



Rumeysa DEMİR¹, Metin DEMİR²

¹Millî Eğitim Bakanlığı, rumeysagokmendemir7@gmail.com

²Prof. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, metin.demir@dpu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received
24.07.2025

Kabul Tarihi/Accepted
02.06.2026

Yayım Tarihi/Published
30.06.2026

Teknoloji Odaklı STEM Öğrenme Senaryoları Hazırlamada Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Öğretmen Görüşleri

Öz

Bu araştırmanın amacı, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlayan öğretmenlerin, bu senaryoları hazırlarken YZ (yapay zekâ) kullanımlarına yönelik görüşlerini incelemektir. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji deseni ile gerçekleştirilmiştir. 2023-2024 eğitim yılında gerçekleştirilen araştırmada veriler, altı soruluk yarı yapılandırılmış çevrim içi görüşmelerle toplanmış ve tematik analizle çözümlenmiştir. Scientix Türkiye elçisi öğretmen olmak ve teknoloji odaklı STEM senaryoları hazırlamayla ilgili yapay zekâ deneyimine sahip olmak ölçüt olarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin STEM senaryolarında YZ'yi bağlam oluşturma ve içerik zenginleştirme için kullandığı saptanmıştır. YZ, zaman tasarrufu ve dinamik ortamlar gibi faydalar sağlarken pedagojik yetersizlik, etik ikilemler, özgünlüğün azalması, yüksek maliyet ve teknolojik sınırlılıklar gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmenlere pedagojik ve etik eğitimler verilmesi, lisanslı yapay zekâ araçlarına erişim sağlanması ve daha geniş katılımlı yeni araştırmalar yürütülmesi önerilmektedir. **Anahtar Kelimeler:** STEM, teknoloji odaklı senaryo, yapay zekâ, öğretmen görüşü.

Atıf: Demir, R., & Demir, M. (2026). Teknoloji odaklı stem öğrenme senaryoları hazırlamada yapay zekâ kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (49), 1-25.

<https://doi.org/10.14582/zgefd.1749960>

Teachers' Views on the Use of Artificial Intelligence in Preparing Technology-Oriented STEM Learning Scenarios

Abstract

The aim of this research is to examine the views of teachers who prepare technology-oriented STEM learning scenarios regarding their use of AI (artificial intelligence) while preparing these scenarios. The research was conducted using the phenomenology design, which is one of the qualitative research methods. In the research conducted during the 2023-2024 academic year, data were collected through six-question semi-structured online interviews and analyzed by thematic analysis. Being a Scientix Türkiye ambassador teacher and having artificial intelligence experience related to preparing technology-oriented STEM scenarios were determined as the criteria. It was determined that teachers used AI in STEM scenarios for creating context and enriching content. While AI provides benefits such as time-saving and dynamic environments, it also brings along challenges such as pedagogical inadequacy, ethical dilemmas, decreased originality, high costs, and technological limitations. In line with these results, it is recommended to provide pedagogical and ethical training to teachers, to provide access to licensed artificial intelligence tools, and to conduct new research with broader participation.

Keywords: STEM, technology-focused scenario, artificial intelligence, teacher's view.

Citation: Demir, R., & Demir, M. (2026). Teachers' views on the use of artificial intelligence in preparing technology-oriented STEM learning scenarios. *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, (49), 1-25.

<https://doi.org/10.14582/zgefd.1749960>



Extended Abstract

Introduction

In the era of rapid technological change, teachers must integrate tools like artificial intelligence (AI) to enhance educational quality and efficiency (Chen et al., 2020; Wardat et al., 2023). To foster 21st-century skills such as analytical reasoning and innovation, STEM education has become a priority (Aranda et al., 2020; Carlsen, 1998; Bybee, 2010; Corlu & Aydın, 2016). Despite the importance of STEM, the specific use of AI in designing learning scenarios remains under-researched. The study addresses the following research questions: (1) What are the teachers' opinions regarding the purposes of using AI while preparing technology-oriented STEM learning scenarios? (2) What are the teachers' opinions regarding the benefits of using AI in this process? (3) What are the teachers' opinions regarding the difficulties encountered when using AI to prepare these scenarios?

Method

This qualitative study utilized a phenomenological design to deeply examine participants' lived experiences regarding AI integration in STEM scenario development (Ersoy, 2014; Patton, 2002). Nine participants were selected via criterion sampling, requiring them to be Scientix Türkiye ambassador teachers with practical experience in using AI to prepare technology-oriented STEM scenarios. Academic rigor was ensured through thematic analysis of semi-structured interviews, an 88% inter-coder reliability rate (Miles and Huberman), and the strict application of qualitative trustworthiness criteria.

Findings

The research findings are structured around three primary themes: purpose of use, benefits, and difficulties. Teachers primarily utilize AI for "creating context" and "content enrichment," using the technology to generate initial drafts and professionalize their pedagogical activities, which significantly enhances the quality of STEM environments. The identified benefits include substantial time-saving, the ability to tailor scenarios to individual differences, and the acquisition of diverse perspectives. Ultimately, AI integration fosters a dynamic educational setting that increases student motivation and engagement across interdisciplinary fields.

In contrast, several challenges complicate the integration of AI in STEM scenario design. Participants highlighted "pedagogical inadequacy" and "ethical dilemmas" as significant barriers, often stemming from the novelty of the technology and evolving ethical boundaries. Furthermore, concerns regarding a "decrease in originality" and the "high usage fees and functional limitations" of free AI versions were noted as major obstacles. These difficulties collectively hinder the preparation of more efficient and comprehensive learning scenarios, suggesting a need for better support and access for educators.

Discussion and Conclusion

The study's results identify three main themes regarding teachers' use of AI in preparing technology-oriented STEM scenarios. Costa et al. (2022) emphasized that accurately identifying real-world problems is a critical step in preparing STEM scenarios, as it helps students contextualize their learning processes. Furthermore, Bozkurt Altan and Hacıoğlu (2018) highlighted the difficulties teachers encounter in formulating problem situations during STEM planning, which aligns with this study's finding that participating teachers often rely on AI to define problem situations and potential solutions.

The second theme highlights the benefits of using AI in creating technology-oriented STEM scenarios. Teachers reported that AI facilitates time-saving, accommodates individual differences, provides diverse perspectives, and supports the creation of dynamic educational environments. However, this study concludes that integrating AI into the process not only mitigates time constraints but also significantly enhances efficiency. Consistent with Yıldırım's (2020) findings—which showed that group-created scenarios foster new perspectives—this study found that AI plays a collaborative role, contributing diverse viewpoints.

The third theme addresses the challenges associated with using AI for STEM scenario preparation. These include pedagogical inadequacies, ethical dilemmas, loss of originality, high usage costs, and technical limitations. While Kurt and Benzer (2022) found that teachers struggled due to insufficient STEM-related knowledge, this study revealed that participants, despite possessing STEM training, faced difficulties stemming from limited professional AI education. Halaweh (2023) similarly highlighted pedagogical inadequacies as a primary challenge for educators adopting new technologies, emphasizing the urgent need for targeted AI training for teachers. Furthermore, ethical issues such as transparency, accountability, and data privacy emerged as significant concerns, consistent with findings by Bulut et al. (2024), Deniz (2024), Öztürk Dilek (2019), and Küçükvardar et al. (2020). Participants also expressed concerns about AI's potential to diminish human creativity, a risk noted by Sözüer and Buluş (2023) and Hatipoğlu (2024). Conversely, other studies argue that when AI and the human mind interact collaboratively, creative thinking skills are supported, leading to much more original outcomes (Şen et al., 2024; Van den Berg & Du Plessis, 2023). Finally, this study noted the limitations of free AI versions, which restrict the technology's full potential. Overcoming these limitations through partnerships between educational institutions and technology companies, thereby providing teachers with licensed AI tools—could vastly enhance accessibility and effectiveness.

Future research should focus on larger sample groups, including participants with advanced training in both STEM and AI. Implementing comprehensive training programs focused on the pedagogical use of AI, ethical considerations, and its seamless integration into STEM education is highly recommended to address current limitations and maximize AI's potential benefits in education.

Giriş

Günümüz dünyasında yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, toplumun tüm kurumları gibi eğitim sistemlerini de derinden etkilemektedir. Nitekim eğitim sistemleri, teknolojik gelişime uyum sağlamakta zorlanmaktadır (Lozano & Blanco Fontao, 2023). Bu sürece rehberlik edecek paydaşlar arasında öğretmenler, okul yöneticileri, eğitim teknolojisi uzmanları, akademisyenler ve ebeveynler bulunmaktadır. Özellikle öğretmenler, çağın gereksinimlerine uygun olarak bilimsel ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeli, teknolojik yeterliklerini geliştirerek hem kendilerini hem de öğrencilerini bu sürece hazırlamalıdır (Bhaskar & Rana,2024; Lozano & Blanco Fontao, 2023). 21. yüzyılda bu dönüşümün merkezinde yer alan ve birçok alanda etkili bir şekilde kullanılan önemli teknolojilerden biri yapay zekâdır. Yapay zekâ (YZ) dijital uygulamaların insanın zekâsını örnek alarak öğrenme mekanizmalarını taklit etmesi, adaptasyon becerileri geliştirmesi ve bu süreçleri yeniden yapılandırması olarak tanımlanmaktadır (Coşkun & Gülleroğlu, 2021; Tamer & Övgün, 2020). Yapay zekâ teknolojileri mühendislik, tıp, ulaşım, savunma, üretim, sanayi ve eğitim gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmakta olup (Meço & Coştu, 2022; Wardat vd., 2023) özellikle eğitimde, öğretim süreçleri ve ölçme-değerlendirme aşamalarında kalite ve verimliliği artırmayı amaçlamaktadır (Chen vd., 2020). Yapay zekânın iş dünyasında ve üretim sektörlerinde yarattığı köklü dönüşüm, geleceğin insan kaynağından beklenen becerileri de değiştirmekte ve bu durum eğitimi doğrudan etkilemektedir (Okan Gökten, 2018; Tekin & Demirel, 2024). Rutin işlerin, yerini giderek otomasyona bırakması, öğrencilerin geleceğin dünyasına nasıl hazırlanacağı sorusunu gündeme getirmiştir. Eğitim sistemlerinin bu değişim sürecine yanıt verebilmesinde yaratıcı düşünme, yenilikçilik, tasarım yapma, girişimcilik, takım çalışması, sorumluluk alma, doğru analiz yapma, bilimsel ve teknolojik okuryazarlık gibi beceriler dikkat çekmektedir (Aranda vd., 2020; Carlsen, 1998). Bu becerilerin bireylere kazandırılmasında STEM eğitimi ön plana çıkmaktadır.

STEM eğitimi doğası gereği bireylerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bilgi işlemsel düşünme becerisine sahip olmalarını (Durmuş, 2024) ve problemlere yaratıcı bir bakış açısıyla yaklaşabilmelerini (Corlu & Aydın, 2016; Land, 2013; Sarıca & Sarıoğlu, 2024) desteklemektedir. Aynı zamanda öğrencilerin girişimcilik becerileri geliştirmelerine (Bozan & Kaya, 2022; Metin vd., 2023), sorgulayıcı ve eleştirel düşünebilmelerine (Çakır vd., 2020), takım çalışması ve iletişim becerilerini güçlendirmelerine (Özçelik & Akgündüz, 2018; Özdemir, 2020), bilimsel süreç becerilerine (Yıldırım & Altun, 2015) ve teknolojik becerilere (Bybee, 2010; Morrison, 2006) sahip olmalarına zemin hazırlamaktadır. STEM alanlarında etkili çalışabilen bir neslin yetiştirilmesi, toplumun ve ülkenin geleceğinin şekillenmesine katkı sağlamaktadır (Ceylan & Özdilek, 2015; Dugger, 2010; Kaya-Capocci, 2023; Özkul, 2023; Sanders 2009; Yılmaz vd., 2017). Bu bağlamda, ülkeler STEM eğitime giderek daha fazla önem vermekte ve bu alandaki uygulamalarını çeşitlendirmektedir. STEM eğitimi, birçok ülkede program geliştirme yaklaşımı olarak benimsenmiş olup ülkemizde daha çok öğretim yaklaşımı olarak uygulanmaktadır (Akarsu vd., 2020; Türk, 2019). STEM uygulamalarının gerçekleştirilmesinde destekleyici öğretim programları önem taşımaktadır (Eroğlu & Bektaş, 2016). Bu bağlamda, Türkiye Cumhuriyeti'nde 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, eğitim kurumlarında STEM uygulamalarını kapsayan etkinlikleri teşvik etmesiyle öne çıkmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Millî Eğitim Bakanlığı'nın (2024a) güncel öğretim programı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde öğrencilerin gelişimini bütüncül olarak destekleyecek şekilde disiplinlerarasılığa, yaşantı temelli, bağlam temelli ve sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerine yer verilmektedir. Bu öğretim programının STEM eğitimi uygulamalarına katkı sağlayan diğer özellikleri incelendiğinde öğrenci ve öğretmen rolleri öne çıkmaktadır.

Programda öğrencilerin bireysel farklılıklara sahip, öğrenme sürecinin aktif ve yansıtıcı katılımcıları, öğretmenlerin ise öğrenme ortamını ve sürecini öğrencilerin bilgi ve becerileriyle uyumlu hazırlayan birer rehber rolünde olduğu görülmektedir (MEB, 2024a). Öğretmenler, öğrenme-öğretme süreçlerinde ideal bir eğitim ortamı tasarlamak amacıyla zengin içerikli planlamalar yapmaktadır. Öğretmenlerin etkinliklerle ilgili yeni fikirler edinmek veya mevcut fikirlerini geliştirmek için kullandıkları araçlardan biri ise yapay zekâdır (Dumlu vd., 2024). STEM eğitimi uygulayan öğretmenlerin, planladıkları teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarını hazırlarken yapay zekâyı kullanmaları giderek yaygınlaşmaktadır. Teknolojinin etkin kullanımını vurgulayan bu senaryolar, öğrencilerin gerçek dünya problemleri üzerinden etkileşimli öğrenmelerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır (MEB, 2024b, 2024c). Ancak yapay zekâ, etkili bir asistan olmasının yanı sıra bazı olumsuz etkiler de barındırabilmektedir (Dwivedi vd., 2023; Liang & Lee, 2017).

Alan yazında, eğitimcilerin ve öğrencilerin STEM eğitimine yönelik görüşlerini ve deneyimlerini inceleyen çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Baydere vd., 2021; Yıldız, 2021). Bu bağlamda STEM ders planı ve senaryosu hazırlama sürecini ve taslak çerçevelerini ele alan çalışmaların (Bakır, 2023; Özmen vd., 2020) genellikle öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar ve bu sürecin mesleki gelişimlerine etkileri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. İlgili araştırmalar, öğretmen adaylarının STEM planları hazırlarken tasarım sürecinin çeşitli aşamalarında ve farklı disiplinlerle bütünleştirmede zorluklar yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Çalış, 2020; Kurt & Benzer, 2022). Diğer taraftan güncel çalışmalar, doğru yönlendirme ve pratik uygulamalarla bu zorlukların aşılabileceğini ve tasarım sürecinin öğretmene olan katkılarını vurgulamaktadır. Nitekim yurt içinde yapılan çalışmalarda, STEM eğitimi uygulamalarının ve mesleki gelişim programlarının öğretmenlerin yetkinlik ve öz yeterliklerini artırdığı (Arslan & Yıldırım, 2020; Saraç & Doğru, 2021; Şahin vd., 2024) görülmektedir. Hazırlanan planların öğrencilerin akademik başarılarını olumlu etkilediği (Ceylan & Özdilek, 2015) belirlenmiştir. Yurt dışında da STEM öğrenme senaryoları hazırlama süreçlerini ele alan ve öğretmenlerin tasarım sürecini ders planlarında başarılı bir şekilde yansıtılabildiklerini gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (Alrwaished, 2024; Costa vd., 2022; Koes-H vd., 2021; Maiorca & Mohr-Schroeder, 2020; Masita vd., 2021; Winangun & Fauziah, 2019). Diğer taraftan yapay zekâ kullanılarak hazırlanan ders planlarıyla ilgili araştırmalar da mevcuttur (Demir & Çimen, 2024; Dumlu vd., 2024; Ergun, 2023; Karaman, 2024; Lee & Zhai, 2024; Şen vd., 2024; Van den Berg & Du Plessis, 2023). Ancak mevcut araştırmalar, öğretmenlerin STEM senaryosu hazırlarken karşılaştıkları tasarım zorluklarını aşmada yapay zekâyı bir asistan olarak nasıl kullandıklarına odaklanmamıştır. Bu araştırma, öncelikle öğretmenlerin söz konusu tasarım zorluklarını aşmada yapay zekâyı nasıl anlamlandırdıklarını derinlemesine incelemektedir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin düzeyine uygun disiplinler arası bağlantılarla gerçek hayat senaryoları üretmek veya alternatif mühendislik prototipleri tasarlamak için yapay zekâdan nasıl yararlandığına yönelik veriler ortaya koymaktadır. Tüm bu yönleriyle araştırma, eğitimcilere yenilikçi bir STEM tasarım asistanı olarak bu teknolojiyi kullanabilmeleri için somut bir yol haritası sunması bakımından önemlidir. Bu araştırmanın amacı, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlayan öğretmenlerin, bu senaryoları hazırlarken yapay zekâ kullanımlarına yönelik görüşlerini incelemektir. Bu doğrultuda araştırmanın amacına uygun şu alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanım amaçlarına yönelik görüşleri nelerdir?
2. Öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımının faydalarına yönelik görüşleri nelerdir?

3. Öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımının zorluklarına yönelik görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Araştırma, nitel bir araştırma yaklaşımı olan fenomenoloji deseni ile gerçekleştirilmiştir. Fenomenoloji deseni, katılımcıların tecrübelerinden yola çıkarak araştırma fenomenine yükledikleri anlamı ve bunu nasıl ifade ettiklerini derinlemesine inceleme ve ortaya çıkarma sürecini içermektedir (Ersoy, 2014; Patton, 2002). Diğer bir ifadeyle fenomenoloji deseni, araştırma fenomenine ilişkin katılımcıların yaşantılarının ve bakış açılarının özünü anlamlandırmayı ve yorumlamayı hedefler (Creswell, 2020). Bu araştırmada, araştırmanın amacına uygun olarak katılımcıların teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlamada yapay zekâ kullanımına ilişkin bakış açılarını, deneyimlerini ve algılarını derinlemesine anlamak ve ortaya çıkarmak amacıyla fenomenoloji deseni tercih edilmiştir.

Katılımcılar

Katılımcıların seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Nitel araştırmalarda, genelleme yerine, araştırma konusu olan durum ya da kişilerin derinlemesine incelenmesinin amaçlanması, bu araştırmada amaçlı örneklemin tercih edilmesinin gerekçesidir (Creswell, 2020). Amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yönteminin tercih edilme nedeni ise ölçüt örnekleme yönteminde katılımcıların, araştırma problemindeki belirleyicilere uygun özelliklere sahip olmasının gerekliliğindedir (Marshall & Rossman, 2014). Araştırmacılar bu yöntemde uygun katılımcıları belirlemek amacıyla ölçütler belirlemişlerdir. Bu ölçütlerden ilki, katılımcıların Scientix Türkiye elçisi öğretmeni olmalarıdır. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü koordinasyonunda yürütülen Scientix projesi kapsamında elçilik unvanı; öğretmenlerin STEM alanında yenilikçi eğitim senaryoları üretme, uygulama ve dijital okuryazarlık kriterlerini sahada başarıyla karşılamaları sonucunda verilmektedir. Bu ölçütün tercih edilmesinin temel gerekçesi; Scientix elçilerinin, teknoloji entegrasyonu ve yenilikçi STEM pedagojisi konularında özel eğitimler almış ve bu alandaki yetkinlikleri uluslararası bir STEM eğitim ağı tarafından onaylanmış kişilerden oluşmasıdır. Teknoloji odaklı STEM senaryolarının derinlemesine ve nitelikli bir biçimde incelenebilmesi için katılımcıların yalnızca temel düzeyde bilgiye değil dijital okuryazarlık, proje yürütme ve uygulamaya dökme konusunda sahada aktif ve kanıtlanmış bir deneyime sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda Scientix elçiliği, katılımcıların bahsi geçen yeterliliğe sahip olduğunu yansıtan somut bir referans olarak kabul edilmiştir. İkinci ölçüt ise, teknoloji odaklı STEM senaryoları hazırlama konusunda deneyim sahibi olmalarıdır. Belirlenen ölçütleri sağlayan gönüllülerin araştırma kapsamına alınmasına karar verilmiştir. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1

Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

<i>Değişken</i>	<i>Alt Gruplar</i>	<i>N</i>
Cinsiyet	Erkek	3
	Kadın	6
Yaş	25-30	1
	31-35	1
	36-40	1

Değişken	Alt Gruplar	N
	41-45	4
	46 ve üzeri	2
Branş	Sınıf Eğitimi	3
	Biyoloji Öğretmenliği	1
	Fizik Öğretmenliği	1
	Fen Bilimleri Öğretmenliği	2
	Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	1
	İngilizce Öğretmenliği	1
Öğretmenlik Deneyimi (yıl)	6-10	1
	11-15	3
	16-20	2
	21-25	2
	26 ve üzeri	1
STEM Uygulama Deneyimi (yıl)	0-5	4
	6-10	3
	11-15	2
STEM Eğitimi Durumu	Temel Seviye	1
	Eğitici Eğitimi	8
STEM Uygulanan Öğrenci Yaş Grubu	7-12	5
	12-15	2
	16 ve üzeri	2
Yapay Zekâ Eğitim Durumu	Bireysel Öğrenme	8
	Profesyonel	1

Tablo 1 incelendiğinde; katılımcı öğretmenlerin altısının kadın, üçünün erkek olduğu görülmektedir. Branş dağılımlarına göre sınıf öğretmenliği (3) ve fen bilimleri (2) branşlarının yanı sıra fizik, biyoloji, sosyal bilgiler ve İngilizce branşlarından da birer adet öğretmenin bulunduğu görülmektedir. Katılımcıların tamamı, beş yıldan fazla tecrübeye sahip olup STEM uygulama deneyimleri 0-5 yıl aralığında dört, 6-10 yıl aralığında üç ve 11-15 yıl aralığında iki öğretmen şeklindedir. Öğretmenlerin STEM eğitim durumları incelendiğinde, sekiz katılımcının "eğitici eğitimi" düzeyinde, bir katılımcının ise "temel eğitim" düzeyinde eğitim aldığı belirlenmiştir. Yapay zekâ konusundaki yetkinliklerine bakıldığında, sekiz öğretmenin bireysel öğrenme çabasıyla bilgi edindiği, bir öğretmenin ise profesyonel eğitim aldığı görülmektedir. Son olarak, öğretmenlerin STEM eğitimi uyguladıkları hedef kitle yaş grupları; 7-12 yaş aralığında beş, 12-15 yaş aralığında iki ve 16 yaş ile üzerinde iki katılımcı olarak dağılım göstermektedir.

Tablo 1'de demografik özellikleri sunulan ve araştırma ölçütlerini karşılayan öğretmenlere dijital iletişim kanalları aracılığıyla ulaşılmış ve bu öğretmenler araştırmaya davet edilmiştir. Sürece başlanmadan önce ilgili etik kuruldan onay alınmış olup araştırmaya katılım tamamen gönüllülük esasına dayandırılmıştır. Çevrim içi platformlar aracılığıyla gerçekleştirilen görüşmelerin başlangıcında katılımcılara, araştırmanın amacı ve kapsamı hakkında detaylı bilgilendirme yapılmış; öğretmenler

araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair onamlarını sesli olarak ifade etmişlerdir. Elde edilen verilerin yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılacağı belirtilmiştir. Veri kaybını önlemek ve araştırmanın doğrulanabilirliğini sağlamak amacıyla katılımcıların izni dâhilinde görüşmelerin ses kaydı alınmıştır. Kimlik gizliliğini korumak adına, gerçek isimler yerine kod isimler kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada, katılımcıların teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımına ilişkin algı ve görüşlerini derinlemesine anlamak amacıyla görüşme yöntemi tercih edilmiş ve bu süreçte, ifade edilen görüşlerin özüne ulaşabilmek ve gerektiğinde ek sorular sorabilmek için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır (Merriam, 2009; Miles & Huberman, 2015; Van Manen, 1990). Veri toplama sürecinde öncelikle araştırmacı tarafından altı açık uçlu sorudan oluşan taslak bir yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Araştırmanın inandırıcılığının sağlanması amacıyla eğitim bilimleri alanında uzman bir öğretim üyesi ve STEM eğitimi deneyimi olan bir fen bilimleri öğretmeni tarafından taslak görüşme formu incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda görüşme soruları düzenlenmiştir. Uygulama öncesinde görüşme soruları, çalışma grubu dışından iki öğretmene yöneltilerek soruların anlaşılabilirliği test edilmiştir. Bu sürecin ardından görüşme formu, daha açık ve anlaşılır bir dille yeniden düzenlenmiştir. Görüşme süresince katılımcılara ayrıntılı açıklamalarda bulunularak diledikleri zaman araştırmadan vazgeçebilecekleri hatırlatılmıştır. Sorulara verdikleri yanıtların yalnızca araştırma amacıyla kullanılacağı ve bilgilerinin gizliliğinin korunacağı ifade edilmiştir. Ayrıca gerçek isimler yerine kodlamaların kullanılacağı da belirtilmiştir. Katılımcıların yanıtlarından sonra teyitleri alınarak, gerekli durumlarda soruları tekrar yanıtlamaları sağlanmıştır. Görüşmeler dijital platformlar aracılığıyla çevrimiçi ortamda gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin çevrimiçi yapılması sınırlılık olabilir; fakat araştırmacının doğal iletişimi ve karşılıklı konuşma ortamı yaratması, bu sınırlılığı azaltmıştır. Ortalama yarım saat süren görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular, araştırmada doğrudan alıntılarla verilmiştir.

Yapılan görüşmelerde katılımcılara şu sorular yöneltilmiştir: (1) Sizce teknoloji odaklı STEM senaryolarını oluştururken yapay zekâ, hangi aşamalarda, ne amaçla kullanılabilir? (a) Yapay zekâ destekli hazırlanan teknoloji odaklı STEM senaryolarını öğrenciler açısından değerlendirir misiniz? (2) Teknoloji odaklı STEM Senaryoları hazırlarken yapay zekâ kullanımını bir nesne, hayvan ya da canlıya benzetirseniz neye benzetirdiniz? Neden bu benzetimi yaptığınızı açıklayınız? (3) Yapay zekâ kullanılarak STEM senaryosu hazırlamanın faydalı olduğunu düşündüğünüz yönlerini açıklayınız? (4) STEM senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımında karşılaşılan zorluklar neler olabilir açıklayınız? (5) Bu zorluklara üretilebilecek çözüm önerilerini anlatır mısınız? (6) Konuyla ilgili farklı görüş ve önerileriniz?

Görüşmelerde yer alan metafor sorusu, bağımsız bir bulgu başlığı oluşturmaktan ziyade katılımcıların algılarını derinlemesine incelemek amacıyla sorulmuş ve elde edilen veriler araştırmanın alt problemlerini zenginleştirmek için kullanılmıştır. Aynı yaklaşımla 5. sorudaki çözüm önerileri ve 6. sorudaki farklı görüşler de ayrı başlıklar hâlinde direkt yansıtılmamıştır. Araştırmanın üçüncü alt problemi olan karşılaşılan zorlukların doğasını anlamlandırmak amacıyla analiz sürecine dâhil edilmiştir.

Veri Analizi

Bu araştırmada, nitel veri analizi yöntemi tercih edilmiş olup bu yöntem verilerin anlamını kavramaya ve taşıdığı nitelikleri yorumlamaya odaklanmaktadır (Özden, 2024). Bu çerçevede, tematik

analiz yöntemi uygulanmıştır. Tematik analiz araştırmacıların, katılımcıların deneyimlerinden ortaya çıkan temalara odaklanarak çeşitli olguların daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır (Braun & Clarke, 2006). Bu araştırmada, katılımcı deneyimlerini ve veri gruplarının ortak özelliklerini detaylı bir şekilde analiz edip yorumlamak amacıyla tematik analiz yöntemi tercih edilmiştir (Braun & Clarke, 2006; DeSantis & Ugarriza, 2000). Tematik analiz; (i) verileri tanıma, (ii) ilk kodların oluşturulması, (iii) olası temaların oluşturulması, (iv) temaların gözden geçirilmesi, (v) temaların isimlendirilmesi ve tanımlanması, (vi) araştırma raporunun yazılması (Braun & Clarke, 2006) aşamalarından oluşmaktadır.

Araştırmada elde edilen verilerin yazılı hâle getirilmesi, araştırmacının birinci yazarı tarafından yapılmıştır. İkinci adımda araştırmacılar birbirinden bağımsız olarak ilk kodları oluşturmuşlardır. Kodların karşılaştırılmasının ardından, kategorilere ve temalara ulaşılmıştır. Bu aşamada araştırmacılar bir araya gelerek kodları, kategorileri ve temaları tekrar kontrol etmişlerdir. Son durumda “kullanım amacı, faydalar, zorluklar” olarak üç tema ve bunlara bağlı on kategori elde edilerek, görselleştirilmiştir. Raporlama aşamasında Ö1, Ö2... olarak kodlanan öğretmenlerin görüşlerini iyi bir biçimde tanımlayacak doğrudan alıntılara ve yorumlara yer verilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada yer alan güvenilirlik geçerlik ölçütlerine ait özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırmadaki Geçerlik ve Güvenirlik Ölçütleri

Tutarlılık (İç güvenirlik)	● Kodlayıcılar arası tutarlılık
Doğrulanabilirlik (Dış güvenirlik)	● Ses kaydı ve yazıya döküm alma ile veri kaybının önlenmesi ● Bulguların sonuç bölümünde tartışılması
İnandırıcılık (İç geçerlik)	● Katılımcı teyidi ● Doğrudan alıntılar ● Uzman görüşü
Aktarılabilirlik (Dış geçerlik)	● Araştırma sürecini kapsamlı betimleme ● Yöntem ve gerekçelerinin açıklanması ● Veri toplama, analiz sürecinin gerekçelerle açıklanması ● Amaçlı örnekleme ● Çalışma grubunun seçimi ve özelliklerinin gerekçelerle açıklanması

Tablo 2’de görüldüğü üzere araştırmada, nitel araştırmalarda sıkça vurgulanan güvenilirlik ve geçerlik ölçütlerine yer verilmiştir. Lincoln ve Guba’nın (1985) belirlediği bu ölçütler arasında tutarlılık (iç güvenirlik), doğrulanabilirlik (dış güvenirlik), inandırıcılık (iç geçerlik) ve aktarılabilirlik (dış geçerlik) bulunmaktadır. Araştırma sürecinde, bu ölçütlere uygun yaklaşımlar benimsenerek analiz sürecinin güvenilir ve geçerli bir şekilde yürütülmesi amaçlanmıştır.

Tutarlılık (iç güvenirlik) kapsamında, araştırmacılar verileri bağımsız olarak kodlamış ve kodlayıcılar arası uyum Miles ve Huberman (2015) formülüyle $[Görüş\ Birliği / (Görüş\ Birliği + Görüş\ Ayrılığı) \times 100]$ %88 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, alan yazında yeterli kabul edilen %80 sınırının üzerinde olduğundan kodlamanın tutarlı olduğu belirlenmiştir. Farklılık yaşanan kodlarda ise tartışılarak fikir birliğine varılmış, kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Doğrulanabilirlik için, veri toplama sürecinde ses kayıtları alınmış ve bu kayıtlar metinlere dönüştürülerek veri kaybının önlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca, bulgular sonuçlarla ilişkilendirilerek tartışılmıştır. İnandırıcılık ölçütü çerçevesinde, katılımcı görüşleri bulgular bölümünde doğrudan alıntılarla desteklenmiş ve katılımcı teyidi alınmıştır.

Ayrıca ölçme aracı hazırlamada uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Aktarılabilirlik açısından araştırma modeli, veri toplama ve analiz süreci, çalışma grubu ve bulgular detaylı bir şekilde açıklanmış, kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin gerekçeleri açıkça ifade edilmiştir. Araştırmada amaçlı örnekleme kullanılması, aktarılabilirliğin sağlanmasını desteklemektedir (Lincoln & Guba, 1985). Bu araştırmada da amaçlı örnekleme kullanılmıştır.

Araştırma Etiği

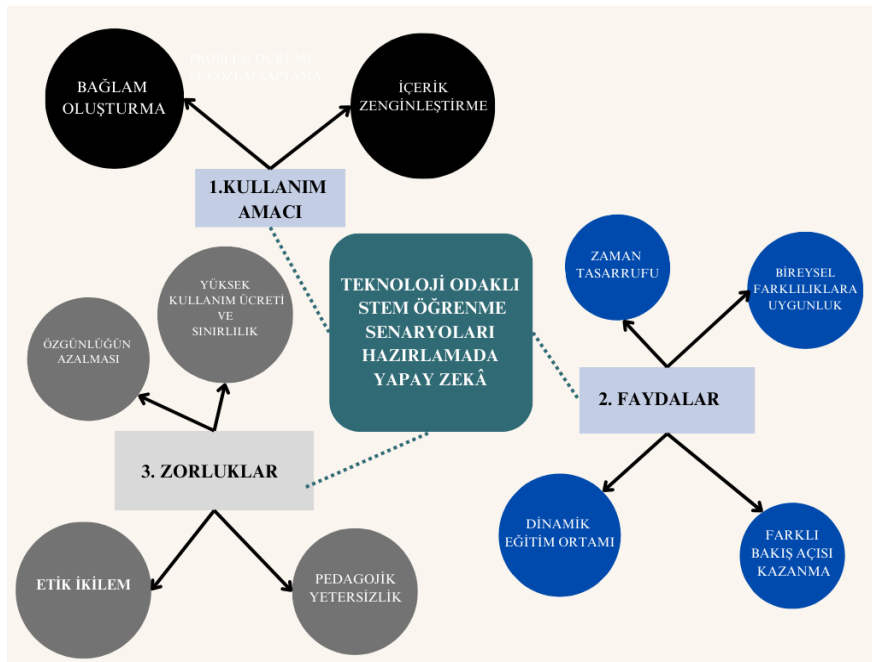
Araştırma etiği çerçevesinde, bu araştırma için öncelikle ilgili etik kuruldan izin alınmıştır. Belirlenen ölçütleri sağlayan gönüllü öğretmenlere dijital iletişim kanalları aracılığıyla ulaşılarak araştırmaya davet edilmiştir. Etik kurul onayı doğrultusunda, dijital platformlar üzerinden çevrim içi ortamda gerçekleştirilen görüşmelerin öncesinde katılımcılar, araştırmanın amacı ve kapsamı hakkında detaylı olarak bilgilendirilmiştir. Görüşmeler çevrim içi olarak yürütüldüğü için katılımcılardan yazılı onam formu alınmamış; bunun yerine araştırmaya gönüllü katılımlarına dair sesli onayları görüşme başlangıcında kayıt altına alınmıştır. Araştırma süresince “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kurallarına uygun hareket edilmiş olup; veri kaybını önlemek amacıyla katılımcıların izni dâhilinde ses kaydı alınmış ve kimliklerini korumak için gerçek isimler yerine kodlamalar kullanılarak katılımcıların gönüllülük ve gizlilik esaslarına önem verilmiş, araştırmanın tüm aşamalarında etik ilkeler titizlikle gözetilmiştir. Etik kurul onayı, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Etik Kurulundan, 26.07.2024 tarih ve 310620 sayısı ile alınmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, katılımcıların araştırma sorularına verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Araştırmaya ait tüm bulgular, alt başlıklar altında, araştırmanın alt problemleri ve bu problemlere göre ulaşılan temaların özellikleriyle birlikte açıklanmaktadır. Araştırmanın alt problemlerine göre belirlenen kategoriler ve temalar ise aşağıdaki Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1

Kategori ve Temalar



Şekil 1’de görüldüğü üzere araştırmanın alt problemlerine uygun olarak ulaşılan temalar kullanım amacı, faydalar ve zorluklar olarak üç başlık altında toplanmıştır. Bağlam oluşturma ve içerik zenginleştirme oluşturma kategorileri kullanım amacı temasının; zaman tasarrufu, bireysel farklılıklara uygunluk, farklı bakış açısı kazanma, dinamik eğitim ortamı kategorileri faydalar temasının; pedagojik yetersizlik, etik ikilem, özgünlüğün azalması, yüksek kullanım ücreti ve sınırlılık kategorileri zorluklar temasının altında toplanmıştır.

Kullanım Amacı

Birinci tema öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlarken yapay zekâ teknolojilerinden yararlanılmasına yönelik kullanım amaçlarını açıklamaktadır. Bu tema, bağlam oluşturma ve içerik zenginleştirme kategorilerinden oluşmaktadır.

Bağlam Oluşturma

Katılımcılar teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarında bağlam oluşturma kategorisinde gerçek dünya problemi ve çözüm yolları ile ilgili görüşlerini bildirmiştir. Katılımcı Ö7 “...benim yaptığım en büyük şey günlük hayat problemini oluşturmakta kesinlikle yapay zekâdan yardım alıyorum ve çok güzel bir şekilde bana yardım ettiğini düşünüyorum.” olarak gerçek dünya problemi bulmayla ilişkili fikirlerini ifade etmiştir. Katılımcı Ö8 ise gerçek dünya problem durumunu geliştirme ve çözüm yolları bulmaya dair yapay zekâyı nasıl kullandığını aşağıdaki cümlelerle ifade etmektedir:

...İşte atıyorum güncel hayat problemleri derken biraz daha özelleştirebilirim. Mesela doğa temelli hangi problemleri şu anda yaşıyoruz ve bu problemlere nasıl bir çözüm önerisi sunabilirsin deyip sonrasında o problem durumunu senaryo hâline getirmesini sağlayabilirim. Bu problem durumuna yönelik işte derim ki mesela diğer promptta yani bunu duruma göre genişletebilirim.

Ö1 kodlu katılımcı “Günlük hayat probleminde çok büyük bir bize bir konfor sağlıyor. Çünkü oluşturmakta zorlanıyoruz ve oradan aldığımız fikirlerle daha kolay bir şekilde oluşturduğumuzu düşünüyorum.” ifadesiyle gerçek dünya problemi bulma amacıyla yapay zekâyı kullandığını belirtmiştir. Ö9 kodlu katılımcı da gerçek dünya problemini geliştirmede yapay zekâ kullandığını vurgulamıştır. STEM eğitiminde gerçek dünya problemlerinin ve çözüm yollarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Katılımcıların yapay zekâ sayesinde çok sayıda alternatif geliştirip bunlar arasından seçim yapabilmesi, bu teknolojinin bağlam oluşturmada verimli bir şekilde kullanıldığını göstermektedir.

Bağlam oluşturma ile ilgili görüş bildirilen diğer bir hususu taslak senaryolar oluşturmaktır. Katılımcılar teknoloji odaklı STEM senaryoları için öncelikle bir taslak senaryo oluşturduklarını, süreç içinde bu senaryoları geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu konu ile ilgili olarak katılımcı Ö6’nin görüşleri şu şekildedir:

...Aradığım bazı soruların cevaplarını bulmak için ya da senaryolar oluşturmak için, bazen de ders planları, STEM senaryoları hazırlamak için kullanabiliyorum... Tabii ki ben kendi alanımla ilgili yapay zekâ teknolojilerine daha fazla ilgi gösteriyorum. Özellikle sunu hazırlama, senaryo oluşturma, görseller bir araya getirme anlamında bazı araçları kullanmaya gayret gösteriyorum.

Katılımcı Ö8. “... mesela Open AI kullanarak araştırmamın, bir makalemin ön taslağını oluşturabiliyorum.” yanıtıyla taslak senaryo oluşturmadaki deneyimlerini ve görüşlerini ifade etmiştir.

Katılımcılara göre taslak senaryonun her aşamasında ayrı ayrı ya da bütünsel olarak yapay zekâ desteği alınabilmekte ve bu senaryolar katılımcı tarafından yeniden düzenlenerek geliştirilebilmektedir.

İçerik Zenginleştirme

Katılımcıların pek çoğu teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlarken yapay zekânın içerik zenginleştirmede kullanıldığını belirtmiştir. İçerik zenginleştirme kategorisi katılımcılara göre senaryo fikrini, yöntemi ve etkinlikleri zenginleştirme ile ilgilidir. Katılımcılardan Ö2, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu yazarken yapay zekâyı senaryo fikrini ve etkinlikleri zenginleştirme amacıyla nasıl kullandığını şu şekilde ifade etmiştir:

...yani yapay zekâ uygulamalarını ben daha çok hani hem senaryolarda hem uygulamalarda çocukların o ilk mesela ben senaryolarda fikrimi zenginleştirmek, olan fikrimi zenginleştirmek açısından kullanıyorum. 'Etkinliği nasıl zenginleştirebilirim?' şeklinde soru soruyorum. Yani aslında yapacağım bir benim bir orijinal bir fikrim var. 'Bu fikri daha farklı nasıl yapabilirim? Daha etkinlik ne yapabilirim?' şeklinde bölüm bölüm sorduğumda benim fikrimi zenginleştiriyor.

Katılımcı Ö5 "Ben kullanırken, yani bence tüm kullanıcılarda bu şekilde yapmalı. Kendi fikrinizi zenginleştirme açısından kullanmalısınız." ifadesiyle senaryo fikrinin zenginleştirilmesi konusundaki yapay zekâ kullanımına yönelik görüşlerini belirtmiştir. Ö3 kodlu katılımcı ise "Nesne algılama amaçlı YOLO gibi çeşitli yapay zekâ araçlarıyla proje çalışmaları geliştirdik." ifadesiyle etkinlikleri zenginleştirmede yapay zekâ araçlarını kullandığını açıklamıştır. Konuyla ilgili Ö4 kodlu katılımcının görüşleri şunlardır:

...ama mesela bir hikâye oluşturmak istiyorum. Bazen senaryolarıma hikâye oluşturarak giriyorum. Burada hikâye oluşturmada evet profesyonel bir hikâye ya da drama yetisine sahip olmadığım için o hikâyenin başlangıç kısmını yapay zekâdan alıyorum ve hikâye oluşturma yapay zekâ aracını kullanıyorum. Mesela bu ufak tefek dokunuşlar kesinlikle senaryolarımızı zenginleştirir.

Katılımcıların senaryolarda kendilerine ait bir fikrin, etkinliklerin ve senaryo uygulamalarında kullanılan yöntemlerin daha profesyonel ve uygulanabilir olması için yapay zekâdan içerik zenginleştirme amacıyla destek aldığı görülmektedir. Teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarının yapay zekâ kullanılarak içeriğinin zenginleştirilmesi, senaryo uygulamalarının veriminin artmasına ve kaliteli bir STEM eğitimi ortamı oluşmasına katkı sağlamaktadır.

Faydalar

Faydalar teması zaman tasarrufu sağlama, bireysel farklılıklara uygunluk, farklı bakış açısı kazanma ve dinamik eğitim ortamı kategorileriyle açıklanmaktadır.

Zaman Tasarrufu

Teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlarken yapay zekâ kullanan Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8 kodlu öğretmenler zaman tasarrufunun faydalarını vurgulamıştır. Bu kategori pratik ve hızlı senaryo hazırlamayla ilgilidir. Ö4 kodlu öğretmen "...ama zaman tasarrufu bakımından kesinlikle yapay zekâ bu konuda bize fikir veriyor. Hani en azından adımlarda hangi etkinliklerin ya da hangi noktalara dikkat etmemiz gerektiği konusunda avantaj sağlıyor. En büyük avantajlarından biri de zamandan tasarruf sağlıyor da diyebilirim." biçiminde hem pratik hem de hızlı senaryo hazırlayabilmesi üzerine görüş bildirmiştir. Ö6 kodlu öğretmen "...bunun avantajlı yönlerinden en önemlisi elbette başta

söylediğim gibi birincisi zaman...” ve Ö1 “Çalışma hızımızı arttırıp hayatımızı kolaylaştırır.”, Ö3 “Çok daha hızlı ürünler oluşturmak için ve araştırmalar yapmayı sağlar.” ifadeleriyle yapay zekâ desteğiyle senaryoların hızlı bir biçimde oluşturabildiklerini ifade etmişlerdir. Ö8 ise “Uzun uzun araştırmalar yapmak yerine bana yani daha doğrusu işime yarayacak olan şeyi anında sunması açısından bir kere zaman kazandırıyor.” ve “...en avantajlı yönü de zaman sanıyorum.” ifadesiyle hem pratiklik hem de hızlilik ile ilgili ifadeler kullanmıştır. Katılımcılar uzun uzun zaman harcamak yerine yapay zekâ desteğiyle pratik ve hızlı bir biçimde teknoloji odaklı STEM senaryoları hazırlayarak zaman tasarrufu sağladıklarını ifade etmişlerdir. Zaman kavramının önemli olduğu günümüzde zaman tasarrufu, faydalar temasında öne çıkan bir kategoridir.

Bireysel Farklılıklara Uygunluk

Bu kategoride katılımcılar öğrenci seviyesi, bireysel özellikler, farklı yaş grupları, farklı öğretim yöntemleri ile ilgili görüş bildirmiştir. Ö1 kodlu katılımcı “Yapay zekâ destekli hazırlanan STEM senaryolarını öğrenciler açısından değerlendirsem tüm öğrenciler için tek tip gerçekleştirilen öğretim yöntemlerini çeşitlendirir, kişiselleştirilmiş öğretim sistemleri ve asistanı...” görüşüyle yapay zekâ kullanarak bireysel özelliklerin ön plana çıktığı, farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı senaryolar geliştirebildiğini ifade etmiştir. Ö5 kodlu katılımcı, farklı yaş grupları ve öğrenci seviyesine uygun teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarını yapay zekâ kullanarak geliştirebildiğini aşağıdaki ifadeyle belirtmiştir:

Şimdi yapay zekâdan önce biz bir senaryo hazırladığımızda senaryomuzda yine öğrenci temelli gittiğimizde demin de söylediğim gibi işte ilkökul grubu, ortaokul grubu ve lise grubuna baktığımda tamamen onlara uygun hale getiremeyebiliyordum. Onların duygu ve düşüncelerine göre hareket edemiyordum. Yapay zekâ destekle hazırladığımda artık daha basitlemiş. Onların açısından daha kolay değerlendirebiliyorum.

Disiplinler arası bir eğitim olan STEM’de doğası gereği bireysel farklılıklara uygunluk, öğrenme senaryolarının sahip olması gereken bir özelliktir. Katılımcılara göre yapay zekâ kullanılarak bireysel farklılıklara uygun senaryolar kolay bir biçimde hazırlanarak öğretmenler tarafından da geliştirilmektedir. Dolayısıyla öğrenciler seviyelerine, bireysel özelliklerine uygun öğrenme yöntemleriyle hazırlanan senaryolar aracılığıyla STEM uygulamalarından daha verimli bir şekilde faydalanabilmektedir.

Farklı Bakış Açısı Kazanma

Katılımcılar bu kategoride alternatif senaryolar, alternatif teknolojiler, yenilikçi bakış açıları ile ilgili görüşler bildirmiştir. Katılımcı Ö6 “... yapay zekâ kullanımıyla STEM senaryolarımızı oluştururken farklı bakış açıları sağlayabiliriz. Sonuçta yapay zekâ aracı bütün bu alanda yapılmış çalışmaların veri tabanını inceleyerek bize ortalama bir senaryo sunuyor. Geniş perspektiften bakan bir öğretmen düşünün, size farklı alternatifler sunuyor.” görüşüyle yapay zekâ kullanarak alternatif senaryolar, alternatif teknolojiler, yenilikçi bakış açıları ile teknoloji odaklı STEM senaryoları geliştirdiklerini ifade etmiştir. Ayrıca Ö7 kodlu katılımcı “Yapay zekâ kesinlikle STEM senaryolarını zenginleştiriyor. Bizlere güzel örnekler sunuyor. Mesela web2 araçları, hangi web2 araçlarını kullanabileceğim dediğimiz zaman özellikle ilkökul öğrencileri üzerinde web2 araçlar teknoloji gibi de bağlantılı kurmamızı sağlıyor ve orada güzel örnekler verdiğini düşünüyorum.” ifadesiyle yapay zekâ’nın senaryo hazırlamada dijital teknoloji önerileri sağladığını ve yenilikçi bakış açısı kazandırdığını belirtmiştir. Ö8 ise teknoloji odaklı

STEM senaryoları hazırlarken yapay zekâ kullanımının aşama aşama farklı bakış açısı kazanmayı desteklediğini aşağıdaki sözlerle ifade etmiştir:

Yani benim uzun uzun araştırıp da varacağım sonuçlara yapay zekâ ile doğrudan varabilirim. Ya da işte mesela senaryomu oluşturdum. Mesela şöyle bir senaryo oluşturdum. Dedim ki ben su hasadı yapan bir ev modeli oluşturmak istiyorum. İşte durumun, problem durumun belli zaten. Su kıtlığı, işte suyundaki azalmaya binaen su hasadı yapan bir ev modeli tasarlamak istiyorum. Bu ev modelini tasarlamak için de işte tasarladım. Neler yapabilirim? Su hasadı yapan evleri sorabilirim yapay zekâya. Modellerini çizmesini isteyebilirim. Ondan yardım alabilirim. Sonra derim ki mesela bu çizdiğim modeli işte şöyle birleştir. Mesela neyle? Şu an aklıma gelemiyor. Mesela güneş paneliyle birleştir. Yani bu ev modeli hem su hasadı yapsın hem de enerjisini doğal kaynaklardan sağlasın gibi. Ya da yenilenebilir kaynaklardan sağlasın bunu nasıl yaparsın diye sorarım o bana mutlaka önerecektir bunun haricinde ya da problem durumumu yazdım sonra diyorum ki mesela bir basamağında da ben işin içine işte dijitalliği de katayım yani bilişim araçlarını da katayım ne yapayım mesela çizimimi 3 boyutlu hale getirebilecek yapay zekâ şunu sorabilirim ben yaptığım bu ev çizimini ya da ev modelini 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamında çizebileceğim bir program bana öner derim. O da muhtemelen TinkerCad'i önerir gibi devam ederiz mesela.

Katılımcıların da belirttiği gibi yapay zekâ pek çok farklı kaynağı tarayarak geniş çaplı bir destek sağlamaktadır. Bu nedenle teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarında, senaryonun her aşamasında kullanılacak alternatif teknolojileri, örnekleri ve yenilikçi bakış açıları sunarak farklı bakış açısı kazanmayı sağlamaktadır.

Dinamik Eğitim Ortamı

Katılımcılara göre bu kategori eğlenceli, ilgi çekici, geliştirmeye açık senaryolar oluşturmakla ilgilidir. Ö1 kodlu katılımcı "... insanın düşünme yöntemlerini taklit eder, yönlendirir, konuşur, cümlelerimizi tamamlar, sorular sorar. Her şeyi yanıtlar, karar verir, problem çözer, insan gibi davranır, güçlü, eğlenceli, bilgilidir. Yeni şeyler öğretir, robotiktir, verilen komutlara uyar, kodlamayla onu yönetebilir, istediğimiz işleri yaptırabiliriz." diyerek yapay zekânın dolayısıyla teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlamada kullanılan yapay zekânın eğlenceli, ilgi çekici, geliştirmeye açık özelliklerinden bahsetmiştir. Ö4 ise "... teknoloji odaklı bir STEM senaryosu hazırlamak, ki yapay zekâ araçlarını buna katmak öğrenciler açısından da hem geliştirici, eğlenceli olmuş oluyor." ve Ö8 kodlu katılımcı öğretmen "... mesela durumu daha zevkli hâle getirebilir öğrenciler açısından. Öğrencilere bir STEM senaryosu oluşturduğumuzda yapay zekâ destekli. Burada öğretim biraz daha zevkli ve ilgi çekici bir hâle gelecektir diye düşünüyorum." ifadeleriyle yapay zekâ araçları ile hazırlanan senaryoların öğrencileri geliştirdiğini ve eğlenceli bir eğitim sürecine katkı sağladığını ifade etmiştir. Öğrenme ortamının eğlenceli, ilgi çekici ve geliştirmeye açık olması öğrenmeye yönelik motivasyonu artırmaktadır. Teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarında yapay zekâ aracılığıyla dinamik eğitim ortamı oluşmaktadır. Bu durum öğrencilere farklı öğrenme deneyimlerinin sunulması ve onların STEM eğitimine güdülenmesi bakımından faydalıdır.

Zorluklar

Bu tema pedagojik yetersizlik, etik ikilem, özgünlüğün azalması, yüksek kullanım ücreti ve sınırlılık kategorileriyle açıklanmıştır.

Pedagojik Yetersizlik

Katılımcılara göre bu kategoride bilgisizlik ve yanlış promptlar (yapay zekâya verilen komut/istem) kaynaklı zorluklar yaşanmaktadır. Yaşanan bu zorlukların temelinde yatan bilgi eksikliğine dikkat çeken Ö8 kodlu katılımcı görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

...en önemlisi bilgisizlik olabilir. Yapay zekâ ile yapabileceklerimizin neler olduğunu bilmemek bence burada en önemli zorluktur diye düşünüyorum. Zorluklara üretilebilecek çözüm önerim de tabii ki bilmek ve anlamak için daha çok araştırmak.

Ö5 kodlu katılımcı öğretmen de "...ya da öğretmen arkadaşlarımıza fark etmez. Promptlarla ilgili sorunlar yaşıyorlar. Şimdi o promptları ortaya koymak, neyi nasıl isteyeceğini bilmek ...STEM senaryosu hâline dönüştürdüğümde olayı promptları kullanmayı öğrendik mi bu iş çözülüyor diyebilirim." ifadeleriyle görüşlerini ifade etmiştir. Ö6 ise "... bir STEM senaryosu oluştururken yapay zekâ aracını kullanıyorsak burada yapay zekâ aracımıza özellikle bütün istediklerimizi açık ve net bir şekilde yazmamız gerekiyor. Bunu yaptığımız zaman da STEM senaryomuzu hızlı bir şekilde geliştirmiş olacağımızı düşünüyorum." diyerek pedagojik yetersizlik ile ilgili düşüncelerini belirtmiştir. Ayrıca yine Ö6 kodlu katılımcı senaryo hazırlarken yapay zekâ kullanımında doğru prompt verilmemesinin nelere yol açabileceğini aşağıdaki sözlerle ifade ederek pedagojik bilgisizliğin yaratabileceği zorlukları örneklendirmiştir:

...yapay zekâ aracının size sunacağı, sizin sınıf düzeyinizi çok fazla yansıtmayacak olabilir. O yüzden bunu kullanırken özellikle yapay zekâya bu senaryonun hangi sınıf seviyesinde hazırlanacağını belirtmeniz gerekebilir. Sonuçta yapay zekâ bunu tasarlarken genel bir veri tabanından alıyor. Bir başka zorluk da şu olabilir. Yapay zekâ size burada oluşturacağı etkinlikte sizin alamayacağınız malzemeleri sunabilir ya da temin edemeyeceğiniz araçları sunabilir. Yine bunu da bu zorluğu da aşmak için yapay zekâ aracına, senaryonuzda hangi araçları kullanabileceğini, daha basit değiştirmiş, geri dönüştürülebilir malzemeleri kullanması konusunda fikirler verirseniz o da size bu konuda daha uygun, daha uygulanabilir bir senaryo oluşturabilir.

Ö4 kodlu katılımcı ise pedagojik bilgisizliğin neden olduğu durumları ifade ederek bunun bir zorluk olduğunu aşağıdaki cümleyle ifade etmiştir:

Yapay zekâ senaryoları hazırlama adımlarında evet çok büyük katkıları oluyor ama biz önemli anahtar kelimeleri yazmadığımızda bazen hedefimizden şaşabiliyoruz. Çünkü STEM senaryosu dediğimizde STEM basamaklarını ayrı ayrı hedefleyen sarmal bir şekilde giden bir senaryodan bahsediyoruz adı üzerinde. Bu bir ders planı evet ama bu bir senaryoda ve senaryoda bir bütünlük ve sarmallık olması gerekiyor. Biz yapay zekâda içerik oluştururken atıyorum bu aracı kullanıyoruz. Burada sadece anahtar kelimenin bir tanesini yazarak oluşturmamamız gerekiyor.

Yeni bir teknoloji olan yapay zekânın eğitimde nasıl kullanılacağına yönelik pedagojik eksiklikler, öğretmenlerin zaman zaman çeşitli kaygılar duymasına neden olabilmektedir. Bu durum teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlamalarında da bir zorluk olarak görülmektedir.

Etik İkilem

Katılımcılar bu kategoride benzerlik, zararlı yazılımlar, kaynak belirsizliği konusunda etik ikilemler yaşadığını belirtmiştir. Ö2 kodlu öğretmen, "Yani şöyle bir şey var. Sizin orijinal bir fikriniz yoksa sadece şu konuda bir senaryo hazırla dediğinde bu bana etik gelmiyor. Yani sistemde olan rastgele bir planı da size sunabilir." diyerek yapay zekânın önerdiği bir senaryoyu direkt uygulama konusunda ve yapay zekânın kaynak belirtmeden var olan bir senaryoyu yeniden hazırlamış gibi sunabileceği ile ilgili etik

ikilemler yaşadığını ifade etmiştir. Ö3 “...yasal netlik yönünden sıkıntılar olabilir. Ayrıca, yapay zekâ tarafından oluşturulan kodlamanın, kötü amaçlı yazılım veya zararlı yazılımların oluşturulması gibi kötü amaçlarla kullanılması riski de bulunabilir...şeffaflık ve hesap verebilirlik sorunları ve yasal netlik yönünden sıkıntılar olabilir.” ifadesiyle senaryolarda yapay zekâ kullanımının zararlı yazılımlar ile ilgili riskli olduğunu düşündüğünü ve hesap verilebilirlik noktasında sorun yaşanabildiğini ifade etmiştir. Ö7 kodlu katılımcı ise aşağıdaki ifadesiyle yasal sorumluluklara dikkat çekerek etik ikilemlerin senaryo hazırlarken yapay zekâ kullanma sürecinde bir korku yarattığını ve zorluk oluşturduğunu belirtmiştir:

Ben genelde bir zorlukla karşılaşmadım ama sadece korktuğum bir taraf var. Yasal sonuçlar. Çünkü yaptığımız birçok şeyi de kullanmaya başladık ve bunun şu anda bir yasal olarak bir dayanağı yok. Nasıl olacağını veya nasıl bilebileceğimizi bilmiyorum. O yüzden tek korkum yasal olarak ne olabileceğini düşünüyorum.

Yapay zekânın etik ihlal ile ilgili sınırları, yakın zamanlı deneyimlerle gelişmektedir. Dolayısıyla katılımcıların etik ile ilgili ikilemler yaşamaları, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarında yapay zekâ kullanımlarını zorlaştırmaktadır.

Özgünlüğün Azalması

Katılımcılara göre bu kategori düşünmeyi tembelleştirme, yaratıcılığa ket vurma, orijinal olmama ile ilgilidir. Ö2 “...bence önemli olan asıl önemli olan bu yapay zekâyı kullananlar için hani normal yalnız STEM senaryoları için söylemiyorum bunu başka etkinlik tasarımlarında da bu da insanı düşünmemeye sevk ediyor ve yaratıcılığını önlüyor gibi geliyor.” ifadeleriyle düşünmeyi tembelleştirmeyi ve yaratıcılığa ket vurmaya vurgulamıştır. Ö3 kodlu katılımcı “...bu durum onları tembelleştirmeye sevk etmekte, literatür araştırmasını ayrıntılı yapmadan doğrudan yazmaları eksik ve yanlış bilgiye ulaşmalarına sebep olabilmektedir...yaratıcılığı geriletebilir...” diyerek düşünmeyi tembelleştirme, yaratıcılığa ket vurma ile ilgili görüşlerini belirtmiştir. Ö5 kodlu katılımcı ise bu kategoriyle ilgili aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır:

... Ya bence yapay zekâ çok muhteşem bir şey. Yani elinizde sizin düşünemeyeceğiniz ansiklopediyi o konuda size şak diye kısaca verebilen bir şey. Ancak STEM’i size veriyor. Orijinalliği yok bence... Yoksa oradan direkt belli konuda ne bileyim işte çevre kirliliği diyelim. Çevre kirliliği ile ilgili bir STEM senaryosu yaz bana dediğinizde sistemdekini çekiyor.

Yapay zekâ kullanarak hazırlanan teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarını, hiçbir düzenleme yapmadan kullanmak, yapay zekâyı araç olmaktan çıkararak amaç hâline getirmektedir. Bu şekilde senaryo hazırlamak, bir süre sonra öğretmenin özgünlüğünü azaltarak uygulamalarının da bundan etkilenmesine neden olabilir. Nitekim Ö6 kodlu öğretmenin aşağıda yer alan ifadeleri de bu durumu desteklemektedir:

...örneğin senaryoları için sürekli hikâye yazan bir öğretmen artık senaryolarını oluştururken hikâyelerini yapay zekâdan alıyorsa burada öğretmenin yaratıcılığı bir miktar düşmüş oluyor. Aynı şekilde öğrenciler de afişler oluştururken, dijital çalışmalar yaparken, STEM etkinliklerine çözüm ararlarken, yapay zekâ araçlarını kullandıklarında aslında yaratıcı düşünmenin önünde bir engel oluşturmuş oluyorlar. Artık düşünmeyi, üretmeyi bırakıp onu bir başkasına yaptırıyorumuz gibi düşünebiliriz. Bu konuda yapay zekâ aracının senaryo oluşturmada kullanımında dikkat edilmesi gerektiğini düşünüyorum.

Yüksek Kullanım Ücreti ve Sınırlılık

Bu kategori kapsamlı kullanamama, ücret zorunluluğu, kısıtlamalarıyla ilgilidir. Katılımcı Ö5 daha iyi senaryolar oluşturabilecekken kapsamlı kullanamama, ücret zorunluluğu ve kısıtlamalar nedeniyle premium imkânlarla erişememe durumlarını aşağıdaki ifadelerle belirtmiştir:

...Çünkü yapay zekâ kullanırken biz işte Gemini gibi ücretsiz ChatGPT 3.5 gibi ürünleri kullanıyoruz veya süreli sınırlı kullanımlarla yola çıkıyoruz. Aslında yapay zekânın diyebilirim ki biz buzdağının üstündeki sekizde bir olur ya hadi buzdağının üstündekiyle çalışıyoruz. Yapay zekânın asıl imkânlarından faydalanamıyoruz ki biz o sekizde biriyle bile yani ücretsiz sürümleriyle bile çok güzel şeyler ortaya çıkarıyoruz ki düşünemiyorum herhalde o paralı sürümleri alabilsek nasıl şeyler ortaya çıkar en büyük sorunlarımızın biri zorluklarımızın biri.

Ö4 “Bunun dışında bazen çok yararlı bizim senaryolarımıza katkı sağlayacak yapay zekâlar, yapay zekâ araçları var ders planı oluşturmamızda ama ücretlendirme karşımıza çıkıyor. Bu gerçekten bizi yapay zekâ konusunda zorlayan bir durum.” biçiminde yapay zekâ programlarının ücret zorunluluğunun yarattığı zorluklara değinmiştir. Ö6 ise “Öncelikle STEM senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımında karşılaşılabilecek en büyük zorluk şu olabilir, ücretsiz versiyonların belki kısıtlı seçenekler sunacak olması bu bir zorluk olarak karşımıza çıkabilir.” görüşüyle yine ücret zorunluluğu, kısıtlamalar ve kapsamlı kullanamama ile ilgili zorlanmalar yaşandığını ifade etmiştir.

Yapay zekâ teknolojileri her geçen gün değişip gelişirken teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarında kullanımı da senaryoların daha nitelikli olarak geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Yüksek kullanım ücreti ve sınırlılıklar, yapay zekânın pek çok özelliğinin işe koşulmasında bir engel teşkil etmektedir. Katılımcılar da teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanmada yüksek kullanım ücreti ve sınırlılıkların daha verimli senaryolar hazırlamada bu açıdan bir engel olarak zorluk yarattığını belirtmiştir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Verilerin analizi sonucunda, araştırmanın temel sonuçlarını oluşturan üç ana temaya ulaşılmıştır. Bağlam oluşturma ve içerik zenginleştirme şeklinde belirlenen ilk tema kullanım amacıdır. Costa vd. (2022) araştırmalarında, öğretmenlerin STEM senaryoları hazırlarken gerçek dünya problemlerini doğru belirlemesini bağlam oluşturma temelinin temel adımı olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, gerçek dünya probleminin doğru belirlenmesinin, öğrencilerin öğrenme süreçlerini anlamlandırmasında önemli bir rol oynadığını vurgulamıştır. Araştırmamızın bulguları da buna paralel olarak öğretmenlerin senaryo oluştururken gerçek dünya problemlerinin belirlenmesi aşamasını önemsendiğini göstermektedir. Bozkurt Altan ve Hacıoğlu (2018) ise araştırmalarında öğretmenlerin STEM eğitime yönelik planlamalarda çoğunlukla problem durumu oluşturma konusunda zorluk yaşadıkları sonucuna ulaşmıştır. Bu durumla bağlantılı olarak katılımcı öğretmenler, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken bağlam oluşturmada, problem durumu ve çözümünü saptamak için yapay zekâ kullanmaya gereksinim duymaktadır. Öğretmenler, ayrıca içerik zenginleştirme amacıyla da yapay zekâyı kullanmaktadır.

Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarının hazırlanmasında yapay zekâ kullanımının sağladığı faydalardır. Öğretmenler, yapay zekâyı teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları hazırlarken zaman tasarrufu sağlaması, bireysel farklılıklara uygunluk sunması, farklı bakış açıları kazandırması ve dinamik eğitim ortamları oluşturması açısından faydalı bulunmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, STEM öğrenme senaryoları hazırlamanın uzun zaman almasının

bazı çalışmalarda bir dezavantaj olarak belirlendiği görülmüştür (Çeliker & Kara, 2020; Kurt & Benzer, 2022; Yıldırım, 2020). Ancak bu araştırma, bahsi geçen çalışmalardan farklı olarak, STEM senaryoları hazırlamada yapay zekâ kullanımının zaman kaybı yerine zaman tasarrufu sağlayarak fayda sağladığını ortaya koymuştur. Yıldırım (2020), araştırmasında grup hâlinde oluşturulan senaryoların öğretmenlere yeni fikirler ve bakış açıları kazandırdığını belirtmektedir. Mevcut çalışmada ise bu 'çalışma arkadaşı' rolünü yapay zekânın üstlendiği görülmüştür. Nitekim yapay zekâ; senaryonun her aşamasında alternatif teknolojiler, zengin örnekler ve yenilikçi çözüm yolları sunarak öğretmenlere çok boyutlu bir bakış açısı kazandırmaktadır. Bunun yanı sıra senaryoların yapay zekâ desteğiyle hazırlanması, yenilikçi öğretim yöntemleri ve teknolojik araçlarla öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına yanıt veren eğlenceli ve dinamik bir eğitim ortamı yaratmaktadır. Bu esneklik, öğrenme süreçlerinin sürekli değişime uyum sağlayarak daha etkili ve verimli hâle gelmesine katkı sağlamaktadır (Masita vd., 2021).

Araştırmada elde edilen sonuçlardan biri de teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarının hazırlanmasında yapay zekâ kullanımında karşılaşılan zorluklardır. Öğretmenlerin karşılaştığı zorluklar, pedagojik yetersizlik, etik ikilemler, özgünlüğün azalması, yüksek kullanım maliyetleri ve çeşitli sınırlılıklarla ilişkilidir. Kurt ve Benzer (2022) araştırmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama becerilerini ve bu süreçte karşılaştıkları zorlukları incelemektedir. Katılımcılar, STEM ile ilgili bilgi yetersizlikleri nedeniyle zorlandıklarını ifade etmiştir. Araştırma incelendiğinde katılımcıların STEM eğitimi ile ilgili yeterli eğitimi almadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada ise farklı olarak katılımcıların çoğunlukla STEM eğitici eğitimi almış öğretmenlerden oluştuğu ve STEM senaryosu hazırlamada herhangi bir zorlukla karşılaşmadığı görülmektedir. Fakat bu çalışmada, katılımcıların profesyonel düzeyde yapay zekâ eğitimleri yok denecek kadar azdır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin pedagojik yetersizlik nedeniyle teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanmada zorlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Mevcut yapay zekâ uygulamalarını kullanıcıların kontrol etme yeterliliği olmadığı takdirde her zaman verimli öğrenme ortamı tasarlanmasına hizmet etmeyebilir. Bu nedenle herhangi bir öğrenme yaklaşımının gerektirdiği özelliklere sahip olabilmesi için kullanıcı denetiminin ve yeterliliğinin bir gereklilik olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken yapay zekâ kullanımından verim alınabilmesi için kullanıcıların bu teknolojileri neden ve nasıl kullanması gerektiği ile ilgili pedagojik olarak yeterli bilgiye sahip olması gerekmektedir. Halaweh (2023) de bu çalışmaya benzer olarak öğretmenlerin yeni bir teknoloji olan yapay zekâ araçlarının kullanımında karşılaşılabilecekleri bir zorluk olarak pedagojik yetersizliklere dikkat çekmiş ve öğretmenlere yapay zekâ eğitimleri vermenin pedagojik yeterliliklerinin sağlanması bakımından önemli olduğunu belirtmiştir.

Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç ise katılımcıların yaşadıkları etik ikilemler nedeniyle zaman zaman uygulamalarda zorlanmalarıdır. Bulut vd. (2024) yapay zekâ destekli teknolojilerle ilgili araştırmalarında bu çalışmaya benzer olarak yapay zekâ kullanımında karşılaşılan etik sorunlara dikkat çekmektedirler. Öztürk Dilek (2019) araştırmasında yapay zekâ kullanımında etik ikilemleri vurgulayarak etik ihlal sorumluluğunun kime ait olabileceğini irdelenmiştir. Buna göre bir zamanların yeni bir teknolojisi olan silah kullanımını örnek göstermektedir. Silah kullanımındaki sorumluluğun, onu kullanan bireye ait olması gibi yapay zekânın yol açtığı etik ihlallerde de sorumluluğun kullanıcılarda olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmada da benzer şekilde, öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryosu hazırlarken taşıdıkları bu yüksek sorumluluk bilinci sebebiyle yapay zekânın etik sınırları ve kullanımı konusunda çeşitli ikilemler yaşadıkları belirlenmiştir. Küçükvardar vd. (2020) ve Deniz (2024), yapay zekâ ve etik ile ilgili araştırmalarında, şeffaflık, veri yönetimi, gizlilik ve hesap verilebilirlik açısından yapay zekâ teknolojilerinin etik ikilemler yarattığını ifade etmiştir. Bu

araştırmada da öğretmenlerin benzer etik ikilemler yaşadığı görülmüştür. Yapay zekânın bilgileri kaynak göstermeden sunması ve bu kaynakların doğrulanamaması, veri yönetimi ile hesap verilebilirlik endişeleri yaratmaktadır. Ayrıca katılımcılar, zararlı yazılımlar, gizlilik ve şeffaflık konularında yapay zekâya güvensizlik duyduklarını belirtmiştir. Tüm bu sorunlar, yapay zekânın getirdiği sorumlulukların anlaşılmasının ve yasal yükümlülüklerle uygun hareket edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Katılımcılar teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryolarının, özgünlüğün azalmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Yapay zekâ kullanımının sadece teknoloji odaklı STEM öğrenme senaryoları geliştirmede değil, kullanıldığı diğer alanlarda da yaratıcılık ve özgünlüğün azalmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde Sözüer ve Buluş (2023) araştırmalarında yapay zekâ aracılığıyla veriye ulaşılabilirliğin çok kolaylaşmış olmasının, kullanıcıların yaratıcılıklarını zayıflattığı ve özgünlük kaybına neden olduğu sonuçlarına ulaşmıştır. Hatipoğlu (2024) ise var olanı sunması bakımından yaratıcılık ve özgünlük konularında yapay zekânın dezavantajlı olabildiğini ifade etmiştir. Ancak alan yazında bu durumun aksine, yapay zekâ ile insan zihninin etkileşimli olarak birlikte kullanıldığı durumlarda yaratıcı düşünme becerilerinin desteklendiğini ve çok daha özgün sonuçlara ulaşabildiğini savunan çalışmalar da mevcuttur (Şen vd., 2024; Van den Berg & Du Plessis, 2023). Araştırmada ulaşılan diğer bir sonuç olarak yapay zekâ programları pek çok diğer program gibi ücretsiz sürümünde sınırlılıklara neden olmaktadır. Bu durum kullanıcıların yapay zekâ uygulamalarının kapasitesinden yeterince faydalanamamasına sebep olmaktadır.

Araştırmaya ait bu sonuçlar ışığında, öğretmenlerin teknoloji odaklı STEM senaryolarında yapay zekâ kullanımını daha etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için yapay zekâ araçlarının kontrolü ve pedagojik kullanımı konusunda kapsamlı eğitimler verilebilir. Ayrıca, yapay zekâ kullanımında karşılaşılan etik ikilemleri azaltmak amacıyla, öğretmenlere veri gizliliği, şeffaflık, hesap verebilirlik ve atıf kurallarını içeren etik farkındalık programları sunulabilir. Yapay zekâ programlarının ücretsiz sürümlerindeki sınırlılıkları aşmak ve kullanıcıların bu uygulamalardan tam anlamıyla faydalanmasını sağlamak amacıyla, eğitim kurumları ile teknoloji firmaları arasında iş birliği yapılarak öğretmenlere ücretsiz ve tam erişim sağlayan lisanslı yapay zekâ yazılımları sunulabilir. Bu araştırma, STEM eğitimi almış, ancak yapay zekâ eğitimi almamış dokuz öğretmenle sınırlı olduğundan, gelecekteki araştırmalarda hem STEM hem de yapay zekâ eğitimi almış katılımcılardan oluşan daha geniş bir çalışma grubu ile yeni araştırmalar gerçekleştirilebilir.

Etik Kurul İzin Bilgileri

Etik Değerlendirme Kurulu: Bu araştırma için Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Etik Kurulundan etik uygunluk onayı alınmıştır.

Etik Değerlendirme Belgesinin Tarihi: 26.07.2024

Etik Değerlendirme Belgesinin Sayı Numarası: 310620

Araştırmacıların Katkı Oranları Beyanı

Araştırmanın teorik kısmı, veri toplama, verileri analiz etme ve bulgular ve tartışma sonuç kısımlarıyla ilgili süreçler birinci yazar, danışmanlık ve diğer rolleri ile ilgili süreçler ise ikinci yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu araştırma herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından maddi olarak desteklenmemiştir.

Çatışma Beyanı

Yazarların araştırma ile ilgili bir çatışma beyanı bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akarsu, M., Akçay, N. O., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Bogazici University Journal of Education*, 37, 155-175. <https://izlik.org/JA96CK62HE>
- Alrwaished, N. (2024). Mathematics pre-service teachers' preparation program for designing STEM based lesson plan: enhanced skills and challenges. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2320467>
- Aranda, M. L., Lie, R., & Selcen Guzey, S. (2020). Productive thinking in middle school science students' design conversations in a design-based engineering challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(1), 67-81. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09498-5>
- Arslan, Ö., & Yıldırım, B. (2020). STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri, pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1339-1355. <https://doi.org/10.17679/inuefd.789366>
- Bakır, S. (2023). How to make a learning outcome-focused stem lesson plan at secondary school level: an exemplary lesson plan on hydrostatic pressure. *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 8(22), 1664-1705. <https://doi.org/10.35826/ijoecc.704>
- Bhaskar, P., & Rana, S. (2024). The ChatGPT dilemma: Unravelling teachers' perspectives on inhibiting and motivating factors for adoption of ChatGPT. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 22(2), 219–239. <https://doi.org/10.1108/JICES-11-2023-0139>
- Baydere, F. K., Çakır, Ç. Ş., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2021). Lisansüstü öğrencilerinin STEM eğitimi ile ilgili görüşleri: İki üniversite örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(2), 568-587. <https://doi.org/10.24315/tred.623999>
- Bozan, S., & Kaya, S. (2022). Güçlü ve zayıf yönlerimi nasıl fark ederim öğretmen adaylarının yansıtıcı günlüklerden faydalanarak girişimci STEM ders planları geliştirmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 760-779. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1109425>
- Bozkurt Altan, E., & Hacıoğlu, Y. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(2), 487-507. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.506462>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bulut, O., Beiting-Parrish, M., Casabianca, J. M., Slater, S. C., Jiao, H., Song, D., & Morilova, P. (2024). The rise of artificial intelligence in educational measurement: Opportunities and ethical challenges. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2406.18900>
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>

- Carlsen, W. S. (1998). Engineering design in the classroom: Is it good science education or is it revolting?. *Research in Science Education*, 28, 51-63. <https://doi.org/10.1007/BF02461641>
- Ceylan, S., & Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.395>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Corlu, M. A., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29. <https://ijemst.com/index.php/ijemst/article/view/346>
- Costa, M. C., Domingos, A. M. D., Teodoro, V. D., & Vinhas, E. M. R. G. (2022). Teacher professional development in STEM education: An integrated approach with real-world scenarios in Portugal. *Mathematics*, 10(21), 3944. <https://doi.org/10.3390/math10213944>
- Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekanın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 54(3), 947-966. <https://doi.org/10.30964/auebfd.916220>
- Creswell, J. W. (2020). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev.; 5. Baskı). Siyasal Kitabevi.
- Çakır, Z., Yalçın, S. A., & Yalçın, P. (2020). Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 18-45. <https://izlik.org/JA66MD53SU>
- Çalış, S. (2020). Physics-chemistry preservice teachers' opinions about preparing and implementation of STEM lesson plan. *JOTSE*, 10(2), 296-305. <https://doi.org/10.3926/jotse.971>
- Çeliker, H. D., & Kara, M. (2020). Fen öğretiminde REACT'ın etkileri: 21. yüzyıl becerileri ve fene yönelik öz yeterlilik inançları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(Eğitim ve Toplum Özel sayısı), 5732-5763. <https://doi.org/10.26466/opus.701189>
- Demir, G., & Çimen, E. E. (2024). Lesson plan preparation process with chatgpt in mathematics teaching: An example of research and practice1. *Tiser Journal*, 4(1), 83-98. <https://www.tiserjournal.com/wp-content/uploads/2024/08/Lesson-Plan-Preparation-Process-with-ChatGPT-in-Mathematics-Teaching-An-Example-of-Research-and-Practice-4.pdf>
- Deniz, N. (2024). Yapay zekânın sürdürülebilirliği: sorumlu yapay zekâ. *Dijital Teknolojiler ve Eğitim Dergisi*, 3(1), 69-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12637303>
- DeSantis, L., & Ugarriza, D. (2000). The concept of theme as used in qualitative nursing research. *Western Journal of Nursing Research*, 22, 351-372. <https://doi.org/10.1177/019394590002200308>
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *Knowledge in Technology Education: Proceedings of the 6th Biennial International Conference on Technology Education*, 1, 117-123. <https://doi.org/10.3316/informit.731822911107720>
- Dumlu, B. Ö., Gezer, E., & Yıldız, B. (2024). Eşitsizlik konusunda ChatGPT ile hazırlanan ders planlarının incelenmesi. *TEBD*, 22(1), 337-358. <https://doi.org/10.37217/tebd.1338959>
- Durmuş, R. (2024). *Ortaokul öğrencilerine yönelik kodlama eğitimlerinin STEM ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). Opinion paper: "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Ergun, M. (2023, 28 Temmuz). *Artificial intelligence designing lesson plans in science teaching: ChatGPT example*. [Sözlü Sunum]. III. Uluslararası Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Kongresi, İzmir, Türkiye.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. <https://enadonline.com/index.php/enad/article/view/1147>
- Ersoy, A. (2014). İnternet kaynaklarından intihal yaptığımın farkında değilim: Bir olgubilim araştırması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 47-60. <https://doi.org/10.9779/PUJE654>
- Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep421. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>
- Hatipoğlu, S. C. (2024, Nisan). Yapay zekâ, sanat ve atmosfer [artificial intelligence, art and atmosphere]. *Türk Edebiyatı Aylık Fikir ve Sanat Dergisi*, 606, 8-14. https://www.researchgate.net/publication/379640871_Yapay_Zeka_Sanat_ve_Atmosfer_Artificial_Intelligence_Art_and_Atmosphere_Turk_Edebiyatı_-_Aylık_Fikir_ve_Sanat_Dergisi
- Karaman, M. R. (2024). Are lesson plans created by chatgpt more effective? an experimental study. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 107-127. <https://doi.org/10.46328/ijte.607>
- Kaya-Capocci, S. (2023). digital formative assessment for entrepreneurial STEM education. *Journal of Education, Theory and Practical Research*, 9(2), 135-152. <https://izlik.org/JA79RF23UH>
- Koes-H, S., Jewaru, A. A. L., Fuadah, F., Amalia, N. U., Sutaphan, S., Yuenyong, C., & Yuenyong, J. (2021, March). Developing the lesson plan of stem education: designing moringa leaf tea. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 012047. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1835/1/012047>
- Kurt, M., & Benzer, S. (2022). Examining the STEM course plan preparation skills and opinions of preservice science teachers on STEM applications. *Online Submission*, 6(10), 84–107. <http://doi.org/10.29228/sbe.62516>
- Küçükvardar, M., Aslan, A., & Bayrakçı, S. (2020). Yapay zekâ ve etik üzerine bir araştırma. *Atlas Journal*, 6(36), 1065-1077. <https://doi.org/10.31568/atlas.560>
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547–552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Lee, G. G., & Zhai, X. (2024). Using ChatGPT for science learning: A study on pre-service teachers' lesson planning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 17, 1683- 1700. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3401457>
- Liang, Y., Lee, S.A., (2017). Fear of autonomous robots and artificial intelligence: Evidence from national representative data with probability sampling. *International Journal of Social Robotics*, 9(3), 379–384. <https://doi.org/10.1007/s12369-017-0401-3>

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage publications.
- Lozano, A., & Blanco Fontao, C. (2023). Is the education system prepared for the irruption of artificial intelligence? A study on the perceptions of students of primary education degree from a dual perspective: Current pupils and future teachers. *Education Sciences*, 13(7), 733. <https://doi.org/10.3390/educsci13070733>
- Maiorca, C., & Mohr-Schroeder, M. J. (2020). Elementary preservice teachers' integration of engineering into STEM lesson plans. *School Science and Mathematics*, 120(7), 402-412. <https://doi.org/10.1111/ssm.12433>
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research*. Sage Publications.
- Masita, R., Sutaphan, S., & Yuenyong, J. (2021). Developing lesson plan on the healthier local snack STEM education. *Asia Research Network Journal of Education*, 1(1), 43-49. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/arnje/article/view/250627>
- Millî Eğitim Bakanlığı, (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20BİLİMLERİ%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI2018.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programfen345678Onayli.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024b). *STEM eğitimi için teknoloji odaklı öğrenme senaryoları 1*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. <https://scientix.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2024/09/STEM-Egitimi-icin-Teknoloji-Odakli-Ogrenme-Senaryolari-1.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024c). *STEM eğitimi öğretmen el kitabı*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. <https://scientix.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2024/12/STEM-Egitimi-Ogretmen-El-Kitabi.pdf>
- Meço, G., & Coştu, F. (2022). Eğitimde yapay zekânın kullanılması: Betimsel içerik analizi çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 171-193. <https://izlik.org/JA24YJ77LL>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Metin, M., Güler, M. M., & Çevik, A. (2023). 21. yüzyıl becerileri hakkında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Studies in Educational Research and Development*, 7(1), 1-29. <https://izlik.org/JA99JY38NL>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2015). *Nitel veri analizi* (S. Akbababa Altun & A. Ersoy, Çev.). Pegem Akademi.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20(2), 7. http://www.leadingpbl.org/f/Jans%20pdf%20Attributes_of_STEM_Education-1.pdf
- Okan Gökten, P. (2018). Karanlıkta üretim: Yeniçağda maliyetin kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897. <https://doi.org/10.31460/mbdd.460897>
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351. <https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>

- Özdemir, A. (2020). Bilimsel farkındalık, öğretmenler ve CERN. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 1-43. <https://izlik.org/JA55NA94FS>
- Özden, M. (2024). Content and thematic analysis techniques in qualitative research: Purpose, process and features. *Qualitative Inquiry in Education: Theory & Practice*, 2(1), 64-81. <https://doi.org/10.59455/qietp.20>
- Özkul, H. (2023). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıklarının ve görüşlerinin belirlenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(1), 335-352. <https://doi.org/10.33400/kuje.1250901>
- Özmen, N., Adıgüzel, T., & Özel, S. (2020). FeTeMM odaklı olarak tanımlanan ders planları için bir çerçeve: Bir meta-sentez çalışması. *Bogazici University Journal of Education*, 37, 123-154. <https://izlik.org/JA26ZX87ZJ>
- Öztürk Dilek, G. (2019). Yapay zekânın etik gerçekliği. *Ankara Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(4), 47-59. <https://izlik.org/JA34KD95MU>
- Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work*, 1(3), 261-283.
- Sanders, M. E. (2009). Integrative STEM: Primer [in some places titled STEM, STEM Education, STEMmania]. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. https://assets-002.noviams.com/novi-file-uploads/iteea/resource_hub/SandersSTEMPrimer-4705448a.pdf
- Saraç, E., & Doğru, M. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama deneyimlerinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 9(1), 1-37. <https://izlik.org/JA27ZT89EM>
- Sarıca, E., & Sarıoğlu, A. B. (2024). Stem temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisi: Kuvvet ve hareket ünitesi örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(3), 1700-1718. <https://doi.org/10.24315/tred.1442995>
- Sözüer, Z. D., & Buluş, H. E. (2023). Dijitalleşme sürecinin tekstil ve moda tasarımı eğitimindeki avantaj ve dezavantajları üzerine bir inceleme. *İletişim Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 74-84. <https://izlik.org/JA66XZ57MT>
- Şahin, E., Sarı, U., & Şen, Ö. F. (2024). STEM professional development program for gifted education teachers: stem lesson plan design competence, self-efficacy, computational thinking and entrepreneurial skills. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101439>
- Şen, M., Şen, Ş. N., & Şahin, T. G. (2024). Chatgpt'nin yaratıcı drama planı yazma becerisi üzerine bir inceleme. *Journal of History School*, 72, 2517-2553. <https://doi.org/10.29228/Joh.74842>
- Tamer, H. Y., & Övgün, B. (2020). Yapay zekâ bağlamında dijital dönüşüm ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775-803. <https://doi.org/10.33630/ausbf.691119>
- Tekin, A., & Demirel, O. (2024). Yapay zekâ teknolojileri ile istihdam ve verimlilik arasındaki ilişki. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22(Özel Sayı: Endüstri 4.0 ve Dijitalleşmenin Sosyal Bilimlerde Yansımaları), 1585-1618. <https://doi.org/10.35408/comuybd.1485233>
- Türk, N. (2019). *Eğitim fakültelerinin lisans programlarına yönelik fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

- Van den Berg, G., & Du Plessis, E. (2023). ChatGPT and generative AI: Possibilities for its contribution to lesson planning, critical thinking and openness in teacher education. *Education Sciences*, 13(10), 998. <https://doi.org/10.3390/educsci13100998>
- Van Manen, M. (1990). Beyond assumptions: Shifting the limits of action research. *Theory into practice*, 29(3), 152-157. <https://doi.org/10.1080/00405849009543448>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Winangun, M. M., & Fauziah, D. (2019, October). Designing lesson plan of science, technology, engineering, mathematics (STEM) education in science learning. In *Journal of Physics: Conference Series*, 13(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012024>
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 70-98. <https://doi.org/10.9779/pauefd.586603>
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri*, 2(2), 0-2. <https://izlik.org/JA92LN82NA>
- Yıldız, M. (2021). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde STEM uygulamalarını kullanımına yönelik görüşleri. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi*, 2(2), 11-27. <https://izlik.org/JA45XU44SN>
- Yılmaz, H., Koyunkaya, M. Y., Güler, F., & Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1787-1800. <https://izlik.org/JA75BB46GU>