens_Gre
- Demir, R. (2020). “Din kültürü ve Ahlak Bilgisi Öğretimi Dersi”nde artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 201-219. <https://doi.org/10.30627/cuilah.728433>
- Demirezen, B. (2019). Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisinin turizm sektöründe kullanılabilirliği üzerine bir literatür taraması.

- Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-26.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/710628>
- Dick, S. (2019). Artificial intelligence. *Harvard Data Science Review*, 1(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1162/99608f92.92fe150c>
- Eginli M. A. ve Nacaklı Y. (2020). Uçak bakım eğitimlerinde artırılmış gerçeklik kullanımının değerlendirilmesi. *Journal of Aviation*, 4(1), 61-78.
<https://doi.org/10.30518/jav.738367>
- e-Learning Industry (2016). *The internet of things smart school infographic*. E-learning infographics. <http://elearninginfographics.com/the-internet-of-things-smart-school-infographic/>
- Elements 4D. (2013, 20 Aralık). *Elements 4D by DAQRI*. Apptopia.<https://apptopia.com/ios/app/782713582/about>
- Er, H., Turan, S. ve Kaymakçı, S. (2021). Toplum 5.0 sürecinin gelişimi ve eğitime etkisinin değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 27-66.
<https://doi.org/10.14520/adyusbd.993699>
- Erdem, Ö. (2015). *HoneyThing: Nesnelerin interneti için tuzak sistem* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Şehir Üniversitesi.
- Eren, Z. (2020). Toplum 5.0 ve dijital dünyada toplumsal dönüşüm ve Eğitim 5.0. D. Akçay ve E. Efe (Ed.), *Dijital dönüşümler ve süreçler* (s. 169-206) içinde, İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.
- Erolin, C. (2019). Interactive 3D digital models for anatomy and medical education. *Biomedical Visualisation*, 2, 1-16.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-14227-8_1
- Evangelista, A., Ardito, L., Boccaccio, A., Fiorentino, M., Petruzzelli, A. M., & Uva, A. E. (2020). Unveiling the technological trends of augmented reality: A patent analysis. *Computers in Industry*, 118, 103221.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103221>
- Fidan, M. (2018). *Artırılmış gerçeklikle desteklenmiş probleme dayalı fen öğretiminin akademik başarı, kalıcılık, tutum ve öz-yeterlik inancına etkisi* [Doktora tezi]. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Garrido-Jurado, S., Muñoz-Salinas, R., Madrid-Cuevas, F. J., & Marín-Jiménez, M. J. (2014). Automatic generation and detection of highly reliable

- fiducial markers under occlusion. *Pattern Recognition*, 47(6), 2280-2292. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2014.01.005>
- GeoGebra. (2024). *GeoGebra nedir?* GeoGebra. <https://www.geogebra.org/about>
- Geris, A., Ozdener, N., & Yıldırım, O. G. (2020). Teaching Internet of Things on 3D virtual environment-platform VRIOT. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 18, 37-44. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1413614>
- Gluhak, A., Krco, S., Nati, M., Pfisterer, D., Mitton, N., & Razafindralambo, T. (2011). A survey on facilities for experimental internet of things research. *IEEE Communications Magazine*, 49(11), 58-67. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2011.6069710>
- Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.019>
- Gözüaçık, N. (2015). *IOT ağlarında kullanılan RPL için ebeveyn temelli yönlendirme algoritması* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Grubert, J., Langlotz, T., Zollmann, S., & Regenbrecht, H. (2016). Towards pervasive augmented reality: Context-awareness in augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(6), 1706-1724. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7435333>
- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). Instructional design Fundamentals: A reconsideration. R. A. Reiser ve J. A. Dempsey (Ed.), *Trends and issues in instructional design and technology* (s. 10-16) içinde, Merrill/Prentice Hall.
- Gülboy, H. D. (2022). *Özel eğitim bilim dalı otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere fen konularının öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamasının etkililiği* [Yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future

- research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>
- Horzum, M. B. ve Diren, D. D. (2022). Dijital dönüşüm çağında eğitim. İ. M. Altan (Ed.), *Dijital etkileşimler: Sektörel yansımaları 1* (s. 65-86) içinde, Efe Akademi Yayınları.
- Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(3), 206. <https://doi.org/10.36941/ajis-2021-0077>
- Ibáñez, M. B., Castro, A. D., & Kloos, C. D. (2017, July, 3-7). *An empirical study of the use of an augmented reality simulator in a face-to-face physics course* [Oral presentation]. IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Timisoara, Romania.
- International Institute for Management Development (2017). The 2017 IMD world digital competitiveness rankings. Retrieved November 26, 2024 from https://investcroatia.gov.hr/wp-content/uploads/2018/01/world_digital_competitiveness_yearbook_2017.pdf
- International Telecommunication Union. (2005). *The internet of things*. ITU Internet Reports. <https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi* [Doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Jones, B., Sodhi, R., Murdock, M., Mehra, R., Benko, H., Wilson, A., ... & Shapira, L. (2014, October, 5-8). Roomalive: Magical experiences enabled by scalable, adaptive projector-camera units. *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, Association for Computing Machinery, New York, 637-644. <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/2642918>
- Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., Raposo, R., Vairinhos, M., Pereira, E., ... & Anbarjafari, G. (2023). Augmented reality: Current and new trends in education. *Electronics*, 12(16), 3531. <https://doi.org/10.3390/electronics12163531>

- Kamińska, D., Zwoliński, G., Wiak, S., Petkovska, L., Cvetkovski, G., Barba, P. D., ... & Anbarjafari, G. (2021). Virtual reality-based training: Case study in mechatronics. *Technology, Knowledge and Learning*, 26, 1043-1059. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10758-020-09469-z>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Karabacak, Z. ve Sezgin, A. (2019). Türkiye'de dijital dönüşüm ve dijital okuryazarlık. *Türk İdare Dergisi*, 1(488), 319-342.
- Karadavut, Z. (2021). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 11. sınıf lise öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Karadayı-Taşkiran, A., Koral, E. ve Bozkurt, A. (2015, 4-6, Şubat). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil öğretiminde kullanılması. M. Akgül, U. Çağlayan, E. Derman, C. H. Aydın ve S. Gümüş (Ed.). *XVII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 584-589. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
<https://kutuphane.ttk.gov.tr/details?id=588288&materialType=KT&query=Akademik+Bili%C5%9Fim+Konferans%C4%B1+%2817.+%3A+Eski%C5%9Fehir+%3A+2015%29>
- Karakaş, M. ve Özerbaş, M. A. (2020). Öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamaları üzerine görüşleri: Optik ünitesi örneği. *Kastamonu Education Journal*, 28(5), 2000-2008. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.4180>
- Karoğlu, A. K., Bal, K. ve Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye'de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158. <https://doi.org/10.32329/uad.815428>
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999, October, 20-21). Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system. *Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality*, San Francisco, 85-94. <https://doi.org/10.1109/IWAR.1999.803809>

- Kavanagh, S., Luxton-Reilley, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science & Technology Education*, 10(2), 85-119. <https://www.learntechlib.org/p/182115/>
- Kaya, İ. (2023, 19 Ocak). *En iyi sanal gerçeklik (VR) eğitim uygulamaları – 2023*. TeknoVR. <https://teknovr.com/sanal-gerceklik-vr-egitim-uygulamalari/>
- Kayabaşı, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 151-166. <http://tojet.net/articles/v4i3/4320.pdf>
- Kececi, G., & Yildirim, P. (2024). The impact of teaching the lives of scientists in a mobile augmented reality environment on students' success and opinions. *International Journal of Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2351720>
- Kececi, G., Yildirim, P., & Kirbag Zengin, F. (2021). Determining the effect of science teaching using mobile augmented reality application on the secondary school students's attitudes of toward science and technology and academic achievement. *Science Education International*, 32(2), 137-148. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i2.7>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). Making it Real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kersten-Oertel, M., Jannin, P., & Collins, D. L. (2013). The state of the art of visualization in mixed reality image guided surgery. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 37(2), 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2013.01.009>
- Kırkpınar, İ. (2018). *Genç psikiyatristin el kitabı psikiyatrik muayene ve semiyoloji*. Psikonet Yayınları.
- Klein, G., & Murray, D. (2007, November, 13-16). *Parallel tracking and mapping for small AR workspaces* [Oral presentation]. 2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Nara, Japan.
- Korade, S. A., Kotak, V., & Durafe, A. (2019). A review paper on Internet of Things (IoT) and its applications. *International Research Journal of*

- Engineering and Technology*, 6(6), 1623-1630.
https://www.researchgate.net/publication/341353106_A_Review_Paper_on_Internet_of_ThingsIoT_and_its_Applications
- Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M. (2012). Educating the Internet-of-Things generation. *Computer*, 46(2), 53-61.
<https://doi.org/10.1109/MC.2012.390>
- Kuo, T. H. (2020, July, 19-20). The current situation of AI foreign language education and its influence on college Japanese teaching. *Proceedings of the Cross-Cultural Design. Applications in Health, Learning, Communication, and Creativity*, Denmark, 22, 315-324.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-49913-6_27
- Kurbanoğlu, S. (1996). Sanal gerçeklik: Gerçek mi, değil mi? *Türk Kütüphaneciliği*, 10(1), 21-31.
<http://tk.org.tr/index.php/TK/article/viewFile/1012/1014>
- Kurzweil, R. (1992). *The age of intelligent machines*. MIT Press.
- Kutlusoy, Z. (2019). Felsefe açısından yapay zeka. G. Telli (Ed.), *Yapay zeka ve gelecek* (s. 25-43). Doğu Kitapevi.
- Küçük, S., Kapakin, S. ve Göktaş, Y. (2015). Tıp fakültesi öğrencilerinin mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğrenimine yönelik görüşleri. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 3, 316-323.
<https://doi.org/10.5961/jhes.2015.133>
- Lai, A. F., Chen, C. H., & Lee, G. Y. (2018). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology (BJET)*, 50(1), 232-247.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12716>
- Lai, Y. H., Chen, S. Y., Lai, C. F., Chang, Y. C., & Su, Y. S. (2021). Study on enhancing AIoT computational thinking skills by plot image-based VR. *Interactive Learning Environments*, 29(3), 482-495.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1580750>
- Langlotz, T., Grubert, J., & Grasset, R. (2013). Augmented reality browsers: essential products or only gadgets? *Communications of the ACM*, 56(11), 34-36. <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/2527190>

- Lee, G. M., & Crespi, N. (2010, October 18-21). *Shaping future service environments with the cloud and internet of things: networking challenges and service evolution* [Oral presentation]. 4th International Symposium on Leveraging Applications, ISoLA 2010, Heraklion, Greece.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164-173.
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=56616>
- Majeed, A., & Ali, M. (2018, January, 08-10). *How Internet-of-Things (IoT) making the university campuses smart? QA higher education (QAHE) perspective* [Oral presentation]. 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), Las Vegas, USA.
- Mandal, S. (2013). Brief introduction of virtual reality & its challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 304-309.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b879c50ac2827e11575c589d5c199e30f83e97bc>
- Maria, M., Shahbodin, F., & Pee, N. C. (2018, April, 10-12). *Malaysian higher education system towards industry 4.0-Current trends overview* [Oral presentation]. 3rd International Conference on Applied Science and Technology (ICAST'18), Penang, Malaysia.
- Marquez, J., Villanueva, J., Solarte, Z., & Garcia, A. (2016). IoT in education: Integration of objects with virtual academic communities. In *New advances in information systems and technologies* (pp. 201-212). Springer International Publishing.
- Marquez, J., Villanueva, J., Solarte, Z., & Garcia, A. (2016, March, 22-24). *IoT in education: Integration of objects with virtual academic communities* [Oral presentation]. 2016 World Conference on Information Systems and Technologies (WorldCIST'16), Recife, Brasil.
- McCarthy, J. (2004). *What is artificial intelligence?* Computer Science Department, Stanford University.
<http://www.formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>

- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. D. J., & Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented reality: Survey. *Applied Sciences*, 13(18), 10491. <https://doi.org/10.3390/app131810491>
- Merrill, M. D., & Wilson, B. (2007). The future of instructional design (point/counterpoint). R. A. Reiser ve J. A. Dempsey (Ed.), *Trends and issues in instructional design and technology* (s. 335-351) içinde, Merrill/Prentice Hall.
- Mershad, K., & Hamieh, A. (2019). *Using Internet of Things to enhance remote experiments in Learning Management Systems* [Oral presentation]. 2019 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Casablanca, Morocco.
- Mershad, K., Damaj, A., & Hamieh, A. (2019, October, 14-17). *Using Internet of Things for automatic student assessment during laboratory experiments* [Oral presentation]. 2019 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Casablanca, Morocco.
- Milgram, P., & Kishino, A. F. (1994). Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329. https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321
- Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoulos, G., & Zogopoulos, V. (2018). Cyber-physical systems and education 4.0-the teaching factory 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 23, 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.005>
- Mukul, E. ve Büyüközkan, G. (2023). Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 194, 122664. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664>
- Murphy-Chutorian, E., & Trivedi, M. M. (2010). Head pose estimation and augmented reality tracking: An integrated system and evaluation for monitoring driver awareness. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 11(2), 300-311. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5443483>

- Myers, K. L. (1999). Is there a place for instructional design in the information age? *Educational Technology*, 39(6), 50-53. <https://www.jstor.org/stable/44428571>
- Narin, H., Akpınar, E. ve Özbaş, B. Ç. (2024). Tarih öğretimine yönelik sanal gerçeklik uygulamasının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (59), 626-650. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1395659>
- Neven, A. M., Hala, H., & Mohamed, I. (2011). ARSC: Augmented reality student card an augmented reality solution for the educational field. *Computers and Education*, 56, 1045-1061. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.019>
- Ning, H., & Hu, S. (2012). Technology classification, industry, and education for future Internet of Things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1230-1241. <https://doi.org/10.1002/dac.2373>
- Oppenheim, C. (1993). Virtual reality and the virtual library. *Information Services and Use*, 13(3), 215-227. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/173641.173648>
- Osetskyyi, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Y. (2020). Artificial intelligence application in education: Financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 2(33), 574-584. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.207246>
- Özdemir, M. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrenmeye yönelik deneysel çalışmalar: Sistematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 609-632. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.336746>
- Özer, F. (2023). *İlkokul fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik uygulamasının kullanılması üzerine bir durum çalışması* [Doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Park, C. S. (2016). A secure and efficient ecqv implicit certificate issuance protocol for the internet of things applications. *IEEE Sensors Journal*, 17(7), 2215-2223. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2625821>
- Park, S., & Khoshnevisan, B. (2019, May, 21-24). Literacy meets Augmented Reality (AR): The use of AR in literacy. W. B. James & C. Cobanoglu (Eds.). *Proceedings of the Global Conference on Education and*

- Research (GLOCER) Conference*, 3, 93-99. ANAHEI Publishing, LLC. <https://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=anaheipublishing>
- Polsonetti, C. (2014). Know the difference between IoT and M2M. *Automation World*, 15. <http://www.automationworld.com/cloud-computing/know-difference-between-iot-and-m2m>
- Prisms. (2024). What is Prisms? Retrieved November 26, 2024 from <https://www.prismsvr.com/what-is-prisms>
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New challenge of learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92-97. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.915188>
- Quiver Education. (2016). *Quiver Education*. App Store. <https://apps.apple.com/us/app/quiver-education/id993479851>
- Ramazanoğlu, M. ve Aker, A. (2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitim amaçlı kullanımına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Turkish Studies-Information Technologies and Applied Sciences*, 14(1), 91-106. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14833>
- Raskar, R., Welch, G., Cutts, M., Lake, A., Stesin, L., & Fuchs, H. (1998, July, 19-24). *The office of the future: A unified approach to image-based modeling and spatially immersive displays* [Oral presentation]. SIGGRAPH 1998: 25th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, Florida, United States of America.
- Rauschnabel, P. A., Rossmann, A., & tom Dieck, M. C. (2017). An adoption framework for mobile augmented reality games: The case of Pokémon Go. *Computers in Human Behavior*, 76, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.030>
- Rodney, B. D. (2020). Understanding the paradigm shift in education in the twenty-first century: The role of technology and the Internet of Things. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 12(1), 35-47. <https://doi.org/10.1108/WHATT-10-2019-0068>
- Romkey, J. (2016). Toast of the IoT: The 1990 interop internet toaster. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(1), 116-119. <https://doi.org/10.1109/MCE.2016.2614740>

- Romkey, J., & Hackett, S. (2015). *The internet toaster*. Carnegie Mellon University School of Computer Science. https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80(15), 1-53. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48790442/ISOC-IoT-Overview-20151014_0-libre.pdf?1473746977=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_Internet_of_Things_An_Overview_Under.pdf&Expires=1724179293&Signature=YK2n7W70wMK0ic9627C8e31XetvR48OTzIQgQJITCUN6XErce5cdxPmd~9jggHQNa8i49UIC2gDI2yJjGGt3WK8bTKHirnd3BtbyvjU6nD1cKazbIv7jrxY4tuAoxxF7-TauMSCNqPCsjyD4Q08NTjJa-06qoTJ0kFaQ0kjDqMCA9nhG1USU5gip6jnWrRmCMjVCvAUUrgxL0-jaDLXsTTQ8dV6JvhHF762Bp69DtPzuHR50v8i9fUTsPF7GyL1Es-gzqnutuvOy-mHTn7~RJlgo9fhT5UppHIJq3SdvLb6Az0DE7s4L8s2-DhrpJ5CIcAYHYLjqQVq5jIgcKQKTpA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Sarıyıldız, S. (2020). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımının fen eğitiminde öğrenci başarılarına ve derse karşı motivasyonlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.
- Schultz, D. P., & Schultz, S. E. (2020). *Modern psikoloji tarihi* (Y. Aslay, Çev.). Kaknüs Yayınları (2007).
- Sekeroglu, B., Dimililer, K., & Tuncal, K. (2019). Artificial intelligence in education: Application in student performance evaluation. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(1), 1-21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1594>
- Serravalle de Sá, D., & Bradbury, R. (1950). *The veldt*. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/163728/The%20Veldt%20-%20Ray%20Bradbury.pdf>
- Sharma, P. (2019). Digital revolution of education 4.0. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 3558-3564.
- Söğüt, E., & Erdem, O. A. (2017, 8-10, Şubat). *Günümüzün vazgeçilmez sistemleri: Nesnelere haberleşmesi ve kullanılan teknolojiler* [Sözlü

- sunum]. 19. Akademik Bilişim Konferansı-AB 2017, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Space 4D+. (2023, November 10). *Space 4D+*. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.OctagonStudio.SolarSys&fbclid=IwAR06jeWTLF1E0Y510wnpMAq7W5YEmR_xRPvabUfErcFRsWXi8QziNqmQ-oc
- Stafford-Fraser, Q. (2015). *The Trojan Room coffee pot*. University of Cambridge Department of Computer Science and Technology. <http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html>
- Sung, D. (2011). *The history of augmented reality*. Pocket-lint. <http://www.pocket-lint.com/news/108888-the-history-of-augmented-reality>
- Sutherland, I. (1968, December, 9-11). *A head-mounted three dimensional displays* [Oral presentation]. AFIPS '68, San Francisco, California.
- Şentürk, M. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının yedinci sınıf "güneş sistemi ve ötesi" ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisinin solomon dört gruplu modelle incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Şimşek, İ. ve Can, T. (2019). Yüksek öğretimde sanal gerçeklik kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalara yönelik içerik analizi. *Folklor/edebiyat*, 25(97), 77-90. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/804855>
- Şişmanyazıcı, D., & Doğan, B. (2016, June-July, 29-01). *Nesnelerin internetinde veri madenciliği data mining on internet of things* [Oral presentation]. 2016 International Conference of Computer Science and Engineering (ICCSE'16), London, U.K.
- Taib, A. & Awang, Y. (2020, November, 4). *Evolution in the educational system: Are we ready?* [Oral presentation]. 7th International Conference on Management and Muamalah 2020 (7th ICoMM 2020), International Islamic University College Selangor, Malaysia.
- Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *The Electronic Journal of e-*

- Learning*, 20(5), 639-653.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1373006.pdf>
- Torğul, B. (2015). *Nesnelerin interneti ile kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu: Yeni bir model önerisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Tschofenig, H., Arkko, J., Thaler, D., & McPherson, D. (2015). Architectural considerations in smart object networking (No. rfc7452). <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452>
- TÜBİTAK Bilgem (2019). *Dijital dönüşüm nedir?* Retrieved November 26, 2024 from <https://www.dijitalakademi.gov.tr/>
- Ulaş, S. (2015). *Nesnelerin interneti ekosisteminde makineler arası özerk iletişim* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Data revolution to measure equity in education*. UNESCO Institute for Statistics. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/the-data-revolution-in-education-2017-en.pdf>
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Pandey, A., Singh, U., Yalamanchili, M., & Penumatsa, A. (2016). Smart university taxonomy: Features, components, systems. *Smart education and e-learning 2016* (pp. 3-14). Springer International Publishing.
- VictoryXR (2023). VXRLabs + 3D AI teaching assistants. Retrieved November 26, 2024 from <https://www.victoryxr.com/vxrlabs/>
- Wither, J., DiVerdi, S., & Höllerer, T. (2009). Annotation in outdoor augmented reality. *Computers & Graphics*, 33(6), 679-689. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2009.06.001>
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Woods, B. (2014, January 31). *How augmented reality is augmenting its own future*. Thenextweb <http://thenextweb.com/insider/2014/01/31/augmented-reality-augmentingfuture/#!t4WKQ>

- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221-224. https://www.researchgate.net/publication/276439592_Internet_of_Things
- Xheladini, A., Saygili, S. D., & Dikbiyik, F. (2017, July, 6-8). *An IoT-based smart exam application* [Oral presentation]. IEEE EUROCON 2017-17th International Conference on Smart Technologies, Ohrid, Macedonia.
- Yang, Y., & Yu, K. (2016). Design and implementation of offline distance learning system in teaching construction cost engineering. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(7), 52. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5794>
- Yapıcı, İ. Ü., & Karakoyun, F. (2021). Using augmented reality in biology teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40-51. <http://dx.doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.286>
- Yeh, J. H. J., Bartholio, C., Shackleton, E., Costello, L., Perera, M., Yeh, K., & Yeh, C. (2020, March, 9-12). *Environmentally embedded internet-of-things for secondary and higher education* [Oral presentation]. 2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT), San Jose, USA.
- Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (2019). *Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamalarının değerlendirilmesi*. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_03/26132150_egitimdeartirilmisgerceklikuygulamalarinindegerlendirilmesi.pdf
- Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (2024). *Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları: Öğretmen el kitabı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_07/12172521_meb_nek_yapay_zek_araclari_12072024_web.pdf
- Yetişir, H. (2019). *Mobil cihazlarla artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve kalıcılığına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

- Yıldırım, P. (2018). *Mobil artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Yıldırım, P. (2023). *Fen alanında bilime yön vermiş Türk-İslam alimlerinin hayatının mobil artırılmış gerçeklik temelli öğrenme ortamında öğretimi* [Doktora tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Yıldırım, P., & Kececi, G. (2024). Design and development of a mobile augmented reality-based learning environment for teaching the lives of scientists. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(4), 1690-1711. <https://doi.org/10.1111/jcal.12980>
- Yu, Y., Jeon, H., & Koo, B. (2022). Enhancing the stability and placement accuracy of BIM model projections for augmented reality-based site management of infrastructure projects. *Applied Sciences*, 12(21), 10798. <https://doi.org/10.3390/app122110798>
- Zaerov, E., Letskovska, S., Seymenliyski, K., & Simionov, R. (2020, October, 5-6). *PV system monitoring by loT in smart university* [Oral presentation]. ICTRS 2020: 9th International Conference on Telecommunications and Remote Sensing, New York, United States.
- Zhong, X., & Liang, Y. (2016). Raspberry Pi: An effective vehicle in teaching the internet of in computer science and engineering. *Electronics*, 5(3), 56. <https://doi.org/10.3390/electronics5030056>



ISBN: 978-625-378-165-1