T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

WEB 3.0 ARAÇLARININ FEN EĞİTİMİNE ENTEGRASYONUNUN, ÖĞRETMEN ADAYLARININ TPAB ÖZ YETERLİLİK DÜZEYLERİNE, YAPAY ZEKA, EĞİTSEL SANAL GERÇEKLİK VE EĞİTİMDE METAVERSE KULLANIMLARINA İLİŞKİN TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Zehra ÖZTÜRKOĞLU

(Yüksek Lisans Tezi)

İstanbul, 2026

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

WEB 3.0 ARAÇLARININ FEN EĞİTİMİNE ENTEGRASYONUNUN, ÖĞRETMEN ADAYLARININ TPAB ÖZ YETERLİLİK DÜZEYLERİNE, YAPAY ZEKA, EĞİTSEL SANAL GERÇEKLİK VE EĞİTİMDE METAVERSE KULLANIMLARINA İLİŞKİN TUTUMLARININ İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE INTEGRATION OF WEB 3.0 TOOLS INTO SCIENCE EDUCATION, PRE-SERVICE TEACHERS' TPACK SELF-EFFICACY LEVELS, AND THEIR ATTITUDES TOWARDS THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE, EDUCATIONAL VIRTUAL REALITY AND METAVERSE IN EDUCATION

Zehra ÖZTÜRKOĞLU

(Yüksek Lisans Tezi)

Danışman

Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM

İstanbul, 2026

Tüm kullanım hakları

M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.

© 2026

ONAY

Zehra ÖZTÜRKOĞLU tarafından hazırlanan "Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun, Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilik Düzeylerine, Yapay Zeka, Eğitsel Sanal Gerçeklik Ve Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarının İncelenmesi" konulu bu çalışma, 26/01/2026 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda aşağıdaki jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	**İmza**
TEZ DANIŞMANI	Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM	
JÜRİ ÜYESİ	Prof. Dr. Feral BEKİROĞLU	
JÜRİ ÜYESİ	Dr. Öğr. Üyesi Naciye SOMUNCU DEMİR	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Zehra ÖZTÜRKOĞLU

Eğitim

2017	Tokat Bilgi Temel Lisesi
2021	Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Programından Mezun olma
2023-	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programına giriş

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26/01/2026

Zehra ÖZTÜRKOĞLU

ÖNSÖZ

Bu süreçte her koşulda bana destek olan, vizyonuyla çalışmalarıma yön veren, lisansüstü çalışmalarımda hayranlıkla izlediğim sayın danışmanım Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM'a, akademik yolculuğum boyunca bana rehberlik eden hocalarıma; tez sürecimde bana verdiği desteklerden, yön göstericiliğinden ve tez savunmamda verdiği katkılarından dolayı sayın hocam Naciye SOMUNCU DEMİR'e ve her koşulda yanımda olan, desteklerini her daim hissettiğim sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Güncel teknolojileri sınıf ortamlarına ustaca taşıyabilen vizyoner eğitimciler, yarının dünyasını inşa edecek nesillerin en büyük yol göstericileri olacaktır. Bu çalışmanın bilime ve geleceğe ışık olması dileğimle.

Zehra ÖZTÜRKOĞLU

ÖZET

Endüstri gelişim safhalarının her bir evresi, toplumları etkileyen büyük dönüşümleri beraberinde getirmiştir. Aynı zamanda bu dönüşümlerden etkilenen eğitim alanlarındaki değişim ve dönüşümler toplumsal dönüşümde oldukça etkili olmaktadır. Bu kapsamda fen eğitiminde yenilikçi yaklaşımların kullanımı ve teknolojinin dahil edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Eğitim teknolojilerine yön veren dijital dönüşümlerin arasında web kavramının gelişimi önemli yer kaplamaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda web temelli eğitim, öğretim yöntem ve tekniklerinde güncel dijital araçların kullanımının ve yaygınlaştırılmasının öneminden sıkça bahsedilmektedir. Teknoloji temelli yapılan çalışmalarda odaklanılan bir önemli mesele de öğretmen eğitiminde teknolojik donanım ve bu donanımın pedagoji ve alan bilgisiyle birleştirildiği teknolojik pedagojik alan bilgisi yaklaşımı olmaktadır. Temelde Yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse evrenleri bileşenlerinden oluşan web 3.0 araçları çağın en çok dikkat çeken ve eğitsel potansiyelleri ile öğretmen adaylarının mesleki deneyimlerini artıracak, alan bilgileri ve pedagojik bilgileri ile birleşerek güncel, bireysel farklılıklarla uyumlu, hızlı ve yüksek kalitede dijital materyallerin geliştirilmesinde etkin rol alabilecek araçlardır. Bu çalışmada web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun, öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemlerinden gömülü (iç içe) desen kullanılmıştır. Nicel araştırma sonuçları SPSS analiz programı ile incelenirken nitel araştırma bulguları içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın çalışma grubunu İstanbul ilinde bulunan bir devlet üniversitesinde 2024-2025 eğitim öğretim yılının güz döneminde 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 13 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın nicel boyutu zayıf deneysel desene göre ilerletilmiştir. Bu sebeple bir deney grubu vardır.

Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılarak veri toplanmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak, fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirme konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisi öz yeterlilik ölçeği, yapay zekâya yönelik genel tutum ölçeği, öğrencilerin eğitsel sanal gerçeklik tutum ölçeği, öğretmenlerin metaverse

kullanımlarına ilişkin tutum ölçeği kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarıyla web 3.0 araçları olan yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse teknolojilerinin eğitim amaçlı kullanımını içeren yapay zekâ destekli görsel oluşturma, metin oluşturma, dijital hikayeler, ders planları, animasyon ve video yapımı, avatar kullanımı ve sunum çalışmaları, sanal gerçekliğin temellerinin atıldığı Blender 4.2 programı ile 3B tasarıma giriş ve fen eğitiminde kullanılmak üzere konu ve kavramlara özgü 3B tasarım çalışmaları, Sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı ve metaverse evrenlerinden spatial programı ile sanal sınıf oluşturma gibi çalışmalar yapılmıştır. Araştırma, verilerin toplanması süreçleriyle birlikte 9 hafta olarak yürütülmüştür.

Elde edilen bulgulara göre web 3.0 araçları kullanımının öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerini, eğitsel sanal gerçeklik tutumlarının ve metaverse kullanmaya ilişkin tutumlarını artırdığı saptanmıştır. Çalışma özelinde yapay zekâ tutumlarında bir değişimin olmadığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının görüşlerine göre web 3.0 araçlarının eğitsel kullanımına yönelik istek ve algıları, eğitimde yapay zekâ kullanımına ilişkin yönelimleri, sanal gerçeklik ve metaverse kullanmaya karşı tutumlarında özellikle eğitim amaçlı kullanım potansiyellerini vurgulayıcı yönde gelişim gösterdiği görülmüştür. Araştırma kapsamında web 3.0 araçlarının fen eğitiminde ve öğretmen eğitiminde kullanılmasının yaygınlaştırılması, öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerin artıran bu gibi uygulamaların pedagoji ve alan bilgisiyle birleştirilerek verilmesi gerektiği, bu konu ve kapsamda yapılacak çalışmaların uygulama süresinin uzun tutularak daha geniş örneklem gruplarıyla yapılması gerektiği, yapay zeka tutumu için etik kaygıların büyük olduğu ve etik kaygıları gidermek için karma desen çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu, öğretmen eğitiminde etkin rol oynayan öğretmenlik programlarında web 3.0 araçları ve teknolojik pedagojik alan bilgisi yaklaşımına uygun eğitim revizyonlarına ihtiyaç duyulduğu bu alanda eğitim yöneticilerince ilgili çalışmaların yapılması gerektiği önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Web 3.0, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB), öz yeterlilik, yapay zekâ, sanal gerçeklik, metaverse, tutum, öğretmen eğitimi, eğitim teknolojileri, fen öğretimi

ABSTARCT

Each stage of industrial development has brought about major transformations affecting societies. At the same time, changes and transformations in the fields of education affected by these shifts are highly influential in social transformation. In this context, it is considered important to use innovative approaches and incorporate technology in science education. Among the digital transformations that shape educational technologies, the development of the web concept occupies an important place. As a result of the studies conducted, the importance of using and disseminating current digital tools in web-based education, teaching methods, and techniques is frequently mentioned. An important issue focused on in technology-based studies is the technological pedagogical content knowledge approach, where technological equipment in teacher education is combined with pedagogy and content knowledge. Web 3.0 tools, which basically consist of artificial intelligence, virtual reality, and metaverse universe components, are the tools that attract the most attention of the era and can play an active role in the development of up-to-date, fast, and high-quality digital materials that are compatible with individual differences, by increasing the professional experiences of pre-service teachers with their educational potential and combining with their content and pedagogical knowledge. In this study, it is aimed to examine the integration of web 3.0 tools into science education, the TPACK self-efficacy levels of pre-service teachers, and their attitudes towards the use of artificial intelligence, educational virtual reality, and metaverse in education.

In the research, the embedded (nested) design, one of the mixed research methods in which quantitative and qualitative research methods are used together, was used. While the quantitative research results were examined with the SPSS analysis program, the qualitative research findings were subjected to content analysis.

The study group of the research consists of 13 pre-service science teachers studying in their 3rd year in the fall semester of the 2024-2025 academic year at a state university located in the province of Istanbul. The quantitative dimension of the research was carried out according to the weak experimental design. For this reason, there is one experimental group. In the research, data were collected using qualitative and quantitative data collection tools. As quantitative data collection tools, the technological pedagogical content knowledge self-

efficacy scale for pre-service science teachers on material development, the general attitude scale towards artificial intelligence, the educational virtual reality attitude scale for students, and the attitude scale regarding teachers' use of the metaverse were used. A semi-structured interview form was used as a qualitative data collection tool. In the research, studies were conducted with pre-service teachers on the use of web 3.0 tools—artificial intelligence, virtual reality, and metaverse technologies—for educational purposes, including AI-supported image generation, text generation, digital stories, lesson plans, animation and video production, avatar use and presentation studies, introduction to 3D design with the Blender 4.2 program where the foundations of virtual reality are laid, and subject- and concept-specific 3D design studies to be used in science education, the use of virtual reality glasses, and creating virtual classrooms with the spatial program from the metaverse universes. The research was conducted over 9 weeks, including the data collection processes.

According to the findings obtained, it has been determined that the use of web 3.0 tools increased pre-service teachers' TPACK self-efficacy levels, their educational virtual reality attitudes, and their attitudes toward using the metaverse. Specifically within the study, it was observed that there was no change in artificial intelligence attitudes. Furthermore, according to the opinions of the pre-service teachers, it was observed that their desires and perceptions regarding the educational use of web 3.0 tools, their orientations toward the use of artificial intelligence in education, and their attitudes toward using virtual reality and the metaverse developed in a way that emphasizes particularly their educational use potentials. Within the scope of the research, it was suggested that the use of web 3.0 tools in science education and teacher education should be disseminated; such applications that increase the technological knowledge of pre-service teachers should be provided by combining them with pedagogy and content knowledge; the duration of implementation for studies to be conducted on this subject and scope should be kept long and conducted with larger sample groups; ethical concerns regarding artificial intelligence attitudes are significant and mixed-method studies are needed to address these ethical concerns; and there is a need for educational revisions in teaching programs that play an active role in teacher education in accordance with web 3.0 tools and the technological pedagogical content knowledge approach, and relevant studies should be conducted by educational administrators in this field.

Keywords: Web 3.0, Technological pedagogical content knowledge (TPACK), artificial intelligece, virtual reality, metaverse, teacher education, science teaching, educational technology (EdTech), attitude, self-efficacy

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ONAY ii

ÖZGEÇMİŞ iii

ETİK BEYANI iv

ÖNSÖZ v

ÖZET vi

ABSTARCT viii

İÇİNDEKİLER xi

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ xviii

TABLOLAR LİSTESİ xix

ŞEKİLLER LİSTESİ xxiii

BÖLÜM I.GİRİŞ 1

1.1 Problem Durumu 7

1.2Amaç 9

1.3Araştırmanın Önemi 11

1.4Araştırmanın Sınırlılıkları 14

1.5 Araştırmanın Varsayımları 14

1.6 Araştırmanın Tanımları Ve Kısaltmaları 15

BÖLÜM II. KAVRAMSAL ÇERÇEVE 16

2.1 Eğitimde Dijitalleşme 16

2.2 Web Teknolojilerinin Gelişim Süreci 19

2.2.1 Web Teknolojilerinin Gelişim Süreci 19

2.2.2 Web 2.0 ve Eğitime Yansımaları 20

2.5.2.1 Web 2.0 araçlarının öğretim teknolojilerinde kullanımı 21

2.2.3 Web 3.0 Ve Eğitime Yansımaları 22

2.5.3.1 Web 3.0'ın temel teknolojik özellikleri ve yapısal unsurları 23

2.2.4 Web 3.0'ın Ana Bileşenleri Ve Gelişim Süreçleri 24

2.3 Yapay Zeka'nın Gelişimi ve Web Teknolojilerindeki Yeri 25

2.3.1 Yapay Zekâ Teknolojilerinin Temel Unsurları Ve Bileşenleri 27

2.3.2 Web 3.0 Ve Yapay Zeka İlişkisi 29

2.3.3 Yapay Zeka'nın Gelişiminde Üretken Yapay Zeka Kavramı 29

2.3.4 Yapay Zeka'nın Eğitimde Kullanımı Öğretim Teknolojilerinde Yeri 31

2.3.5 Öğretim Teknolojilerinde Yapay Zeka Uygulamalarının Sınıflandırılması Ve Örnek Yapay Zeka Araçları 33

2.3.6 Eğitimde Kullanılabilecek Başlıca Yapay Zekâ Araçları 35

2.4 Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Gelişimi Ve Web Teknolojilerindeki Yeri 41

2.4.1 Web 3.0 Ve Sanal Gerçeklik 44

2.4.2 Sanal Gerçekliğin Eğitimde Kullanımı Ve Öğretim Teknolojilerinde Yeri 45

2.4.3 Eğitimde Kullanılabilecek Başlıca Sanal Gerçeklik ve 3B Tasarım Araçları.....47
2.5 Metaverse Teknolojilerinin Gelişimi Ve Web Teknolojilerindeki Yeri.....49
2.5.1 Web 3.0 Ve Metaverse.....55
2.5.2 Metaverse'nin Eğitimde Kullanımı Ve Öğretim Teknolojilerindeki Yeri.....56
2.6 Öğretmen Eğitiminde Teknolojik Dönüşümün Kuramsal Temeli: TPAB Modeli....61
2.6.1 Üniversite 4.0 ve Öğretmen Yeterlilikleri Çerçevesinde TPAB.....66
2.7 İlgili Çalışmalar.....68
2.7.1 Web 3.0 İle İlgili Çalışmalar.....68
2.7.2 Metaverse İle İlgili Çalışmalar.....71
2.7.3 Yapay Zekâ İle İlgili Çalışmalar.....74
2.7.4 Sanal Gerçeklik İle İlgili Çalışmalar.....82
2.7.5 Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi İle İlgili Çalışmalar.....86
2.8 Literatür Taramasının Sonucu.....92
BÖLÜM III. YÖNTEM.....96
3.1 Araştırma Modeli.....96
3.1.1 Araştırmanın Nicel Boyutu.....97
3.1.2 Araştırmanın Nitel Boyutu.....99
3.2 Araştırma Grubu.....99
3.3 Uygulama Süreci ve Öğretim İçeriği.....100

3.4 Veri Toplama Araçları 110

3.4.1 Nicel Veri Toplama Araçları 110

3.4.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Materyal Geliştirme Konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) 111

3.4.1.2 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ) 112

3.4.1.3 Öğrencilerin Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği (ESG-TÖ) 113

3.4.1.4 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ) 114

3.4.2 Nitel Veri Toplama Araçları 115

3.4.2.1 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 115

3.5. Veri Toplama Araçlarında Geçerlik Güvenirlik 115

3.6. Veri Analizi 117

3.6.1 Nicel Verilerin Analizi 120

3.6.2 Nitel Verilerin Analizi 122

BÖLÜM IV. BULGULAR ve YORUMLAR 123

4.1 Verilere Yönelik Nicel Ve Nitel Bulgular 123

4.1.1. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik düzeylerine Etkisine Yönelik Bulgular 123

4.1.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilik Ölçeği Ön Test- Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular 124

4.1.1.2. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....125

4.1.1.3. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....126

4.1.1.4. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....127

4.1.1.5. Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....128

4.1.1.6. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....130

4.1.1.7. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....131

4.1.1.8. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....132

4.1.1.9. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Pedagojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular.....133

4.1.1.10. Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilikleri Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular.....134

4.1.2. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlara Etkisine Yönelik Bulgular...136

4.1.2.1. Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeğine İlişkin Bulgular.....137

4.1.2.2 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ) Pozitif Tutum Alt Boyutuna İlişkin Bulgular.....138

4.1.2.3 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ) Negatif Tutum Alt Boyutuna İlişkin Bulgular 139

4.1.2.4.Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular 140

4.1.3 Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları Üzerine Etkisine Yönelik Bulgular 142

4.1.3.1 Eğitsel Sanal Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeğine(ESG-TÖ) İlişkin Bulgular 143

4.1.3.2 Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular 144

4.1.4. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Bulgular 146

4.1.4.1. Öğretmenlerin Metaverse Kullanmaya İlişkin Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular 146

4.1.4.2 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (Ömki-Tö) Algılanan Fayda Alt Boyutuna İlişkin Bulgular 147

4.1.4.3 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ) Hazırbulunuşluk Alt Boyutuna İlişkin Bulgular 148

4.1.4.4 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ) Memnuniyet Alt Boyutuna İlişkin Bulgular 149

4.1.4.5 Öğretmen Adaylarının Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular 150

4.1.5. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri İle Yapay Zekâ, Sanal Gerçeklik Ve Metaverse Kullanımlarına İlişkin Puanlarındaki Değişimlerin Nitel Görüşlerle Açıklanmasına Yönelik Bulgular....152

BÖLÜM V. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER....158

5.1 Tartışma....158

5.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine Yönelik Tartışma....158

5.1.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlarına Yönelik Tartışma....163

5.1.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumlarına Yönelik Tartışma....167

5.1.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Tartışma....170

5.2 Sonuç....173

5.2.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine Yönelik Sonuç....173

5.2.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlarına Yönelik Sonuç....174

5.2.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumlarına Yönelik Sonuç....175

5.2.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Sonuç....177

5.3 Öneriler....178

KAYNAKÇA.....180

EKLER.....198

Ek 1 Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâ Destekli Ders Planı Örneği.....198

Ek 2 Materyal Geliştirmeye Yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlilik Ölçeği Kullanım İzni.....209

Ek 3:Materyal Geliştirmeye Yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlilik Ölçeği.....210

Ek 4 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği İzni.....217

Ek 5 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği.....218

Ek 6 Öğrencilerin Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği (Esg-Tö) Kullaım İzni.....220

Ek 7 Eğitsel Sanal Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeği (Esg- Tö).....221

Ek 8 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği Kullanım İzni...223

Ek 9 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği.....224

Ek 10 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....227

Ek 11 Marmara Üniversitesi Araştırma Ve Yayın Etik Kurul Onayı.....228

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

TPAB:Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

VR: Sanal gerçeklik

3B: 3 boyutlu

YZ: yapay zekâ

UNESCO: Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Teşkilatı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

YEGİTEK: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri

ETKİM: Eğitim Teknolojileri Kuluçka ve İnovasyon Merkezi

EBA:Eğitim Bilişim Ağı

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Eğitim Süreçlerinin Karşılaştırılması.....17

Tablo 3.1 Ön Test- Son Test Eşleştirilmiş Tek Gruplu Zayıf Deneysel Desen Tasarım Tablosu.....98

Tablo 3.2 Deneysel Süreçte Yürütülen Çalışmalar Sırasında Eğitimleri Düzenlenen Ve Kullanılan Web 3.0 Teknolojileri.....100

Tablo 3.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Özyeterlik Ortalamalarını Değerlendirme Puan Grupları.....112

Tablo 3.4 Araştırma Sorularına Göre Kullanılan Veri Toplama Araçları ve kullanılan veri analizi yöntemleri.....116

Tablo 3.5 Cohen (1988)'e Göre Etki Büyüklüğü Yorum.....119

Tablo 3.6 Ön Test Verileri Normallik Analizi Sonuçları.....121

Tablo 3.7 Son Test Verileri Normallik Analizi Sonuçları.....121

Tablo 4.1. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri.....124

Tablo 4.2. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi.....124

Tablo 4.3. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri.....125

Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi.....125

Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri.....126

Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi.....127

Tablo 4.7. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test-Son Test Betimsel İstatistikleri.....127

Tablo 4.8. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 128

Tablo 4.9. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test-Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 128

Tablo 4.10. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 129

Tablo 4.11 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 130

Tablo 4.12 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 130

Tablo 4.13 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 131

Tablo 4.14 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 131

Tablo 4.15 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 132

Tablo 4.16 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 132

Tablo 4.17 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Bilgi Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 133

Tablo 4.18 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 133

Tablo 4.19 Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilikleri ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri 134

Tablo 4.20 Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 136

Tablo 4.21 Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 137

Tablo 4.22. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Pozitif Tutum Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 137

Tablo 4.23. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Pozitif Tutum Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 138

Tablo 4.24. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Negatif Tutum Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 138

Tablo 4.25. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Negatif Tutum Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 139

Tablo 4.26 Öğretmen Adaylarının Yapay Zeka Tutumları ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri 140

Tablo 4.27 Öğretmen Adaylarının ESG-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 142

Tablo 4.28 Öğretmen Adaylarının ESG-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 143

Tablo 4.29 Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri 144

Tablo 4.30 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri 146

Tablo 4.31 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 147

Tablo 4.32 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri 147

Tablo 4.33 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 148

Tablo 4.34 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri 148

Tablo 4.35 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 149

Tablo 4.36 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Memnuniyet Alt Boyutu Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri 149

Tablo 4.37 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Memnuniyet Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi 150

Tablo 4.38 Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımı ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri 150

Tablo 4.39 Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri ile Yapay Zekâ, Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımlarına İlişkin Puanlarındaki Değişimlerin Nitel Görüşlerle Açıklanması.....153

Tablo 4.40 Öğretmen Adaylarının Web 3.0 Kavramıyla İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri.....157

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Yapay Zekanın Gelişim Evreleri 26

Şekil 2.2 Klasik GAN mimarisi örneği 30

Şekil 2.3 Metaverse'ün Gelişiminde Mihenk Taşları ve Tarihsel Gelişiminde Etkili Olaylar 50

Şekil 2.4 Duan vd. Metaverse Mimarisi 53

Şekil 2.5 Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Şeması 62

Şekil 2.6 TPAB'nin Uygulanmasını Etkileyen Sistematik Bağlamsal Faktörler 65

Şekil 3.1 Araştırma Modeli 97

Şekil 3.2 Haftalık Ders İçeriği 102

Şekil 3.3 Yapay zekâ araçlarıyla Fen Konu ve Kavramlarında Görsel Oluşturma Çalışmaları 104

Şekil 3.4 Yapay zeka destekli oluşturulan öykü ve oyunların görselleri 105

Şekil 3.5 Hailuo AI ve Canva Synthesys AI video araçlarıyla örnek animasyon yapımı 106

Şekil 3.6 Öğretmen adaylarının Hailuo AI, VEED AI, Mango AI kullanarak oluşturdukları video, avatar örnek kareleri 108

Şekil 3.7 Öğretmen adaylarına sunulan Blender 4.1 örnek Ayın evreleri ve Güneş modellemesi ile ilgili animasyon örneğinden alınan kesitler 108

Şekil 3.8 Öğretmen adaylarının Bblender 4.1 programını kullanarak oluşturdukları hücre modeli ve ayın evreleri modeli kesitleri 109

Şekil 3.9 Meta Oculus Quest 2 sanal gerçeklik başlığı kullanımı ve güneş modeli tasarımı 109

Şekil 3.10 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları Diyagramı 110

BÖLÜM I.GİRİŞ

Zamanın getirdiği değişim çağrısı insan hayatının her safhasında hissedilmektedir. Nitekim değişen hayat koşulları yaşamı, değişime adaptasyona yönlendiren temel sebeplerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle dijital dönüşümün ivme kazandığı çağımızda dijital platformlara uyum sağlama yeteneğine sahip olmak ve bu yeteneği geliştirmek çağın gereklilikleri arasında yer almaktadır. Dijital dönüşüm düşünüldüğünde bunun temellerini oluşturan Endüstriyel devrimlerden bahsedilebilir. Endüstriyel devrimlerin değişen koşulları doğuran temel öğe olduğu görülmektedir (Karaismailoğlu ve Yıldırım, 2022).

Endüstriyel devrimlerin dijital koşulları nasıl oluşturduğunu ele alacak olursak gelişim safhalarını tarihsel olarak incelememiz gerekir. Endüstri 1.0 18. yüzyılın ikinci yarısında ingiltere'de başlamıştır. Su ve buhar gücünün öne çıktığı mekanik ürünlerin yeni oluşturulduğu dönemi kapsamaktadır. Bu dönem, tarım toplumlarının sanayi toplumlarına evrilişini temsil ederken, bilek gücüne dayanan üretim şeklinden mekanik tezgahlar ve buhar gücü ile çalışan makinelere geçilmiş bu vasıta ile üretim daha seri hale getirilmiştir. Buharla çalışan motorların icad edilmesi ve demiryolu ulaşımının yaygınlaştırılması, hammaddelerin ve üretilen ürünlerin taşınmasını kolaylaştırarak endüstriyel dönüşüme temel oluşturmuştur (Yavari ve Pilevari, 2020).

19. yüzyılın sonlarını, 20. yüzyılın başlarını ele aldığımızda ise elektrik enerjisinin keşfedilmesi ve sanayi için kullanımının yaygınlaştırılması, ikinci büyük dönüşüm olarak adlandırabileceğimiz Endüstri 2.0'ı başlatmaktadır (Yin, Stecke, Li, 2018). Endüstri 2.0 anlayışında çoklu üretimin buhar gücünden daha fazla verim sağlayan elektrik enerjisi ile yapılıyor oluşu üretim hızını artırmanın yanında verimliliği dönemin en üst seviyesine çıkarmıştır. Bu yolla birçok aracın üretim maaliyeti düşerken üretim miktarını artırarak geniş kitlelere ulaşması sağlanmıştır (Javaid ve Haleem, 2020).

Endüstri 3.0 ise 1970'li yıllarla birlikte elektronik, bilgi teknolojileri (BT) ve yazılım teknolojilerinin üretim süreçlerine dahil olması ile başlamıştır. Bu esnada, bilgisayarların ve

programlanabilir mantıksal denetleyicilerin (PLC) üretim süreçlerinde kullanılması ile birlikte otomasyon ve robotik uygulamaları hayatımıza girmiştir. İnsan yerine karar verme ve kontrol etme mekanizmalarını devreye sokan bu devrim, üretimin sistem merkezli yönetilmesine olanak sağlamış ve endüstriyel dönüşümü dijital ortamlara kesin olarak taşımıştır. Endüstri 3.0'ı dijital adaptasyon süreci olarak adlandırmamız yanlış olmayacaktır (Javaid ve Haleem, 2020; Ziatdinov, Atteraya ve Nabiyev, 2024).

Endüstriyel anlamda dördüncü devrim olarak adlandırabileceğimiz Endüstri 4.0, günümüzde yaşanan ve siber sistemleri, nesnelerin interneti'ni ve yapay zekayı üretim ve otomasyon ortamlarına dahil etmeye odaklanan bir aşamayı temsil eder (Yin vd.. 2018). Üretimde kullanılan makinelerin birbirleriyle ve merkezi sistemlerle etkileşimi söz konusudur. Endüstri 4.0, yapay zeka, nesnelerin interneti ve siber sistemleri kullandığı için sistemlerin insan ile ve sistemlerin birbirleriyle iletişimini, verimliliği artırmada, kullanım kolaylığı sağlamada ve hızlı hizmet sunma noktasında kullanmaktadır.

Akıllı üretim (Smart Manufacturing) kavramı endüstri 4.0'ı tanımlayan en iyi cümlelerden birisi olabilir. Akıllı sistemlerin kullanılıyor oluşu ile üretkenlikte maksimum verimden yararlanmak söz konusu olmuştur (Zheng vd., 2018; Yavari ve Pilevari, 2020). Endüstri 4.0'ın sunduğu imkanlar kullanılırken yapay zeka ve otomasyon sistemlerinin sürdürülebilirliği tartışmaları öne sürülmüş ve üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Bu esnada 2020'lerin başlarında sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin ekonomik, topumsal ve çevresel altboyutlarını kapsayan endüstri-insan ilişkisini çevre ile birleştiren bir anlayış doğmaya başlamıştır. Bu anlayış Endüstri 5.0 olarak adlandırılmakla beraber temelde sürdürülebilir ve dengeli büyümeyi hedeflemektedir (Sadıç, 2022).

Endüstri 4.0, büyük veri, yapay zeka, nesnelerin interneti teknolojilerini üretimi artırmada ve verimliliği sağlamada kullanmaktadır. Ancak endüstri 5.0 anlayışı, bu akıllı sistemleri insanlara yardımcı birer asistan olmak üzere tasarlamaktadır ve salt bir verimlilikten ziyade insan merkezli, sürdürülebilirliği temel esas alan bir üretim mekanizmasına geçişi desteklemektedir. Endüstri 5.0 sayesinde yeşil üretim, insan robot işbirliği ve insan siber fiziksel sistemleri kavramları ile daha fazla karşılaşmaktayız. İnsan siber fiziksel sistem kavramı ile birlikte dijital ve gerçek dünyalar arasında kodlama ve algoritmik yapılar ile bağlatı oluşturulabilmiştir. Özellikle fiziksel yaşamı dijitale

aktarılmada aracı olarak geliştirilen artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamları temelde bu yaklaşımla insani yetenekleri robotik ve yapay zeka sistemlerine entegre etmeyi ve gerçek yaşantılar ile sanal ortamı bir araya getirmeyi esas almaktadır. (Canbay ve Demircioğlu,2021; Güdek, 2023).

Endüstri 4.0 ile akıllı sistemlerin temeli atılmıştır. Endüstri 5.0 ile ise döngüsel ekonomiyi destekleyen, toplumsal refahı önceleyen akıllı ve sürdürülebilir sistemlere geçiş yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda insani özelliklerin atfedildiği artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zeka teknolojilerinin insan yönetimi merkezli kullanımı ve fayda üretmesi üzere kullanılması bu amaçlara hizmet etmektedir (Kumar, Tivari ve Tivari, 2024).

Günümüz endüstriyel yaklaşımını ele aldığımızda ise artık endüstri 6.0'dan bahsedebilmekteyiz. Endüstri 6.0'da üretim sistemleri artık kişiye özgü hale getirilmektedir. Yüksek oranda çeşitlilik ve düşük maliyet ile üretim, tüketiciler ve toplum için kişisel ihtiyaçların daha fazla gözetildiği, üretim ve pazarlama tekniklerinin buna göre şekillendiği bir anlayışın hakim olduğu görülmektedir (Tırnak İçinde, 2024; Yıldız ve Alan, 2025).

Özetle; Endüstri 6.0, teknolojiyi üretici odaklı sürdürülebilir, verimli bir çevrenin yanında insan ihtiyaçlarına tam uyumlu kullanıcı odaklı, esnek ve tüketici katılımına önem veren bir ekosistem için kullanılmaktadır. Nitekim üretime yapay zeka ve makine öğrenmesi, büyük veri ve analizi, nesnelerin interneti, blok zincir, siber fiziksel sistemler ve ileri robotik teknolojileri dahil edilerek üretimi, mekanik bir süreçten akıllı, duyarlı ve kişiselleştirilebilir ve katılım odaklı hale getirmektedir (Yıldız ve Alan, 2025).

Endüstriyel dönüşümler toplumsal dönüşümlerle bağdaştırılabilir. Toplumsal dönüşüm denildiğinde ise teknolojideki değişimin etkisinden bahsedilebilir. Endüstri 4.0 ve 5.0'ın en büyük kolaylaştırıcısı Web teknolojilerindeki gelişimdir.

Teknolojinin endüstriyel devrimlerle beraber bu denli gelişmesi, üretim mekanizmalarını, toplumları, kültürleri ve meslek gruplarını etkileyip değiştirdiği gibi eğitim sistemlerini de etkileyip değiştirmiştir (Özçelik ve Onursal, 2020'den akt. Karaismailoğlu ve Yıldırım, 2022). Bu yolla endüstriyel devrimler gibi eğitim sistemleri de seviye atlayarak eğitim 3.0- 4.0 gibi nitelikler kazanmıştır.

Teknolojinin eğitimi değiştirmesi, sadece kullanılan araçların dijitalleşmesi ile ilişkilendirilemez. Bilginin aktarım biçiminin ve gerekli görülen yeteneklerin kökten değişeceği anlamına gelmektedir. Geleneksel eğitim yaklaşımlarında bilgi aktarımı mevcutken yapay zekâ sistemleri derin öğrenme mekanizması ile bu durumu değiştirmiş büyük veri inceleme ve analiz etme kavramları ile insanı sadece bilgi depolayan değil, analiz edebilen ve üreten konuma sokan bir anlayışı geliştirmiştir (Voronkova vd., 2023).

Bu değişimin şu temel alanlarda gerçekleşmekte olduğu söylenebilir.

1.Beceri gelişimine geçiş: Geleneksel eğitim sistemlerinde eğitim 2.0, eğitim 3.0 safhalarında bilgi aktarımı esas iken, eğitim 4.0 gibi yeni yaklaşımlarda temelde yapay zekâ , Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik teknolojileri, yapısı gereği derin makine öğrenmesi, büyük dil modelleri ve büyük veri analizine gereksinim duyduğu için güncel 21. yüzyıl becerilerine olan gereksinimi artırmaktadır (Bayburt ve Eğin, 2021). Bu durum, insanın sadece bilgi depolayan değil, veriyi okuyabilen, tanımlayabilen, anlayabilen ve iletişim kurabilen okur-yazar konuma geçmesini gerekli kılmaktadır. Bu şekilde öğrenciler düşünme ve öğrenme süreçlerine aktif olarak dahil olabilmekte hatta üreten konuma geçmektedirler (Türkel ve Yeşilkuş, 2020) .

2. Kişiselleştirme ve veri odaklılığa geçiş: Teknolojik gelişmeler ile birlikte eğitim ortamlarına giren Büyük Veri (Big Data) eğitimi bireysel bir deneyime dönüştürme yolunda gelişmeler sunmuştur. Bağlanabilirlik ve görselleştirmede (Türkel ve Yeşilkuş, 2020), öğrencilerin, eğilimlerini analiz ederek öğrenme stilleri belirlemede, yapay zekâ destekli akıllı öğrenme sistemleri kurmada, öğrencilerin interaktif olarak değerlendirmelerini sağlayan diyalog sistemlerinde Büyük Veri ve analizini kullanmaya yönelik eğilimler artış göstermektedir (Bayburt ve Eğin, 2021; Voronkova vd., 2023).

3. Öğretmenin Rolü ve Verimliliği: Yenilikçi bir eğitim ortamında öğretimin yeniden şekillendiğini söylemek mümkündür. Öğretmen rolüde bu değişimin bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğitimcilerin endüstri ile entegre çalışmaları ve yeni teknoloji

araçlarına hakim olmaları, bilgi ve kaynak üretme konusunda yetkinliklerini artırmaktadır (Türkel ve Yeşilkuş, 2020). Yapay zekâ çalışmaları sonucunda geliştirilen uzman sistemler sayesinde çeşitli öğretim materyalleri geliştirmek ve öğretim ortamlarında kullanabilme becerileride bu sayede desteklenmektedir. Aynı zamanda öğretmenlerin ve eğitimcilerin sahip oldukları Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri ve yaklaşımları konusunda da değişen koşullara uyum sağlamaları beklenmektedir (Bayburt ve Eğin, 2021).

4.Eğitim süreçlerinde zaman ve mekan dönüşümü: Teknolojinin gelişimi öğretim ortamlarını değiştirmekte ve dönüştürmektedir. Bilgiye erişimi kolaylaştırdığı için eğitimin maaliyetini düşürmekte ve sınıf dışı öğrenme fırsatları sunmaktadır (Voronkova vd., 2023). Türkiyedeki FATİH Projesi, EBA (Eğitim Bilişim Ağı) gibi platformlar okul dışında da öğrenmeye imkân sunan açık öğrenme alanları oluşturmuştur. Bunun yanında soyut kavramların somut hale getirilebildiği, gerçek hayat materyallerinin sanala taşındığı, interaktif, sürüdürlebilir eğitim imkânı sunan AR, VR uygulamaları ve 3B tasarım imkânları öğrenme sürecini kolaylaştıran becerileri destekleyen bir konuma gelmiştir (Bayburt ve Eğin, 2021). Ancak bu süreçte yüzyüze iletişimin sınırlanması ve teknolojik materyallere erişim kısmında fırsat eşitsizliklerinin doğması gibi istenmedik etkilerde söz konusu olabilmektedir (Bayburt ve Eğin, 2021; Türkel ve Yeşilkuş, 2020).

Özetleyecek olursak nasıl ki Endüstri 4.0 ve 5.0 ekosistemi üretimde sadece verimli ürün elde etme mekanizmasından çıkıp birbiriyle iletişim halinde olan akıllı sistemler kurmaya odaklandı ise güncel eğitim sistemleri de beceri odaklı, kolay erişim sağlayan ve gerçek hayat olaylarının dijitale taşınabildiği deneyimler sunmaya odaklanmaktadır.

Kısaca, Endüstri 4.0 ve 5.0 temelde web teknolojileri olmak üzere, eğitimde öğrenme süreçlerinin dijitalleşmesi, erişilebilirlik, etkileşim ve kişiselleştirme gibi yenilikçi unsurların temelini oluşturmakta ve eğitim sistemlerinin yenilikçi dönüşümünde kritik bir rol oynamaktadır. Bu teknolojik altyapı, öğrenci ve öğretmenlerin yeni beceriler kazanmasını kolaylaştırmakta ve geleceğin dijital dünyasına hazır bireylerin yetişmesine katkı sağlamaktadır denilebilir..

Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) öğrenme ortamlarında etkili kullanılması öğrencilerin bu beceriyi geliştirmesinde gerekli olarak görülmektedir (Skryabin, Zhang, Liu

ve Zhang, 2015). Web'in gelişim safhaları ile eğitim arasında doğrudan bir ilişki bulunmakla birlikte, özellikle öğretmen eğitimi programlarında bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanımı öne çıkmaktadır (Atmacasoy ve Aksu, 2018).

Gürleroğlu (2019)'a göre Web'in gelişiminin dört aşamada gerçekleştiği söylenebilir. Bunlar web 1.0, web 2.0 , web 3.0 ve web 4.0 olarak ifade edilmektedir. Web'in hızlı gelişimi ve yapay zeka entegrasyonuyla ortaya çıkan Web 3.0, teknolojiye kazandırdığı otonom dinamikler sayesinde kullanıcı üretkenliğini artırmaktadır. Özellikle birçok yapay zeka aracı sistemlere entegre edilmekte, sanal gerçeklik ve metaverse teknolojileriyle desteklenmektedir. Bu teknolojik dönüşüm; yazılım, sağlık ve otomasyon sistemleriyle birlikte eğitim teknolojilerini de köklü bir biçimde etkilemektedir (Akdeniz ve Özdinç,2021; Lal, 2011).

Bu sebeple web araçlarının eğitim ortamlarını dönüştürmede etkin rol oynadığı yadsınamaz. Web 3.0 ve sonraki teknolojik gelişmeler ise yapay zeka, semantik web ve kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları gibi kavramlarla eğitime yeni boyutlar kazandırmaktadır (Gupta, Aggarwal, Sharma ve Naved, 2023). Özellikle yapay zeka, nesnelerin interneti, büyük veri, Artırılmış gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Metaverse teknolojilerinin keşfiyle birlikte gelişen web 3.0 anlayışı, bilgi ve iletişim teknolojilerinden (BİT) eğitim teknolojilerinde yer almaya devam etmektedir.

Bütün bu gelişmelerin eğitim ortamlarına en doğru şekilde uyarlanması ve oluşan ürünlerdeki faydanın artırılması için tüm öğretmenler ve bilhassa öğretmen adaylarının bu konulardaki bilgi ve beceri düzeylerinin artırılması önem teşkil etmektedir (Ağgül, Altun Yalçın ve Yalçın,2023).

Bu hususta öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin gelişen teknolojileri çalıştıkları alan ve yaş seviyesine uygun olarak etkili kullanmalarını sağlayan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi kavramı öne çıkmaktadır.

1.1 Problem Durumu

Türkiye'de bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) eğitim entegrasyonunu etkileyen faktörler üzerine yapılan sistematik incelemelerde; öğretmenlerin teknoloji ve pedagojik yeterlilikleri, öğrencilerin dijital becerileri, altyapı yetersizlikleri ve yönetimsel tutumların entegrasyon sürecine doğrudan etkisi olduğu belirlenmiştir (Turgut ve Aslan, 2021; Yıldız ve Bozkurt,2023; Koçak, 2023). Bu göstergeler, Web teknolojilerinin eğitimde kullanımında sadece teknolojik donanımın değil, insan faktörünün ve eğitim materyallerinin eş zamanlı geliştirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir (Turgut ve Aslan, 2021). Bu da eğitim teknolojilerine entegre bir TPAB gereksinimini öne çıkarmaktadır. Öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini artırmak adına düzenlenen ve düzenlenecek bütün eğitimler eğitim teknolojilerinin en yüksek fayda boyutuyla eğitim ortamlarında yer almasına olanak sağlamaktadır.

Web'in gelişim fazları ile eğitim arasında doğrudan bir ilişki bulunmakla birlikte, özellikle öğretmen eğitimi programlarında bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) bütünleşik kullanımı ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de öğretmen adaylarının blended learning (karma öğrenme) ortamlarında akademik başarılarının arttığı ve bu modelin bilişim teknolojileri entegrasyon sürecine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu da web tabanlı eğitim modellerinin, eğitimcilerin ve öğrencilerin teknoloji kullanım kapasitesini yükselttiğini göstermektedir (Atmacasoy ve Aksu, 2018).

Araştırmacılar web teknolojilerinin eğitim ortamlarında aktif olarak kullanılması gerektiğini önermektedir (Yıldız ve Bozkurt,2023; Koçak,2023; Ağgül vd., 2023) Ancak güncel web araçlarından birisi olan Yapay Zeka destekli ders materyali içeriğinin yetersizliği, nitelikli ve verimli ders materyallerine ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Bu durumun giderilmesi gerektiği görülmektedir (Karataş ve Ataç, 2025).

Öğretmenlerin eğitim teknolojilerinde edinmesi gereken becerilerden birisi de yapay zeka araçlarının kullanımıdır. UNESCO'nun 'eğitimde 2030 hedefine ulaşmak için yapay zeka teknolojileri' gündeminde eğitim ve öğretimde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen eğitim yönetim sistemleri, yapay zeka destekli öğrenme ortamları veya eğitim uygulamalarında, yapay zekanın öğretmenleri destekleyebilecek ve eğitimde görülen

aksaklık ve eksiklikleri giderebilecek potansiyeli taşıdığı söylenmektedir (Smart, Cascio ve Paffendorf, 2007).

Bu esnada yapay zekaya karşı geliştirilen tutum ve kullanım düzeylerinin belirlenmesi ve genel olarak web 3.0 araçlarına karşı tutum gelişimlerinin ölçüldüğü çalışmalar artırılmalıdır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda Çakır, 2013 yılında Bilişim teknolojileri eğitimi kapsamında "Bilgisayar Ağları" dersi içeriğinde kavram öğreniminde kullanılmak üzere geliştirdiği bir ara yüz gelişimini incelemiştir. Web 3.0 yaklaşımını (sementik web) ifade eden ilk örneklerden birisi bu çalışmadır. Açıkgül Fırat ve Fırat (2020) yaptığı meta analiz çalışmasında eğitimde web 3.0 teknolojilerinin kullanımının fen eğitiminde diğer disiplinlere göre daha fazla olduğunu ancak artırılmış gerçeklik çevresinde yoğunlaştığını belirtmişlerdir. Ağgül ve diğerleri (2023) yapmış olduğu nitel bir çalışmada öğretmen adaylarının metaverse ve web 3.0 kavramları hakkındaki görüşlerini toplamıştır. Öğretmen adaylarının birçoğu bu kavramları duymadığını belirtmektedir. Benzeri olarak Gün ve Durmuşöz (2024)'ün çalışmasında web 3.0 ve metaverse kavramları hakkında öğretmen adaylarından görüşler almış ve bu kavramları yine büyük bir çoğunluğun duymadığı görülmüştür. Literatürde de bahsedildiği üzere yapay zeka araçlarının kullanımı özellikle 2021 yılında hız kazanmıştır ve bu alanda yapılan çalışmaların çoğunluğu eğitim alanında yapılmaktadır. Güzey vd. (2023) yapmış olduğu yapay zeka konulu çalışmaları kapsayan meta analiz çalışmasında meta analiz yönteminin çoğunlukta kullanıldığını ve bu çalışmaları sayıca çokluk bakımından deneysel çalışmaların takip ettiğini söylemiştir.

Bayram ve Çelik (2023) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştridiği olgu bilim temalı çalışmalarında yapay zekanın farklı sektörlerde uygulama örnekleri, konuyu ele alan film kareleri, yapay zekanın bilim, çevre, etik gibi konularda oluşturduğu avantaj ve dezavantajlarının incelendiği nitel bir çalışma örneği sunmaktadır.

Öğretmen adaylarının eğitim süreçlerinde karşılaştığı temel bir zorluk, modern eğitim ortamlarında etkin bir biçimde yer alabilmek ve öğrencilere daha etkili bir şekilde bilgi aktarabilmek amacıyla teknoloji kullanım becerilerini artırma ihtiyacıdır (Akbulut ve Tatlı,2017). Öğretmen adayları, gelişen teknolojinin eğitim süreçlerine entegrasyonu ve öğrenci merkezli öğretim stratejileri geliştirebilmek için gereken dijital araçları etkili bir biçimde kullanma becerilerini edinmek durumundadır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının,

güncel teknolojilerle desteklenen öğrenme yöntemleriyle daha etkili bir öğretim sağlamak adına teknolojiye olan ihtiyaçlarına odaklanarak bu alandaki beceri eksikliklerini aşmaları desteklenmelidir.

Web 3.0 bileşenlerini oluşturan yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse konularını nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma desende birleştiren sınırlı kaynak olduğu görülmektedir (Göksün,2025; Hava ve Babayiğit, 2025).

1.2Amaç

Bu çalışmanın amacı web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun, öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının incelenmesidir.

Bu amaç doğrultusunda nicel ve nitel araştırmaların birlikte kullanımına izin veren karma desen çalışması yürütülmüştür. Çalışmalar sırasında öğretmen adayları web 3.0 araçları ve teknolojilerinin eğitsel potansiyelleri hakkında uygulamalı eğitim almışlardır.

Araştırmanın problem cümlesi "Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun, öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumları nasıldır?" olarak belirlenmiştir.

Bu doğrultuda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine etkisi nasıldır?

1.1 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.2 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *teknolojik bilgi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.3 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *pedagojik bilgi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.4 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *teknolojik alan bilgisi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.5 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *pedagojik alan bilgisi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.6 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *fenin temel dallarına ait alan bilgisi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.7 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *fenin yan dallarına ilişkin alan bilgisi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.8 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *teknolojik pedagojik alan bilgisi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

1.9 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği *teknolojik pedagojik bilgi* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

2) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonun fen bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumlarına etkisi nasıldır?

2.1 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik genel tutum ölçeği ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

2.2 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik genel tutum ölçeği *pozitif tutum* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

2.3 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik genel tutum ölçeği *negatif tutum* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

3) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutumları üzerine etkisi nasıldır?

3.1 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutum ölçeği ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

4) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumları nasıldır?

4.1 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğretmenlerin metaverse kullanımına ilişkin tutum ölçeği ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

4.2 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğretmenlerin metaverse kullanımına ilişkin tutum ölçeği *algılanan fayda* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

4.3 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğretmenlerin metaverse kullanımına ilişkin tutum ölçeği *hazırbulunuşluk* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

4.4 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının öğretmenlerin metaverse kullanımına ilişkin tutum ölçeği *memnuniyet* boyutu ön test- son test sonuçları arasında fark var mıdır?

5) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeyleri ile yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse kullanımlarına ilişkin puanlarındaki değişimleri, nitel görüşlerle nasıl açıklanmaktadır?

1.3Araştırmanın Önemi

Öğretmen eğitimi bütün gelişmelerin eğitim öğretim ortamlarına taşınmasını sağlamaktan da öte temelde öğrenenlerin yaş, biliş ve hazırbulunuşlukları ile birlikte yeni bilgilerin yapılanmasını hedeflemektedir. Bunun yanında gelişen teknolojilere adaptasyonun sağlabilmesi adına eğitim teknolojilerinin ders ortamlarında kullanılması ve öğrencilere etkin yapılandırılmış teknolojilerin sunulabilmesi için eğitim fakültelerinde yer alan öğretmen adaylarının bu bilgi ve donanımlara sahip olmaları gerekmektedir. Teknolojinin dünya koşullarının ön gördüğü hızla geliştiğini ve insanlığın her geçen gün yeni teknolojik gelişmelere imza attığını gördüğümüzde geleceğin öğretmenlerinin sürdürülebilir eğitim anlayışı kazanabilmesi ve doğrudan ve dolaylı olarak geleceğe yatırım yapabiliyor olması, güncel teknolojileri takip edebiliyor ve eğitim ortamlarına uyarlayabilme becerileri ve motivasyonuna sahip olması son derece önem teşkil etmektedir. Bunu sağlamanın en doğru yolu ise bu teknolojilerin eğitsel açıdan kullanımını denetli bir şekilde yaygınlaştırmak ve eğitim öğretim ortamlarına entegre etmekle olacaktır. Nitekim UNESCO ve MEB eğitim

vizyonlarında web 3.0 araçlarının eğitim öğretim ortamlarında kullanımıyla ilgili köklü girişimler mevcuttur.

Bu sebepledir ki gerçekleştirilen çalışmada geleceğin öğretmen adaylarıyla birlikte başta onların TPAB öz yeterlilik düzeylerini geliştirmeyi hedefleyen ve kullanılacak web 3.0 teknolojileri ile yapay zeka tutumları ve sanal gerçeklik tutumlarının gelişiminin yanında eğitimde metaverse kullanımlarındaki değişim ölçülmüş, web 3.0 teknolojileri hakkında görüşleri ortaya çıkarılarak incelenmiştir. Çalışmanın odağını oluşturan Fen eğitiminde TPAB gelişimi, web 3.0 teknolojileri kullanımı, yapay zeka uygulamaları, sanal gerçeklik uygulamaları ve metaverse ortamları ile ilgili bu konu alanlarında ayrı ayrı bir çok çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmalar incelendiğinde Fen eğitiminde TPAB öz yeterliliğiyle ilgili çalışmaların betimsel analiz, ilişkisel analiz ve deneysel analiz yöntemleri ile gerçekleştirildiği görülmüştür.

Öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB öz yeterliklerinin incelendiği betimsel analiz yönteminin kullanıldığı çalışmalarda Fen bilimleri öğretmenlerinin tarama modeli ile öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilikleri üzerine araştırma gerçekleştirmişlerdir. İki çalışmada da görüldüğü üzere öğretmen ve öğretmen adaylarının genel olarak TPAB öz-yeterliliklerinin iyi düzeyde olduğu ancak teknoloji bilgisinin TPAB'nin diğer alanlarına göre yetersiz olduğu saptanmıştır (Kırındı ve Durmuş,2019; Gencosman, Aydoğdu ve Doğru, 2019).

Sakin ve Yıldırım (2019) öğretmenler ile gerçekleştirdiği çalışmasında ise öğretmenlerin TPAB öz-yeterliliklerini yüksek olarak betimlemiştir. Aydın Günbatar, Boz ve Yerdelen Damar (2017) ve Kıray, Çelik ve Çolakoğlu (2018) ilköğretim Fen Bilgisi öğretmen adayları ve Fen Bilgisi öğretmenleri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarda, Fen Bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilikleri alt alanlarının birbirleri içindeki yordayıcılığını belirlemek üzere derin regresyon analizini içeren yapısal eşitlik modeli ile ilişkisel bir analiz yapmışlardır. Teknoloji ve pedagoji bilgisinin TPAB öz yeterliliğinin önemli yordayıcıları olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

Sungur Gül (2023), 19 fen bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği yarı deneysel çalışmasında ise öğretmenlerin TPAB değişimlerinin Deney ve Kontrol grubuna göre nasıl

değiştiğini açıkladıkları teknoloji temelli bir dönem planı hazırlamışlardır. Bu program dahilinde deney grubuna artırılmış gerçeklik uygulamaları (Quiver, Space 4D, Vücudumuz 4D, Hp reveal, 3D modelleme, Algodoo uygulaması ile simülasyon ve scratch programlama ile kodlama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 14 hafta süren bu çalışmalar sonucunda gruplar içinde TPAB gelişiminin olduğu ancak deney ve kontrol grupları arasında TPAB gelişiminin istatistiksel fark oluşturmadığı görülmüştür.

Öğretmen yetkinlikleri ve özellikle öğretmenlerin yapay zekâ, sanal gerçeklik, metaverse ve 3B tasarım alanlarındaki yetkinlikleri ve üretkenliklerinin yetersizliği güncel eğitim ortamlarında büyük bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. İlgili literatür incelemelerinde görüldüğü üzere son yıllarda bu çalışmalara önem verilmiş öğretmen ve öğretmen adaylarının güncel araçların kullanımına karşı mevcut TPAB ve deneysel gelişimlerinin ölçüldüğü çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır (Coştu ve Başgül, 2024; Göksün,2025; Hava ve Babayiğit, 2025).

TPAB kapsamında yapılan çalışmalar bu alanda yeni çalışmaların gerekli olduğunu gösterir niteliktedir. Yapılan bu tezde öğretmen adaylarının TPAB gelişimleri deneysel yöntemle ölçülmüştür. Güncel teknolojilerden web 3.0, metaverse ortamları, yapay zeka araçları ve sanal gerçeklik araçları ile bir dönem planı düzenlenmiştir. TPAB öz yeterlilikleri ölçülmüş olması ise bu tez çalışmasının diğer çalışmalardan en önemli farkını ortaya koymaktadır. Bu sayede öğretmen adaylarına yönelik yenilikçi ve bütüncül bir TPAB eğitim modeli sunmak hedeflenmiştir. Önceki çalışmalardan farklı olarak, bu model, hem teorik hem de uygulamalı öğrenme fırsatları sunarak öğretmen adaylarının TPAB yetkinliklerini geliştirmeleri için tasarlanmıştır. Ayrıca model, öğretmenlerin dijital araçları etkili bir şekilde kullanmalarını, derslerinde teknoloji entegrasyonunu gerçekleştirmelerini ve öğrencilerin yaratıcılık ile eleştirel düşünme becerilerini desteklemelerini teşvik etmektedir. Böylece, bu çalışma, fen eğitiminin kalitesinin artırılmasına katkı sağlama konusunda nitelikli bir eser konumunda yer alacaktır.

Öğretmen adaylarına uygulanan web 3.0 araçlarıyla kapsamındaki eğitimlerde eğitsel olarak odaklanılan kısım, web 3.0 teknolojileri ve web 3.0 teknolojilerinin gelişimine katkı sunan yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse teknolojileri ve uygulamalarıdır. Literatürde görüleceği üzere şimdiye kadar eğitim alanında yapılan web 3.0 temalı çalışmalar kısıtlıdır

(Göksün,2025; Dönmez, Turan ve Basmacı, 2025; Ağgül vd.,2023; Koçak,2023; Yıldız ve Bozkurt ,2023).

Web 3.0 teknolojileri gelişimini henüz devam ettirmekte olduğu için literatürde web 3.0 teknolojilerinin doğrudan uygulamalı olarak kullanıldığı az sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmaları incelediğimizde eğitim 4.0 kapsamında yapılan çalışmalar dikkati çekmektedir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmaları destekler nitelikte planlanan ve hayata geçirilen bu çalışma şimdiye kadar kullanılmış web kaynaklı teknoloji eğitimini kapsayan çalışmaların aksine güncel web 3.0 araçlarının dahil edildiği, yapay zeka çalışmaları, sanal gerçekliğe giriş çalışmaları, metaverse alanlarının kullanımı ve tutum gelişimlerini ölçmeyi sağlar nitelikte uygulamaları içerir. Yapılan bu tez çalışmasının öğretmen adaylarının bu ortamları materyal geliştirmede, sanal toplantı, sanal sergi gibi etkileşimli eğitim ortamları oluşturmada, 3B tasarımı öne çıkararak kullanmaları ve başta TPAB gelişimlerine katkı sunması bakımından, yapılan çalışmaları destekleyecek ve yeni çalışmalara ilham kaynağı olabilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

1.4Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, 2024-2025 eğitim öğretim yılının güz döneminde İstanbul ilinde bulunan bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencisi 13 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun yalnızca bir üniversiteden seçilmesi ve yalnızca bir sınıf düzeyindeki katılımcıları içermektedir.

Web 3.0 teknolojilerinin nispeten yeni olması, araç ve web uygulamalarının kullanımında yaşanan sınırlı kullanım hakları, bu teknolojileri kullanmak için gerekli teknik becerilerin geliştirilmesindeki güçlükler ve geliştirilecek parametreler için uzun zaman ihtiyacı sınırlılıkları oluşturmaktadır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Araştırma sürecinde uygulanan ölçekler ve görüşme formları sırasında katılımcıların, doğru, tarafsız ve içten cevaplar verdikleri varsayılmaktadır. Ayrıca araştırmacının uygulama süresince aktif rol aldığı ve uygulama süreci boyunca yansız davrandığı varsayılmaktadır.

1.6 Araştırmanın Tanımları Ve Kısaltmaları

VR: Sanal gerçeklik

3B: 3 boyutlu

YZ: yapay zekâ

Metaverse

Promt: istem

UNESCO: Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Teşkilatı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

YEGİTEK: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri

ETKİM: Eğitim Teknolojileri Kuluçka ve İnovasyon Merkezi

EBA: Eğitim Bilişim Ağı

TPAB: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

TPAB-ÖYÖ: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-yeterlilik Ölçeği

YZY-GTÖ: Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutum Ölçeği

ESG-TÖ: Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği

ÖMKİ-TÖ: Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği

BÖLÜM II. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Eğitimde Dijitalleşme

21. yüzyıl, teknolojik gelişmelerin, küresel bağlantıların ve bilgiye ulaşımın oldukça kolaylaştığı bir çağ olarak bizi karşılamaktadır. Bilginin hızla çoğaldığı bu dijital çağda eğitimin bu dijital dönüşümün içine girmemesi mümkün görünmemektedir. Nitekim bilginin üretim hızının arttığı ve endüstriyel dönüşümlerin "akıllı sistemleri" doğurduğu günümüz koşullarında eğitimde yeni paradigmalardan bahsetmeliyiz (Demir, 2018).

Hayatı şekillendiren koşullardan birisi şüphesiz eğitimdir ancak eğitimde hayattan etkilenen bir dinamizme sahiptir. Endüstriyel, sosyal, ekonomik yapıların her biri eğitim koşullarını ve süreçlerin yapılanmasını etkilemektedir. Nitekim sanayi devrimleri ve endüstriyel devrimler eğitim standartlarını kendi çerçevesinde şekillendirmiştir. Endüstriyel devrimlere paralel olarak eğitimsel devrimlerden bahsedebiliriz.

Özellikle endüstriyel ve teknolojik gelişmelere uyum sağlayan toplumlar oluşması, üretim ve istihdamın desteklenmesi için endüstriyel yaklaşımlara uygun değişimlere ayak uyduran bir eğitim anlayışına ihtiyaç duymaktayız (Öztemel, 2018).

Bu kapsamda ismini sıkça duyduğumuz eğitim1.0, eğitim 2.0, eğitim 3.0, eğitim 4.0 kavramları eğitimin dijital serüvenini anlatmaktadır. Eğitim 1.0'dan eğitim 4.0'a kadar olan gelişmelerden kısaca bahsedecek olursak. Eğitim 1.0 kavramlar yoluyla öğretmenden öğrenciye bilgi aktarımını içerir. Eğitim 2.0 ise sanayi ihtiyaçlarına cevap verecek teknolojilere odaklanmaktadır. Öğrencilerin çalışmaları ve sınavların kalitesinin ürün olarak görüldüğü endüstriyel dönemleri anlatmaktadır. Eğitim 3.0 ise enformasyon toplumları sürecinde ise öğrenciler artık kendi kendine öğrenmeye ve bilgiyi üreten konuma gelmeye başlamaktadır. Eğitim 4.0 ise bilginin kendisinden çok öğrencinin çeşitli becerileri kazanması temel noktadır. Bu beceriler liderlik, işbirliği yaratıcılık, eleştirel düşünme, dijital okuryazarlık ve problem çözebilme becerileri olarak söylenebilir (Korucuk, 2024). Bu sayede dijital inovasyon hedeflenmekte ve çağın öğrencileri bu inovasyonu geliştiren paydanın içinde konumlandırılır.

Uzun ve Çoban, 2022 bu süreci şu şekilde tablolaştırmıştır.

Tablo 2.1 Eğitim Süreçlerinin Karşılaştırılması

Kategori	Eğitim 1.0	Eğitim 2.0	Eğitim 3.0	Eğitim 4.0
Süreç	İş gücü	Otomasyon desteği	İnovasyona bağlı kısa süreç	Gelişmeye devam eden
İnsanlar	Genç yönetim	Genç ve orta yaşlı yönetim	Genç, orta ve yaşlı yönetim	Paydaşlar (iç ve dış)
Araç/Teknoloji	Otomatik	Dijital	Otomatik, dijital ve uygun fiyatlı	Otomatik, en güncel ve akıllı
Yönetim Anlayışı	Sol beyin	Sağ beyin	Tüm beyin	Hızlandırılmış öğrenme
Amaç	Sürece odaklanan	Kişilere odaklı	Becerilerin işe koşulduğu	İnsan merkezli
Yıl	1970'ler	1990'lar	2000'ler	Günümüz

Eğitim 4.0 paradigması öğrenci merkezli, esnek ve etkileşimli öğrenme süreçlerini ön plana almaktadır. Proje tabanlı öğrenme ve deneyimsel öğrenme bu paradigmaya uygun kullanılabilecek öğretim tekniklerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte sanal gerçeklik, yapay zekâ ve makine öğrenmesi artırılmış gerçeklik, mobil öğrenme araçları öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uygun ders içerikleri düzenleyebilir ve geri bildirim oluşturabilir seviyede etkileşime izin verdiği görülmektedir (Engin, Erçetin ve Abdioğlu, 2025).

Büyük veri analizleri, bulut bilişim, mobil internet, nesnelerin interneti, bilginin otomasyonu ve ileri robot teknolojileri, otonom cihazlar, gen biliminde yeni nesil genler, yenilenebilir enerji ve depolama çeşitliliği, 3B modeller ve baskılama, insansız araçlar ve kripto teknolojilerinden Bitcoin ve Blockchain teknolojileri eğitim 4.0 ile birlikte eğitim süreçlerine dahil olan ve olması muhtemel teknolojilerdir (Çoban ve Uzun, 2022; Öztemel, 2018).

Tüm zamanları etkileyen ve dönüştüren bu teknolojiler eğitim sistemlerinin de birer parçası olmakta ve öğrencilerin öğrenme serüveninde eğitim programlarının güncel birer parçaları olmaktadır.

Türkiye eğitim sisteminde somut dijitalleşme adımlarının Covid-19 döneminden öncesinde EBA platformunun kurulmasına dayanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığının bu süreçten

günümüze kadar ÖBA(Öğretmen Bilişim Ağı), ÖDS (Öğrenci Destek Sistemi) ve mesleki eğitimdeki uygulamaları desteklemek için sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini kullanan METUP gibi 7 farklı dijital platform kurmuştur (Çoban ve Uzun, 2022). ODTÜ Teknokent bünyesinde Eğitim Teknolojileri Kuluçka ve İnovasyon Merkezi (ETKİM) hizmete açılmış ve eğitim teknolojilerinin geliştirildiği platformlar haline gelmesi sağlanmıştır.

Bütün bu çalışmaların temelinde endüstriyel dönüşümler ve toplumlara etkisi yatmaktadır. Nitekim bu değişikliklerden etkilenen ve etkilenmesi gereken alanlardan biriside üniversiteler ve öğretmen eğitimidir.

Öztemel (2018)'e göre üniversitelerde eğitim ve öğretim stratejilerinde değişiklikler yapmalı ve bu sürece uygun bir niteliğe bürünmelidir. Üniversite boyutundaki geliştirilebilecek stratejiler şöyledir.

- Dijitalleşmenin yaygınlaştığı eğitim ortamlarında dijital dönüşümün sağlanması
- İnovasyonu merkeze alan ve ürün geliştirme odaklı eğitim programlarının oluşturulması
- Akreditasyon süreçlerinde değişime ayak uydurarak sabit eğitim programlarından vazgeçilmesi ve dijital dönüşümü destekleyen öğretim programlarının oluşturulması
- Yeni eğitim teknoloji ve yaklaşımlarının kullanılması ile iç içe, sanal gerçeklik, yapay zeka, simülasyon teknolojilerinin eğitime dahil edilmesi
- Uzaktan eğitim ve metaverse teknolojilerinin kullanıldığı erişimi artırdığı öğretim programlarının hazırlanması
- Kişiselleştirilmiş, bireysel farklılıkları gözeten eğitim ortamlarının devreye alınması

Aynı zamanda öğretim üyelerine verilmesi gereken çeşitli teknoloji temelli eğitimler ve uygulamalı çalışmaları bu stratejileri hayata geçirmede ve etkisini kitlesel olarak sağlamada önemli rol oynayacağı düşünülmektedir. Geliştirilecek bu stratejik çalışmalar öğretmen eğitiminin yanında diğer branşlar içinde çağın temel gerekliliklerini karşılayacak ve yeni, dinamik, etkili ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturması bakımından yarar sağlayacak atılımlar olacaktır (Çoban ve Uzun, 2022; Engin vd., 2025; Öztemel, 2018).

Taş (2005) sınıf öğretmenleri ile gerçekleştirdiği çalışmada aktif öğrenme ve yapılandırmacı yaklaşımın sadece okullardaki öğrencileri ilgilendiren bir süreç olmaktan ziyade öğretmen eğitiminin ve öğretmen adaylarının eğitim süreçlerinin de ayrılmaz bir parçası olması gerektiğini savunmaktadır. Bu nedenle, öğretmen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme, öğretmen adayının bilgiyi sadece alan, dinleyen, not tutan konumda olduğu değil, tartışan, hipoterler kuran, incelemeler yapan, problem çözerek ekip çalışmasına yönlendiren üst düzey bilişsel becerilerini geliştiren faaliyetlerle desteklendiği bir yapı üstüne kurulmalıdır. Öğretim üyesinin rehberliği burada önem arz etmektedir. Öğretmen adayı, öğretim üyesini rol model olarak alırken. Meslek hayatında kendisi öğrencilerine rehberlik eden bir rol model olacaktır. Bu sebepledir ki öğrencilerden beklenen performansın yansıtıcısı aslında rol modeller olan öğretici tarafta yer öğretmenler ve öğretim üyeleri olmaktadır.

Sonuç olarak dünya genelinde eğitimde dijitalleşme sadece teknolojik hamleleri desteklemeyen aynı zamanda birey merkezli, esnek, yaşam boyu öğrenmeye açık, yenilikçi ve yeniliği özümseyen nitelikli insan kaynağı ve nitelikli öğrenciler yetiştirmeyi gerekli kılan bütüncül bir dönüşümdür (Kuşcuoğlu, 2022). Bunlarla birlikte eğitim 4.0'a giden bu yolda endüstri 4.0'ı ortaya çıkaran web teknolojilerinin incelenmesi gereklidir.

2.2 Web Teknolojilerinin Gelişim Süreci

İnternet teknolojileri 1989 yılında Tim Berners- Lee tarafından web adı verilen ortak bir ağda bilgilerin toplanması, iletişim kurmak için ortaya çıkmıştır. Günümüze gelindiğinde internet teknolojilerinin ortaya çıkışından bu zamana kadar hızla dönüşerek toplumsal ekonomik ve kültürel yapıları kökten değişitirdiği görülmektedir. Bu dönüşüm kullanıcıların içerikle etkileşim şekillerini, verilerin kime ait olduğunu ve dijital evrenin yapısını tanımlayacak üç ana döneme ayrılmaktadır. Bu dönemler Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 olarak adlandırılmaktadır (Açıkgül Fırat, 2020; Gündüzalp, 2022; Yıldız-Yılmaz ve Tabaru- Örnek, 2022) .

2.2.1 Web Teknolojilerinin Gelişim Süreci

İnternetin başlangıç evresi olan Web 1.0 bilgiye temel düzeyde erişimin sağlandığı ve genellikle internet teknolojilerinin başından 2000'lerin başına kadar süren durağan bir dönemi temsil etmektedir (Koçak, 2023). Bu dönemde Web 1.0'ın işlevi "salt okunurluk" ilkesine dayanmaktadır. Kullanıcılar veriler üzerinde herhangi bir değişiklik yapamıyor ve verileri değiştiremiyorlardı. Bundan dolayı içerikle etkileşim oldukça sınırlı düzeyde kalmaktadır (Okutan ve Karabulut, 2024). Web siteleri, temel kodlama olarak HTML ile kodlanmakta ve güncellenemeyen, sabit bir sayfa yapısında olmaktadır (Yengin, 2015).

Web 1.0'ı eğitim açısından ele aldığımızda eğitim 1.0'da olduğu gibi bilgi aktarımı merkezden kullanıcılar doğru yönlendirilmektedir. Bilgi erişimi basit linkler sayesinde gerçekleşmektedir (Demirli ve Kütük, 2010). Bu yapının eğitim alanına yansımaları genellikle çevrim içi ortamlar, akademik kurumların ders notlarının, müfredatlarının veya kütüphane katologlarının sunulduğu dijital panolar görevi görmektedir.

Web 1.0 teknolojileri bilgiyi taşıyan bir aracı görevi üstlendiği için öğretim teknolojilerinde bilgi erişimini sağlamaktadır. Her ne kadar bilgiye erişimi kolaylaştırdığı görülse de (Telli, 2022) öğrencinin aktif katımını ve işbirlikli öğrenmeyi teşvik etmek konusunda yetersiz kaldığı görülmektedir (Yıldız Yılmaz ve Tabur Örnek, 2022).

2.2.2 Web 2.0 ve Eğitime Yansımaları

Web 2.0 ve temel özelliklerini inceleyecek olursak web ile kullanıcılar arasındaki etkileşimi değiştiren köklü bir değişim olarak karşımıza çıktığını görebiliriz. Nitekim Tim O'Reilly tarafından 2005 yılında World Wide Web'in ikinci nesli olarak adlandırılmıştır (O'Reilly, 2005) . Dale Dougherty 2004 yılında "oku ve yaz ağı" olarak tanımlanmış ve dünya çapında ortak ilgi alanlarını paylaşan toplulukların bir araya gelmesini sağlayan ve etkileşimde kalmasına olanak veren bir teknoloji olarak şekillenmiştir (Çukurbaşı vd., 2022).

Bu etkileşimi sağlayan yapı web 2.0 teknolojilerinin ağı, bir platform ve kanal olarak kullanmasıdır. Bu şekilde kullanıcıların etkileşimi web 2.0'ı geliştirmeye yönelik bir mekanizma sunar. Bu sayede kullanıcılar içerik üretebilir sadece okuma yapmakla sınırlı kalmazlar (Açıkgül Fırat, 2020).

Kullanıcıların web ağlarında bu aktif rolü ile birlikte içeriğe katkıda bulunmaları ve yeni fikirler üreterek mevcut içeriği yeniden kullanmaya teşvik edilmelerinin ve bu sayede katılımcıların etkileşimli, yaratıcı, iş birlikçi ve gerçek zamanlı ortamlara dahil edilmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

Çukurbaşı vd., (2022)' e göre

- Veri odaklı yaklaşımı kullanıcı deneyimlerini kişiselleştirmeyi sağlar
- Kullanıcı girdisine göre dinamik sonuçlar sunan deneyimde esneklik
- Sosyal web tanımıyla kullanıcı katılımını destekleme özelliği
- Web tasarım veya yayıncılık gibi teknik bilgi gereksiniminin düşük seviyede olması

Web 2.0'ı farklı yapan özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.5.2.1 Web 2.0 araçlarının öğretim teknolojilerinde kullanımı

Web 2.0'ın özellikleri bakımından geliştirilen uygulamaların öğrencilerin bulunduğu dijital çağa uyumlu olduğu, onların öğrenme süreçlerinde aktif katılım sergileyebilecekleri arayüzler sunduğu ve yenilikçiliği bünyesinde taşıdığı için eğitim sistemimizde yerinin büyük alan kapladığı düşünülmektedir. (Gürleroğlu, 2019; Gündüzalp,2022; Yıldız Yılmaz ve Tabaru Örnek, 2022).

Web ortamlarının eğitim ortamlarına dahil edilmesi, özellikle 2020 yılı itibariyle Covid-19 salgını nedeniyle kullanılmak zorunda kalınan uzaktan eğitim ve hibrit öğretim süreçlerinde oldukça önem kazanmıştır. Bu süreçler web araçlarının eğitsel potansiyellerinin daha fazla ön plana çıkmasını sağlamıştır.

Başlıca eğitimde kullanılan web 2.0 araçlarından bazıları şöyledir,

Çevrim içi iş birliği araçları (Google Docs, Trello, Padlet), Çevrim içi öğrenme araçları(Edpuzzle, Blendspace, Google Classroom), Görselleştirme ve tasarım araçları (Canva, Pixton), çevrim içi programlama ve kodlama araçları (Scratch, Code.org), çevrimiçi etkileşimli sunu araçları (Prezi, Powtoon, Google Slaytlar), çevrim içi web tasarım ve bloklar

(Wix, Google Sites, Weebly for Education) çevrimiçi çizim, ve görselleştirme araçları (Draw.io, Mindmap.app, Google drawings) (Çukurbaşı vd., 2022; Gürleroğlu, 2019).

Bu teknolojilerin eğitime yansımaları yalnız öğrenciler bazında değil öğretmen ve öğretmen adaylarının iletişim, yaratıcılık, üretkenlik ve eleştirel düşünme, iş birlikçi sosyal etkileşime dayalı öğrenme ve öğretme ortamlarının tasarımında önemli rol oynamaktadır. 21. yüzyıl becerilerini içeren öğrenme etkinlikleri tasarlanmasında öğretmen yeterliliklerinde öne çıkmaktadır (Telli, 2022; Yıldız Yılmaz ve Tabaru Örnek, 2022).

Gündüzalp (2022)'nin de ifade ettiği gibi eğitimde Web 2.0, işbirlikçi öğrenme ve sosyal pedagojik yaklaşımı öne çıkarmaktadır. Öğrenme Yönetim Sistemleri (LMS), wiki sayfaları ve çevrimiçi işbirliği araçları (bloglar, Google Docs) gibi sosyal web araçları, öğrencilerin pasif alıcı konumundan aktif katılımcı konumuna geçmesini sağlamıştır.

Türkiye'de yapılan araştırmalar, özellikle Fen Eğitimi gibi alanlarda Web destekli öğretimin lisansüstü tezlere konu olacak kadar yaygınlaştığını göstermektedir (Açıkgül Fırat, 2020; Dede ve Çakır, 2023). Bu araçların öğrenme sürecini zenginleştirdiği görülmektedir. Ancak aynı zamanda teknolojik dahil etme ve uyum, öğretmen yetkinlikleri ve erişim eşitsizliği gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir (Telli, 2022)

2.2.3 Web 3.0 Ve Eğitime Yansımaları

Web'in gelişimi farklı parametrelerle ölçülmüş ve özellikle teknolojik kapasite ve kullanıcıların etkileşimi çevresinde farklı dönemler halinde sınıflandırılmıştır. Web 1.0 sadece okuma imkânı verirken, web 2.0 daha etkileşime uygun, sosyal bir ağ kavramı olarak ortaya çıkmıştır. Kullanıcıların içeriği okuyup üzerine yorum yapabildiği, değişiklik yapabildiği ve kitlelerle paylaşabildiği bir ortamı ifade etmektedir. Bu süreçte sosyal ağların ve blog yazılarının arttığı ve kullanıcıların bu süreçte aktif üretici sınıfına geçtiği söylenebilir (Çukurbaşı vd., 2022; Koçak, 2023; Varol, 2018). Web 2.0 ile ortaya çıkan düzenlenmesi güçleşen veri kümeleri, bilgiyi aramada ve sınıflandırmada zorluklar oluşturmaya

başlamıştır. Bu durum web 3.0 teknolojisine duyulan ihtiyacı doğurmuştur (Yağcı, 2011; Kaleci ve Karsen, 2021)

Web 3.0 (sementik web) Web'in gelişim safhalarında kademeli olarak ortaya çıkmış bir web anlayışını anlatır. Web 3.0, web 2.0 ve web 1.0 dan farklı olarak yalnızca depolama ya da veri işleme değil aynı zamanda verilerin ve bilginin anlamsal ve bağlama yönelik olarak ilişkilendirilmesi üzerine inşa edilmiştir. Bu yeni teknolojik yapının temelinde, web sistemlerinin bilgiyi insan benzeri yapıda işleyebilmesine olanak veren anlamsal bir ağ merkezi oluşturmak yer alır.

Mevcut internet sisteminin bir uzantısı olan Web 3.0, merkezde bizlere bilgilerin iyi tanımlanmış bir anlamı olduğunu ve bu şekilde bilgisayar ile insanların birlikte işbirliğini destekediği bir ortamı sunmaktadır. Web 3.0 teknolojisinin temel işleyişinde verinin kontrolünün insan elinden makine kontrolüne devredilmesi ve bilgilerin insan benzeri süreçlerle işlenmesi, bu esnada kullanıcıların makineyi yeni girdi ve verilerle yönlendirebilmeleri söz konusudur (Kaleci ve Karsen, 2021; Koçak, 2023).

Web 3.0 araçlarının en belirgin özelliği belgelerden beslenmeyip veritabanlarından beslenmesidir (Çukurbaşı vd., 2022; Kaleci ve Karsen, 2021; Koçak, 2023). Bu sayede kendisine sunulan insan tarafından verilen bilgiyi yeniden, istendik yönde işleyerek, farklı veritabanlarına ulaşıp veriler arasında alışveriş yaparak dönüştürmesi ve yeni versiyonunu ortaya koyabilmesi söz konusudur (Yağcı, 2011). Bu sayede veriler mevcut makineler tarafından yorumlanabilir, akıllıca elemeden geçirilerek filtrelenebilir ve daha kişiselleştirilmiş formda kullanıcılara sunulabilmektedir.

2.5.3.1 Web 3.0'ın temel teknolojik özellikleri ve yapısal unsurları

Web 3.0 yalnızca bir bilgi akışı değil veritabanları arasında veri akışı ve düzenlenmesine imkan sunmaktadır. Çukurbaşı vd. (2022)'e göre Web 3.0 teknolojisinin yapısal unsurları ve temel teknolojik özellikleri şunlardır.

Yapay Zeka: Web 3.0 anlayışını ortaya çıkaran asıl unsur yapay zekadır. Yapay zeka büyük dil modelleriyle birlikte makinenin insanlar gibi anlamasını sağlar ve veriyi bünyesine bu yolla alır. Daha sonra bilgiyi eleyerek filtreleme fırsatı sunar ve bu yolla daha hızlı ve istenilenle alakalı sonuçlar sağlar.

Sementik Web: Web'in kelimeler ve sayıları algılamasından ziyade kelime ve kelime gruplarını anlamlandırmasını anlatmaktadır. Bu yolla arama yapar, analiz yoluyla içerik oluşturur ve paylaşımlar yapabilir.

3B Görselleştirme: Web 3.0 teknolojisinde anlamsallık ön plana çıktığı için 3B görselleştirmede ön planda bulunmaktadır. Makinenin hedefinin etkileşimin artması, gerçeğe yaklaşma ve anlam kazandırma olduğu için 3B modelleme, görselleştirme ve grafik tasarımları önemlidir.

Bağlantısallık ve Heryerde olma: Anlamsal veriler sayesinde bilgilerin birbirleri ile olan bağlantısı sağlanır ve içeriğe her yerden ve her cihazdan erişim mümkün hale gelir.

Bu teknoloji ve yapısal unsurlara ek olarak merkezi olmayan bir sistemde doğrudan bir bağlantı ve işlem imkanı sağlayan merkeziyetsizlik özelliği mevcuttur. Bu merkeziyetsiz yapı Block Chain (Blok Zincir), NFT (Değiştirilemez Dijital Varlıklar) gibi yenilikçi yapılarla merkeziyetsiz mülkiyet hakkı kazanılmasını mümkün kılmaktadır (Koçak, 2023) ve insandan alınan verilerin ilgili veri tabanlarına sınıflandırılarak ilerlemesini sağlayan dil işleme mekanizmalarından bahsedilmektedir. Bu web 3.0 veritabanı katmanları arasındaki iletişimi sağlayan ontoloji dilleridir. Ontoloji dilleri sayesinde web 3.0 teknolojisi kendi katmanları içinde veri işleyebilir, çeşitli filtrelemeleri yapabilir ve nihai sonucu yine gerek aynı platformdan gerekse farklı bir alanla paylaşarak iletebilir (Kaleci ve Karsen, 2021)

2.2.4 Web 3.0'ın Ana Bileşenleri Ve Gelişim Süreçleri

Web 3.0 gelişimi gereği web teknolojilerinin kümülatif bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu yüzden web 3.0 teknolojilerini oluşturan ve web 3.0 mantığından yararlanarak gelişmeye devam eden temelde 3 ana alandan bahsedebiliriz (Kaleci ve Karsen, 2021;

Koçak, 2023). Bu alanlar Yapay zeka, Sanal gerçeklik ve Metaverse alanlarıdır. Bu alanların kendi içlerinde gelişimlerini incelemek, web 3.0 teknolojilerine katkılarını öğrenme konusunda bizlere yol gösterici olacaktır.

2.3 Yapay Zeka'nın Gelişimi ve Web Teknolojilerindeki Yeri

Yapay Zeka teknolojileri günümüzde ister istemez hayatın bir parçası haline gelmektedir. Otonom araçlar, akıllı telefonlar, akıllı ev aletleri bizler için vazgeçilmez günlük hayat araçları haline gelmiş durumdadır (İşler ve Kılıç, 2021). Yapay zeka temelinde bilgisayar olan sistemlerin insan zekasına bir özelliği olan problem çözme, düşünme, anlama, öğrenme, genelleme ve geçmiş öğrenmelerini hatırlama özelliklerini sergilediği teknolojik yapılardır (Bozkurt 2023; Güzey, Çakır, Athar ve Yurdaöz, 2023; Öztürk ve Şahin, 2018).

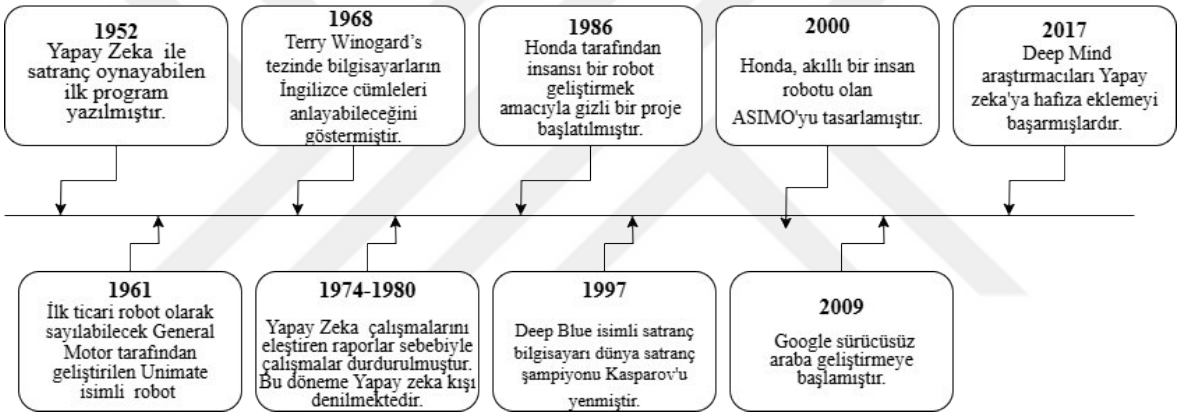
Genel anlamda yapay zekanın insan benzeri zihinsel süreçlerin fizyolojik ve nörolojik yapısından ilham alınarak modellenmesi ve makine yazılımlarına aktarılması söz konusudur (Öztürk ve Şahin, 2018; Yılmazsoy, 2020). İnsan gibi öğrenen, anlayan, çıkarımlarda bulunan ve olan bilgileri sentezleyebilen ve bu işlemleri olabildiğince hızlı gerçekleştiren bu sistemetik teknolojinin gelişimi binlerce yıl öncesinden verilerin işlenmesine dayansa bile teknolojik anlamda bir temele oturtularak geliştirilmesi son 50 yılı kapsamaktadır (Öztürk ve Şahin, 2018).

Yapay zeka terimi ilk kez 1955 yılında McCarthy ve arkadaşları tarafından Dorthmounth yaz okulu araştırma projesinde kullanılmıştır. McCarthy, Minsky, Rochester, Shannon (1955) bu araştırma projesinde temelde yapay zekaya karşı 2 probleme cevap aramaktadır. Bu problemler şöyledir. Otomatik bilgisayarlar ve bir bilgisayar nasıl dil kullanılarak kodlanabilir? Bundan yola çıkarak şu varsayımı geliştirmişler ve her türlü öğrenme mekanizmasında zekanın metodoloji olarak bir makinenin taklit edebileceği şekilde yapılanabilecektir. Yapay zekâ alanının öncülerinden birisi olarak ta Alan Turing önemli çalışmalarıyla dikkat çekmektedir (İşler ve Kılıç, 2021).

Alan Turing, 1950 yılında yayımlamış olduğu "Bilgisayarlar ve Zekâ" konulu eserinde makinelerin insanlar gibi düşünüp düşünemeyeceğini sorgulamıştır. Makinelerin insanlara

benzer bir şekilde veya insan zekâsından ayırt edilemez bir şekilde düşünce yapısı ve zekâ geliştirebileceğini öneren bir simülasyon oyunu önermiş ve bu da Turing testi olarak da bilinen kavramı doğurmuştur. Buna göre bir makinenin bir insanınkine neredeyse eş değer düzeyde davranış sergileme becerisini ölçebilen bir testtir (Bozkurt, 2023)

Yapay zeka teriminin ilk kullanımından sonra yapılan çalışmalar bilgisayar teknolojilerinde veri işleme ve öğrenme süreçlerini önemli ölçüde değiştirdiğinden söz edebiliriz (İşler ve Kılıç, 2021; Bayram ve Çelik, 2023; Sarıca, 2023). Yapay zeka'nın tarihsel gelişimi incelendiğinde önemli tarih ve olaylar dikkat çekmekte ve kilit taşı görevi üstlenmektedir. Yapay zekanın gelişim evreleri İşler ve Kılıç (2021) ve Öztürk ve Şahin (2018)'e göre Şekil 2.1 deki gibi şematize edilmiştir.



Şekil 2.1 Yapay Zekanın Gelişim Evreleri

Şekil 2,1'de bahsedildiği üzere yapay zekanın gelişim evreleri, 1950'lerde Darmounth Konferansı ile resmileşerek bir terim halini almıştır. 21. yüzyıl'ın başları endüstriyel devrimlerinde desteklendiği ve bu süreçte hayatımıza Büyük veri, nesnelerin interneti, veri analizi, makine öğrenmesi gibi terimlerin girdiği dijital ortamların dönüşümüne eklendiği bir süreci anlatmaktadır. 1970'li yıllara kadar yapılan çalışmalarda üzerinde çalışmalar yapılan yapay zeka teknolojileri basit ve zayıf yapay zeka olarak adlandırılmaktaydı. Gelişen sinir ağları, derin öğrenme maknizmaları ile birlikte akıl ve mukayese yeteneği kazanan yapay zekalar güçlü yapay zeka olarak adlandırılmaya başlandı. Bu şekilde yapay zekaların

teknolojik gelişmelerle güçlendiği ve yapısının değişikliklere uğradığı görülmektedir (Öztürk ve Şahin, 2018). Her ne kadar insansı düşünme mekanizmalarını kullanabilen Yapay zeka çalışmaları desteklense de belli bir dönem güçlü eleştirilere maruz kalmış ve yapay zeka çalışmalarına verilen destek azaldığı için yapay zeka kışı olarak adlandırılan bir duraklama dönemi yaşanmıştır. Sonrasında yapılan hamlelerle birlikte yapay zeka çalışmaları hızla kaldığı yerden devam etmiştir.

Yapay zekâ teknolojisinin gelişiminin henüz yeni olduğu görülmektedir. Buna rağmen birçok alanda yeni ürünlerin geliştiriliyor oluşu, Yapay zekâ'nın potansiyelinin ne oranda büyük olduğu ve gelişmeye açık olduğu, bununla birlikte her yeni bir gün yeni gelişmeleri doğurduğunu göstermektedir. Gelecek yıllarda eklenecek ve geliştirilecek bileşenlerle birlikte makineler, insan zihinsel süreçlerine çok benzer bir zekâ yapısına sahip olacak potansiyelde olacaktır (İşler ve Kılıç, 2021; Meço ve Coştu, 2022).

2.3.1 Yapay Zekâ Teknolojilerinin Temel Unsurları Ve Bileşenleri

Yapay zekâ kavramı ilk kullanıldığı zamanlardan itibaren üzerinde yapılan çalışmalar ve yeni teknolojilerin dâhil edilmesiyle birlikte şekillenmiş ve hayatımızda yer edinmeye başlamıştır. Bu süreçte çözülmek istenilen probleme göre bazı alt dallara ayrılmıştır (işler ve Kılıç,2021). Bu alt dalların yapay zekânın, veriye ulaşma, veriyi anailiz etme sınıflandırma, düşünme, karar verme adımlarını oluşturan mekanizmaları sunar.

Yapay zekâ kavramı ilk kullanıldığı zamanlardan itibaren üzerinde yapılan çalışmalar ve yeni teknolojilerin dâhil edilmesiyle birlikte şekillenmiş ve hayatımızda yer edinmeye başlamıştır. Bu süreçte çözülmek istenilen probleme göre bazı alt dallara ayrılmıştır (işler ve Kılıç,2021). Bu alt dalların yapay zekânın, veriye ulaşma, veriyi anailiz etme sınıflandırma, düşünme, karar verme adımlarını oluşturan mekanizmaları sunar.

1.Yapay Sinir Ağları(YSA): Biyolojik sinir ağlarının yapısını taklit eden ve yapısal benzerliğiyle öne çıkan teknolojik ağlardır. İnsan beyninin öğrenme, hatırlama ve genelleme yapabilme yeteneklerini taklit ederek topladığı verileri yeni veri üretebilme mekanizmasına sahip bilgisayar yazılımları olduğu söylenebilir. YSA'lar doğrusal olmama çok dallı yapı gösterme, paralel çalışma, öğrenme, hata toleransı, eksik verilerle çalışabilme ve yeniden

uyarlanabilirlik gibitemel özelliklere sahiptir. YSA'ların en çok tahmin etme, sınıflandırma, verileri ilişkilendirme, veri yorumlama ve verileri filtreleme işlemlerinde kullanıldığı görülmektedir (Öztürk ve Şahin, 2018).

2.Uzman Sistemler: Bir problemi o problem üzerinde uzmanlaşmış insanlar gibi çözebilen bilgisayar programları geliştirebilen teknolojidir.

- Bilginin temellendirilmesi,
- Bilgi alt tabanı,
- Çıkarım yapabilme mekanizması,
- Kullanıcı arayüzü olmak üzere dört temel elemandan oluşur (Durukan, Çam, Çelik Güntepe, 2021; Öztürk ve Şahin, 2018).

3.Bulanık Mantık: İlk bilgisayarlar ve zayıf yapay zeka teknolojisinde bir verinin bilgisayara öğretilmesi ve aktarılması sayılar ve sayısal kodlamalar sayesinde mümkün olmaktaydı. Ancak bulanık mantık mekanizmasıyla güçlenen yapay zekalar artık sadece sayısal girdileri veri olarak kabul etmenin yanında sözel ilişkileride anlayan bir yapı kazanmış durumdadır (Öztürk ve Şahin, 2018; Akdeniz ve Özdinç, 2021). Bulanık mantık yapay zekada sözleri anlamanın yöntemidir denilebilir.

4. Genetik Algoritmalar: Karmaşık optimizasyon problemlerinin çözümünde başlangıçta rastgele çözümler üretip daha sonra bu çözümleri eşleştirip optimizasyonu yüksek olacak şekilde çözümü yapılandırma yoluna giden döngüyü oluşturur. Bir genetik algoritmanın temel elemanları çözüm, çaprazlama,mutasyon, uygunluk fonksiyonu ve yeniden üretmedir (akt. Öztürk ve Şahin, 2018)

5.Makine Öğrenmesi: Bilgisayarların, gözlemden ve gerçek dünya deneyimlerinden topladıkları verileri işleyerek öğrenmelerini ve insan lar gibi davranmalarını ve verileri sürekli işlemelerini sağlayan bir alandır. Üçüncü endistriyel devrimle hayatımıza giren bu alan sayesinde bilgisayar ve bilişim önceliikle otonom sitemleri doğurdu ve akabinde sürekli öğrenen ve kendi bileşenlerine yeni yetenekler kazandırabilen bir teknoloji haline geldi. Bunu sağlayan mekanizma ise makine öğrenmesidir diyebiliriz (Akdeniz ve Özdinç, 2021).

2.3.2 Web 3.0 Ve Yapay Zeka İlişkisi

Web 3.0, Web'in belgelerle beslenen yapısını veritabanalarına bağlayan ve veri tabanlarıyla arasındaki etkileşimi tanımlayan bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde web 3.0 teknolojileriyle birlikte bilgisayarlar, arama yaparken sorgunun ne anlama geldiğini sayısal verilerle yorumlama olmaksızın anlayabilmektedirler. Yani yapay zekânın bulanık mantık yapısıyla beraber insanların söylediği sözleri anlama yeteneği kazanmıştır. Bu sayede kullanıcı niyetini analamakta ve ihtiyaçlarını tanımlayabilmektedir. Yapay zekanın bu kritik görevi görüyor oluşu web sistemini büyük orandaa dönüştürmüş ve anahtar kelimeler yerine kelimelerin anlamlarını anlayan bilgisayarların arama ve analiz yoluyla çerik oluşturdukları ve bağlantı kurdukları web'in üçüncü dönemi olan anlamsal web kavramı, web 3.0 kavramı gelişmiştir demek mümkün (Çukurbaşı vd., 2022).

Yapay zekâ web 3.0'ın ana karakterlerinden biridir. Yapay zekânın doğal dil işleme (NLP) süreçleriyle web ortamlarının birleşimi bilgisayarların insanlar gibi bilgileri anlayabilmesini, daha hızlı ve alakalı sonuçlar sunmasını sağlar. Bu sayede kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak için devamlı öğrenme halinde olarak daha akıllı hale gelirler (Bozkurt, 2023).

2.3.3 Yapay Zeka'nın Gelişiminde Üretken Yapay Zeka Kavramı

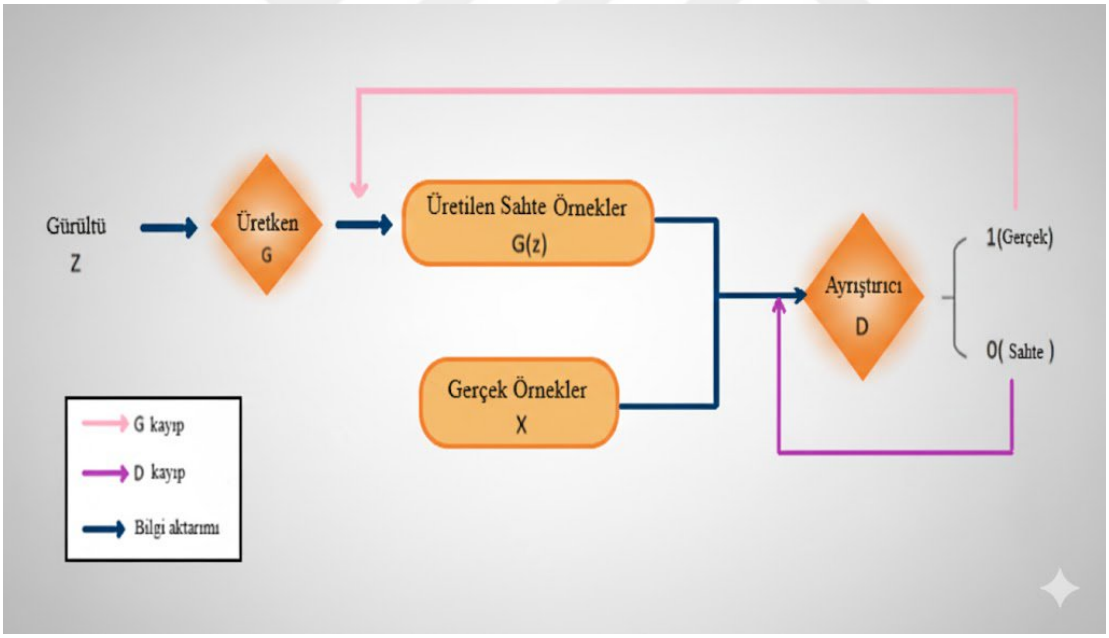
Üretken Yapay Zekâ (ÜYZ) kavramı, makinelerin, karmaşık olarak tanımladığı gerçek dünya örnekelerinin yapısını öğrenerek, insan yapımından ayırt edilemeyecek şekilde benzersiz içerikler (görüntü, metin, ses vb.) oluşturabilme yeteneği çerçevesinde ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji, makine öğrenimi ve daha özel olarak derin öğrenme ve bulanık mantık yazılımlarının doğal dil işleme süreçlerindeki son gelişmeler ile birliktirilerek oluşturulmuştur (Gözet, Filiz ve Yılmaz, 2023).

ÜYZ gerçek hayat verilerini yapısını öğrenerek benzersiz ürünler oluşturma yeteneğine sahiptir. Üretken modellerdeki temel hedef mevcut veri setine mümkün olduğunca yakın ürünler üretmek ve bu ürünleri çeşitlendirmektir. Üretken yapay zekaların gelişiminde en

önemli dönüm noktalarından birisi 2014 yılında oluşturulan Üretken Çekişmeli Ağlar (GAN) olmuştur (Goodfellow vd., 2014).

Goodfellow vd. (2014)'e göre oyun teorisi kavramlarından esinlenerek başlamış sonrasında ürettiği içerikler ve veri işleme kapasiteleri ile büyük rağbet görmüştür. GAN (Üretken Çekişmeli Ağ) çekişmeli ve eş zamanlı gerçekleşen iki süreçten oluşur.

Üretici(Generator-G): Rastgele görüntüden (latent vektör) gerçekçi sentetik görüntüler üretmeyi hedefler. Ayırıcı (Discriminator-D) Üreticiden gelen sahte görüntüler ile gerçek görüntüleri birbirinden ayırt etmeyi öğrenir. Bu eş zamanılı çekişmeli öğrenme sürecinde üretici, ayırıcının gerçeğinden ayırt edemeyeceği kadar gerçekçi çıktılar üretmek için veri tabanlarını kullanır. Temel amaç ayırıcı ağın sınıflandırması ile birlikte, üreticinin verileri işleyerek yeni örnekler sunması ve eşzamanlı birbirlerini geliştirmesidir. Klasik GAN mimarisi örneği Şekil 2.2 'deki gibidir.



Şekil 2.2 Klasik GAN mimarisi örneği

Kaynak (Gözet vd., 2023, Gemini PRO, 2022 aracıyla yeniden üretilmiştir.)

Bu şema bizlere GAN mekanizmasının nasıl ilerlediği ve yapay zekanın veriyi nasıl manüpüle ettiğini anlatmaktadır. Ancak GAN yapılarının eğitim süreçleri oldukça zor ve uzun sürmektedir. Bununla birlikte ürettiği ürünlerde çelişkili sonuçlara varması muhtemel

durumlardır (Gözet vd., 2023). Bundan dolayı geliştirilen üretken yapay zeka araçları ve uygulamalarının geliştirilme aşamaları ve kullanılacağı platformların ihtiyaç ve koşullarına göre tasarlanmaları önem kazanmaktadır.

Bu süreçte bilgisayarların insanların günlük hayatta kullandıkları dil yapısıyla komut alabildikleri derin öğrenmenin bir parçası olarak büyük dil modelleri (LLM)'i geliştirilmiştir. LLM'ler üzerinde yapılan derin çalışmalar sonucunda genel kullanıcı kitlesinin kullanımına açılmıştır. insan dilinin karmaşık yapısını ve bileşenlerini analiz edebilen ve öncelikle insan dilini anlamak ve yeniden üretmek için eğitilen LLM'lerin faydalı potansiyellerine yönelik çalışmalar 2022 yılının sonlarında başlamıştır (Bozkurt, 2023).

2.3.4 Yapay Zeka'nın Eğitimde Kullanımı Öğretim Teknolojilerinde Yeri

Yapay zekâ, günümüzün en hızlı gelişen teknolojilerinden birisi olarak farklı alanlarda etkin olduğu gibi eğitimde kullanılan teknolojileride etkisi altına almıştır. Eğitimde yapay zeka uygulamalarının kullanılması son yıllarda önem kazanan ve hızla gelişen bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Dağlı, Güneş ve Özkaplan, 2025; Holmes ve Miao, 2024; Meço ve Coştu, 2022; Akdeniz ve Özdinç, 2021).

Yapay zeka teknolojilerinin eğitimde kullanılması çeşitli potansiyelleri beraberinde getirmiştir. Özellikle öğretmenlere destek olması ve iş yükünü azaltıcı asistanlar görevi görmesi ile öğretmenlere eğitim öğretim materyallerini oluşturacakları kolaylaştırıcı teknolojiler sunabilmektedir (Durukan vd., 2021). Yapay zeka araçlarıyla geliştirilebilecek ders planları, senaryolar, simülasyonlar, testler gibi öğretim materyalleri öğretmenlere getireceği kolaylıklar bakımından incelendiğinde iş yükünü azaltıcı rol oynayacağı söylenebilir (Güler, Uğur ve Güler, 2022; Meço ve Coştu, 2022).

Yılmazsoy (2020)'ye göre öğrencilerin başarılarının artırılmasında, öğrencilerin bireysel farklılıklarına ve öğrenme yöntemlerine yönelik ders programları oluşturma, uygulama ve değerlendirme gibi eğitim programlarını ve eğitim yöntemlerini desteklemektedir. Bu sayede öğrenme kalitesi ve geri bildirim kolaylığı sağlamakta ve öğrencilere hatalarını

düzeltebilme ve becerilerini geliştirebilme fırsatı sunmaktadır (Durukan vd., 2021; Meço ve Coştu, 2022; Uğur vd., 2022).

Yapay zekâ'nın öğretmenlerin akademisyenlerin mesleki becerilerindeki gelişme ve yenilikçi teknolojileri kullanımlarına karşı yaklaşımlar incelendiğinde özellikle teknolojik, pedagojik yeterliliklerinin arttığı ve artma potansiyeli taşıdığı bilinmektedir (AI-Zyoud, 2020; Meço ve Coştu, 2022). Yapay zekâ teknolojilerinin potansiyellerinden bir diğeri ise eğitim sektöründe yeni meslek alanlarının ortaya çıkmasına katkıda bulunmasıdır denilebilir (Uğur vd., 2022). Nitekim bu yeni meslek alanları yine teknoloji temelli ve eğitim teknolojilerini yansıtan içerikler oluşturmaya yönelik yapılanacaktır. Ülkemizde bunun örneklerini değerlendirecek olursak yukarıdaki bölümlerde bahsedildiği üzere eğitim 4.0 çerçevesinde hizmet sunmak ve üretimi artırmak için ODTÜ teknokent bünyesinde Eğitim Teknolojileri Kuluçka ve İnovasyon Merkezi (ETKİM) hizmete açılmış durumdadır (Çoban ve Uzun, 2022).

Eğitimde yapay zekaya dair GZFT (SWOT) analizlerinin sonuçlarında öğretmenler ve öğretmen adaylarının görüşlerinde belirtildiği üzere eğitimde yapay zeka özetle yaratıcı öneri sunma, erişim kolaylığı ve veri analizi yetenekleri ile kullanılabilirlik, mesleki gelişim, teknolojik pedagojik bilgiyi desteklemesi ve motivasyon artışı sağlaması ile bireysel ve mesleki gelişime katkı sunması ve etkili öğrenme ortamlarının oluşturulması, güncel teknolojileri yakalama ve kişiselleştirilebilir içerik üretimi ile kapsayıcı öğrenme fırsatlarını sunmaktadır (Dişlioğlu, Ateş ve Medeni, 2025; Uğur vd., 2022).

Eğitimde yapay zekâ kullanımı çeşitli sınırlılıkları ve tehtidleride beraberinde getirmektedir. Uğur vd. (2022) etik ve güvenlik açığı doğurabileceğini, insan denetiminin gerekli olduğunu, kapsayıcılığın düşün olması ile etik ve güvenlik sorunlarının oluşabileceğini, türkçe dil desteğinin az olmasının sorun teşkil edebileceğini, yönerge eksikliği, yaygınlaşma sorunu, internet erişiminin zorunlu oluşu, eğitim eksikliği ile kullanılabilirlik sorunları, yüksek maaliyet, sınırlı kullanım ve altyapı eksiklikleri ile erişim sorunları, yaratıcılığı azaltma ve müfredat uyumsuzlukları sebebiyle öğrenme sorunları oluşmasının tehdit ve sınırlılıklar doğurduğunu belirmişlerdir.

Eğitim alanında yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere özellikle etik kullanımı teşvik edecek eğitimlerin artırılması ve öğretmen adayları, öğretmen ve öğretim üyelerinin yapay zekâ konusundaki eğitim düzeylerinin artırılması sürüdürülebilir bir teknolojik kullanım için gerekmektedir. Ayrıca yapay zekâ teknolojilerini kullanıyor olmaları ve bu teknoloji ile ilgili bilgi sahibi olmaları mesleki gelişim bir parçası olarak görülmektedir (Dişlioğlu vd. 2025; Meço ve Coştu, 2022).

Yapay zekâ çalışmalarının, eğitim öğretimde görevli öğretmen ve öğretim elemanlarının yeterli düzeyde bilgi ve beceriye sahip olacak şekilde düzenlenmesi ve bu eğitim ihtiyacının giderilmesi gerekmektedir. Bunun yanında doğan mesleki kaygılar ve insanlarda oluşabilecek bilişsel gerileme riski, insan denetiminin merkezde olması gibi gereklilikler ve endişeler giderilebildiğinde yapay zekâ araçlarının fırsat ve güçlü yanları daha fazla ön plana çıkacaktır.

Etik kaygıların giderilmesi ve bir standart oluşturulabilmesi adına MEB (2025) tarafından yayımlanan "Yapay Zekâ Etiği Tavsiyeleri" kitabında yapay zekanın etik kullanımına dair parametreler getirmiş ve öğretmen, öğrenci, veli tarafları için öneriler sunan bir rehber oluşturulmuştur. YEGİTEK (2024) yayınalanan "Eğitimde Kullanılan Yapay Zeka Araçları: Öğretmen El Kitabı" ile birlikte güvenli kullanımı teşvik edecek araçların kullanımı önerilmiştir.

2.3.5 Öğretim Teknolojilerinde Yapay Zeka Uygulamalarının Sınıflandırılması Ve Örnek Yapay Zeka Araçları

Öztürk ve İncemen, (2024)'e göre eğitimde yapay zeka uygulamaları Akıllı Öğretim Sistemleri (AÖS),Uzman Sistemler ve Chatbotlar olmak üzere 3 ana kategoriye ayrılabilir.

Akıllı öğretim sistemlerinde Fen Bilimleri, matematik, tıp gibi teknolojinin iyi yapılandırılması gereken alanlarda oluşturulan, öğrencilerin bireysel özelliklerine uygun, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunan platformlardır. Özellikle Udemy, Coursera, edX, Khan Academy, Treehouse gibi araçlar yapay zekâ desteği ile birlikte çevrimiçi eğitim platformu olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında IBM Watson, Carnegie Learning,

Dreambox Learning, Blackboard Ally, Edmentum gibi sanal asistanlar, Duolingo, Smart Sparrow, Cognii gibi kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarıda akıllı öğretim sistemleri arasında yer almaktadır.

Uzman sistemler ise bilginin alanında uzmanlar tarafından sunulduğu. Uzman kişilerin bilgilerini bilgi işlem ortamlarına aktarması sonucunda belli başlı bir problemi teşhis eden, çözen yapay zekâ destekli sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapay zekâ genellikle olası soruunlara çözüm sunmak için insan bilişsel süreçlerini ve insan zekâsını taklit etmeye odaklanır. Ancak uzman sistemler belli bir alandaki uzmanlar tarafından çözülecek sorunlara odaklanır. Problemi belirlemek uzman sistemlerde esastır. Bu sebeple uzman sistemler için öncelikli olarak bu konu hakkında bir bilgi tabanı oluşturmak çok önemlidir.

Çeşitli alanlarda uzman sistemler bulunmaktadır örneğin, tıbbi teşhis uzman sistemi, işletme yönetimi uzman sistemi, insan kaynakları uzman sistemi, hukuk uzman sistemi ve eğitim uzman sistemleri. Eğitimde kullanılan uzman sistemler öğrenciye rehberlik etmesi, kişiselleştirilmiş eğitim ortamları sağlaması, öğrenci ihtiyaçlarının belirlenip ona göre öğretim stratejilerinin belirlenmesi için önemlidir. Yapay zekâ destekli oluşturulan bu platformlar özellikle öğretmenlere eğitim programlarının tasarlanması, öğretim yöntemlerinin belirlenmesi ve öğrenci performansının değerlendirmesi ve ayrıca öğrencilerin kendi hızında ilerleyebilmesi için kullanılabilecek uzman sistemlere Edu Expert ve MathGenius uygulamaları örnek verilebilir.

Chatbotlar ise insanlarla yazılı, sesli veya görüntülü olarak iletişime geçen yapay zekâ destekli sistemlerdir. Chatbotlar karşılıklı diyaloğa dayalı (Meço ve Coştu, 2022), basit sorguları tek bir satırla yanıtlayan basit programlardır. Chatbotların eğitimde kullanımı ise öğrencilerle birebir etkileşime girdiği için öğretmenlerin sorumluluklarını kolaylaştırmakta ve daha kişiye özgü ders materyali oluşturma potansiyelinden dolayı kolaylık sağlamaktadır (Clarizia vd., 2018). Bunun yanında öğrencileri öğrenme süreçlerinde motive edebilir ve sunduğu bilgiler ile akademik başarısına katkı sunabilir. Öğrencilerin yanında öğretmenler içinde gerçek bir asistan görevi görerek ders materyali hazırlama, süreç planlamasına destek sunma ve öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde rol alma gibi eğitsel süreçlerde

kullanılabilmektedir (Uzun, Tümtürk ve Öztürk, 2021). Eğitimde kullanılabilecek Chatbotlara ChatGPT, Microsoft Copilot, Notion AI örnek verilebilir.

2.3.6 Eğitimde Kullanılabilecek Başlıca Yapay Zekâ Araçları

ChatGPT:

ChatGPT, Open AI tarafından geliştirilen, Kasım 2022'de piyasaya sürülen bir yapay zeka sohbet robotudur. Generati ve Pre-training Transformer (GPT) modelini kullanarak (Bozkurt, 2023) oluşturulmuştur. GPT-3,5 ve GPT-4'ü temel alarak oluşturulmuştur (OpenAI, 2024). İnsan dilinin karmaşık yapısını anlayıp taklit edereküretmek için geliştirilmiş bir üretken yapay zeka sohbet robotudur. Eğitim amaçlı kullanım kısmında ChatGPT özellikle öğretmen, öğretmen adayları ve öğretim üyeleri tarafından ders materyali oluşturma kısmında, süreç programlamada kullanılabilir. Öğretmenler veya eğitimciler, öğrencilerin sorularını yanıtlamak için ChatGPT'yi kullanabilirler (Öztürk ve İncemen, 2024).

https://chatgpt.com/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Microsoft Copilot:

Microsoft 365 uygulamalarıyla entegre çalışan bir yapay zeka sohbet robotudur. Bu araç özellikle öğretmenlerin sunumlar, ders planları ve rapor gibi içerikleri zenginleştirmek için görsel oluşturma bakımından yardımcı olabilir. Microsoft öğretim materyallerini zenginleştirmek ve görselliğini artırmada güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır.

https://copilot.microsoft.com/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Google DeepMind Gemini :

Gelişmiş bilgi kapsitesi, stratejik palanlama yapma becerisi, öğrenme mekanizmalarına adapte edilebilir yapısı ve gelişmiş dil işleme özelliği ile Google DeepMind Gemini bir çok alanda kullanılabilen AI sistemlerden birisidir (Imran ve Almusharraf, 2024). Ücretli ve ücretsiz kullanımları mevcuttur. Gemini kullanıcıları genel

olarak metin, görsel, ses, video ve pdf oluşturabilmekte ve analizini gerçekleştirebilmektedir (Imran ve Almusharraf,2024).

Eğitim alanında eğitim süreç tasarımında, planlamalarda ve etkinliklerin tasarlanmasında, görsel şablonların oluşturulmasında, dersi ilgi çekici hale getirecek video ve animasyonların yapılmasında kullanılabilir.Bu sayede daha interaktif ve kişiselleştirilmiş ders ortamları oluşturulabilir. Bununla birlikte çoklu teknolojiler desteklenebilir ve öğrencilerin deneyimine sunularak derse olan motivasyonları artırılabilir.

https://gemini.google.com/app?hl=tr adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Magicschool AI.:

Magicschool AI 2023 yılında Adhel Khan tarafından kurulmuştur. Öğretmen görevlerini hafifletmek ve öğrencileri yapay zeka platformlarıyla buluşturmayı hedefleyen bu AI sistem öğretmenler, öğrenciler ve okul olmak üzere farklı kategorilerde kullanım şekli sunmaktadır. Ders planlarından, etkileşimli laboratuvar kullanımına kadar çok çeşitli eklentileri bulunan bu yapay zeka aracı ile başta öğretmenler ders içeriklerini kolaylıkla oluşturabilecek ve sonrasında büyük güvenilirlikle öğrenciler ile yapay zeka etkinlikleri tasarlayabileceklerdir. 20.000'den fazla okulun kullandığı, 6 Milyondan fazla eğitimciye ulaşan Magicschool yüksek kalite ve güvenilirlikle eğitimde yapay zeka çalışmalarını desteklemeye devam etmektedir (Khan, Tabassum, Umar, 2024).

https://www.magicschool.ai/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Suno AI.:

2023 yılında Warner Music Group (WMG) tarafından oluşturulan yapay zeka destekli bir müzik oluşturma platformudur. Bu platform ile birlikte söz ve müzik oluşturmak verilen istemlerle mümkün olmaktadır. Microsoft Copilot eklentisi olarakda kullanılmaktadır ve microsoft copilot tarafından üretilen şarkılar suno ai sunucusunda üretilip copilot ta yayınlanmaktadır (Suno AI, 2024). Ancak bu özellik henüz ülkemizde mevcut değildir. Suno yapay zeka aracı eğitim amaçlı kullanılmak istendiğinde müziği dahil etme ve müzik tabanlı öğrenme imkanı sunmaktadır (Amal ve Shofiyuddin, 2025). Bu

yönüyle suno ai öğretmenlere öğrencilerin konuları pekiştirebilecekleri müzikleri hazırlama fırsatı sunar. Yüksek derecede özgünlüğe sahip müziklerin oluturulmasını teşvik ederek telif hakkı sorunlarının doğması gibi problemleri ortadan kaldırabilir. Öğrencilerin müzikal zekalarını geliştirip, yapay zeka çalışmalarına dahil olmalarını sağlayabilir. Basit kullanımı ve geniş potansiyeli sayesinde kısa zamanda etkili sonuçlar sunabilmektedir.

https://suno.com/home adresinden erişim sağlanabilmektedir.

DALL-E AI.:

DALL-E İlk sürümü 2021 yılında duyurulan Yapay zeka destekli metinsel komutları görsellere dönüştüren görüntü işleme aracıdır. Son sürümü ise 2023 yılında DALL-E 3 olarak oluşturulmuştur (Vayadande vd., 2023). Görüntü işleme araçlarından olan DALL-E öğretim materyallerinin görselleştirilmesinde, öğrenimi zor olabilecek soyut materyallerin somutlaştırılmasında kullanılabilir. Öğrencinin görseli kendi istemleriyle oluşturması sağlanarak istenilen kazanım yönünde beceriler kazanması ve öğrenimin gerçekleşmesi sağlanabilir. Öğretim sürecinde öğrencilerin bu yapay zeka aracı ile oluşturacakları kavramlara özgü görseller öğrencinin oluşturulan materyale karşı kalıcı öğrenimini destekleyebilir.

https://dalle3.ai/ adresinden eişim sağlanabilmektedir.

Canva:

Canva ilk kez 2013 yılında duyurulan bir tasarım ve görsel aracıdır. Ancak 2023 yılında yapay zeka sistemlerinin bünyesine dahil edilmesiyle birlikte üretken yapay zeka sistemlerinden birisi haline gelmiştir (Canva, 2021).

Öğretmenlerin ve uluslararası standartlarda dahil olmak üzere öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurmasını sağlayanaraçlar arasında çevrim içi görsel ve üretken tasarım araçlarının rolü büyüktür. Bu araçlardan birisi olan canva özellikle teknolojinin dahil edildiği derslerde bilgileri tasarımla birleştirerek üretkenliği yansıtacak ortamları sunan bir platform olarak kullanılmaktadır (Topal, 2022, s.551). Canva ile birlikte

kişisel komutlarla videolar, ses dosyaları, görseller, sunular, logo ve afişler çok kolay ve kısa bir şekilde oluşturulabilir.

https://www.canva.com/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Poe AI.:

Open AI tarafından 2023 yılında son sürümü yayılan bir üretken yapay zekadır. GPT-4 modelini kullanmaktadır (Poe, 2023). Poe Aı yapısına entegre bir çok üretken yapay zekanın kolay kullanımı ile eğitim platformlarında dönüştürücü bir güce sahip olabilir. Özellikle metin analizi ve yeni metinler oluşturma kısmında öğretimsel yanı kullanılabilir. Poe AI yapısında bulunan Chatbot yapım kısmı ile istenilen konuda chatbot yapmak ve eğitmek konusunda etkili bir platform sunabilir. Chatbot geliştirme eklentisi kullanılarak interaktif değerlendrime çalışmaları, konu anlatımları ve performans görevleri oluşturulabilir. Bu yönleriyle öğretmenlere, öğretmen adaylarına ve öğrencilere eğitim-öğretim ortamlarında kolaylıklar sunabilir.

https://poe.com/ adresinde erişim sağlanabilmektedir.

Google Teachable Machine:

Google Teachable Machine uygulaması ile öğrenciler basit makine öğrenimi modelleri oluşturabilirler. Örneğin görüntü tanıma ve ses tanıma modellerinin geliştirilmesi Teachable Machine ile gerçekleştirilebilir (YEGİTEK, 2024).

Teachable machine ile öğretmen ve öğrenciler derin öğrenme nedir ve derin öğrenme çalışmaları nasıl yürütülür, yapay zeka aracı geliştirme süreçleri hakkında deneyim kazanma ve uygulama yapma fırsatı sunmaktadır (Yim ve Su, 2025).

Teachable Machine ile birlikte görüntü tanıma modelleri geliştirilebilir, sesli komutları algılayan uygulamalar geliştirilebilir. Eğiitm ve araştırma projelerinde modelleme ve bir prototip geliştirmek için kullanılabilir. yapay zekanın öğrenme süreçlerini simüle etme fırsatı sunacak bir platform olarak kullanılabileceği için öğrencilerin ve öğretmenlerin yapay zeka destekli uygulamalar geliştirerek üretkenliklerinin artırılması sağlanabilir.

https://teachablemachine.withgoogle.com/ adresinde erişim sağlanabilmektedir.

The Robot Factory by Tinybop:

The Robot Factory Tinybop 2015 tarafından öğrencilerin hem ev ortamında hem de okulda üreterek katılım göstermesine olanak sağlayan bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Tinybop, 2015).

Temel programlama ve robotik kavramlarının öğretilmesinin amaçlandığı bir uygulamadır. Bu uygulama sayesinde öğrenciler kendi robotlarını tasarlayabilir ve programlayabilirler (YEGİTEK, 2024).

Bu uygulama ile birlikte sınıf içive sınıf dışı ortamlar desteklenebilir ve STEM etkinlikleri düzenlenebilir. Özellikle öğrencilerin programa bilgisi geliştirilerek üretken yapılarının desteklenmesiyle konu ve kavramlara özgü üretimleri desteklenebilir.

https://tinybop.com/apps/the-robot-factory adresinde erişim sağlanabilmektedir.

Arduino Science Journal:

Google tarafından geliştirilen bu uygulamadır, öğrencilere fen deneyleri yapma ve veri toplama konusunda yardımcı olmaktadır. Öğrenciler, sensörler kullanarak çeşitli fiziksel ölçümler yapabilirler (YEGİTEK, 2024). Bu sayede bu uygulama ile birlikte öğretmenler öğrencilerinde dahil olduğu teknoloji alt tabanlı deneyler ve etkinlikler düzenleyebilirler. Öğrenciler bu etkinlik ve deneylere erişerek kendi bireysel hızlarındailerleme fırsatı bulabilirler.

https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.arduino.sciencejournal uygulamaya adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Cognimates:

Cognimates Kodlama ve yapay zeka konularının öğreten bir platform olarak kullanılmaktadır. Öğrencilere temel yapay zeka kavramlarını öğretmektedir.Bir yapay zeka modeli üretmek gibi teknik bilgi gerektiren çalışmaları uygulamalı olarak gerçekleştirme fırsatı sunmaktadır (YEGİTEK, 2024).

Ayrıca öğrencilere bloktabanlı kodlama becerileri kazandırmada yardımcı olabilecek bir model sunar (Cognimate, 2024).

Bu sistem özellikle öğretim teknolojilerinde kullanıldığında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini destekleyebilir. Öğrencilerin ve öğretmenlerin üretkenliklerini destekleyerek yeni teknolojilere uyum sağlamalarını kolaylaştırabilir. Öğretmenlere yapılandırılmış ve kişiselleştirilmiş etkili projeler geliştirme fırsatı sunarak teknolojik, pedagojik açıdan onları destekleyebilir.

https://hackidemia.github.io/cognimates-website/home/ uygulamaya adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Mystery Science:

Fen konularını keşfetmeye yönelik interaktif bir platformdur. Öğrencilere doğa olayları ve fen bilimleri konuları hakkında keşif yapmalarını sağlayacak sorular sorar (YEGİTEK, 2024) .

Mystery Science Öğrencilere ve çocuklara nasıl bilim insanı gibi düşüneceklerini öğretmeye odaklanan yenilikçi bir platform olmayı hedeflemektedir. Özellikle dünya çapında bilimsel meseleler üzerinde yazma, tartışma ve açıklama becerilerinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. (Mystery Science, 2024).

Öğrenciler bu platform ile birlikte özellikle Fen konularını keşfedebilir ve bu konulara olan merakları artırılabilir. Öğretmenler bu platformu derste güdüleme ve değerlendirme amaçlı kullanabilir. Öğretmenler tarafından Bu platform ile daha etkileşimle ders planları oluşturulabilir.

https://mysteryscience.com/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

ElevenLabs:

Elevenlabs 2022 yılında oluşturulan, yazıdan konuşmaya olacak şekilde ses klonlama sistemini kullanan bir üretken yapay zeka sistemidir (Schutten ve Gully, 2025).

Elevenlabs ile ders materyali olarak hazırlanan metinlerin, video ve animasyonların seslendirilmesi ve seslerin istenilen koşullarda ayarlaabilmesi mümkün olabilir. Bu sayede öğretim materyalleri işitsel olarakta desteklenmiş olur. Seslendirme çalışmalarının uzun süren yapısı ve istenilen kalitede ses kaydı yapılamaması gibi fiziksel koşullar seçilen sesler, tonlar ve konuşma dilleri ile iyileştirilebilir.

https://elevenlabs.io/app adresinden erişim sağlanabilmektedir.

2.4 Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Gelişimi Ve Web Teknolojilerindeki Yeri

Sanal gerçeklik kavram olarak, bilgisayarlar ile oluşturulan üç boyutlu sanal ortamlarda nesnelerin teknolojik donanımlar yardımıyla, gerçek dünyada varmış gibi oluşturulmasıdır (Şekerci, 2017). Diğer bir tanımla kendi çevresiyle birebir etkileşimde bulunan, kontrol edilebilen, fiziksel varlığı olmadığı halde, dijital platformlarda nesne konumunda yer alabilen ve simüle edilebilen sistemlere sanal gerçeklik denilebilmektedir (Sarıçam, 2019).

Hayatımızda yer alan sanat, mimari, sağlık ve eğitim gibi birçok alanda sanal gerçeklik teknolojilerinden yararlanmaktayız. Latince kökeni “Virtualis” olan sanal gerçeklik kavramı insan ve bilgisayar etkileşimini üst seviyeye çıakrarak gerçekte olmayan nesnelerin veya erişimi zor olan nesnelerin dijital ortamlarda var olmasını ya da erişilebilir olmasını mümkün kılmaktadır (Coşkun, 2025).

Son yirmi yılda gelişen teknolojilerin sanal gerçeklik ortamlarına etkilerinin büyük olması kaçılmaz olarak görülmektedir. Çünkü Özellikle görselleştirme ve modellemenin ön plana çıkması, gerçek ortamlara dijital nesnelerin yerleştirilmesi olarak bilinen Artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ teknolojilerinin sanal gerçeklik teknolojilerine, etkileşimi artırıcı yönde bir etkisi olmuştur (Coşkun, 2025 s.361).

Sanal gerçeklik, üç boyutlu sanal ortamlarda gerçek dünyanın benzetimini yaparak (Telli, 2022 s.175). Soyut anlamda tasarımı temel alan bir teknolojidir. Bundan dolayı nesneleri görselleştirme çalışmaları ile bağdaşık bir ilerleme kaydettiği söylenebilir. Sanal gerçeklik teknolojisini tarihsel olarak ele aldığımızda Şekerci (2017)'nin de ifade ettiği üzere 19. yüzyıl, 20. yüzyıl ve 21. yüzyıl dönemlerinde yapılan çalışmaların öne çıktığından bahsedebiliriz.

19. yüzyıl Sanal gerçekliğin temellerinin atıldığı ve özellikle 2B bir figürün 3B bir derinlikle resmetme çabaları üzerine kurulmuştur. Bu dönemde üzerinde durulan en önemli kavramın eski Yunan'da Euclid tarafından ortaya atılan, sağ ve sol gözün perspektiflerinden dolayı gördüğü açıların farklı oluşunu açıklayan "stereo" kavramı olduğu görülmektedir. Optik çalışmalarla 3B stereo görüntülemeye odaklanılmış ve birçok araç geliştirilmiştir.

1838 yılında Charles Wheatstone iki boyutlu nesnelerin üç boyutlu görünmesini sağlayan ilk stereoskop'u icat etmiştir. Daha sonra 1850 yılında David Brewster kutu şeklindeki stereoskobu, 1860 yılında ise Coleman Sellers Kinematoscop'u geliştirmiştir. 19. yüzyıl çalışmaları sanal gerçekliğin optik ve perspektif çerçevesinden incelendiği bir dönem olarak düşünülebilir.

20. yüzyıla gelindiğinde ise endüstriyel devrimlerin ikincisi ile birlikte elektrik enerjisi keşfedilmiştir (Yin vd., 2018). Bu sayede geliştirilen otomatik teknolojiler arasında benzetim yapıları gibi karmaşık görüntüleme teknolojileri yer almaktadır (Öztemel, 2018). Bundan dolayı bu yüzyılda geliştirilen sanal gerçekliğe bağlı görüntüleme araçları dijital olarak üretilmeye başlamıştır.

Bu benzetim çalışmaları ilk olarak 1920'lerde havacılık alanında pilotların eğitimlerini gerçekleştirmek için geliştirilen Mavi Kutu (Blue Box) ile başlamıştır. 1924 yılında Laszio Moholy-Nagy tarafından tiyatroda ışık ve sesin önemini vurgulayan "Light Play"i ortaya koymuştur. 1948'de Norbert Wiener insan- makine etkileşimini sosyal yönden geliştirici bulmuş ve "Cybernetics" kavramından bahsetmiştir. 1950'lerde Morton Heiling tarafından geliştirilen 3B sinema deneyimi sunmak üzere görme, işitme koklama gibi tüm duyulara hitap eden "sensorama" adlı sinema ortamını tasarlamıştır. 1960'larda Ivan Shatherland tarafından geliştirilen " Shatherland sketchpad" geliştirilmiş ve bu sayede bir dijital araç ile

bilgisayar üzerine ilk çizimler yapılmaya başlanmıştır. Bu sayede bilgisayar ile doğrudan iletişim kurulmaya başlanmıştır.

1970'lerde ise Myron Krueger, "Videoplace" aracıyla katılımcıların siluetini sayısallaştırarak hareketlerine tepki veren sayısal sistemler kurmuştur. Yine Bu dönemde Jaron Lanier " sanal gerçeklik" kavramını ilk kez kullanan kişi olmuştur.

1980'lere gelindiğinde ise Jaron Lanier verilerin kullanıldığı eldiven ve başa geçirmeli ekranlar tasarlamış ve teknolojiyi ticari olarak kullanmaya başlamıştır. Aynı dönemlerde William Gibson'un "Neuromancer" romanında "Siberuzay" kavramını kullanmasıyla birlikte literatüre zaman ve mekân tanımlaması olmayan sanal evrenler tasfirini yapmıştır.

Dijitalleşmenin üst seviyeye geldiği ve bir o kadar da evrensel yayılımının arttığı 21. yüzyıla gelindiğinde ise artık endüstri 3.0 ve endüstri 4.0'ın hâkim teknolojileri yer almaktadır. Bu süreçte görüntüleme, veri işleme, 3B simülasyonlar ve kombineli sistemlerden bahsedilmekte ve yapay zekâ sistemlerinin de dâhil edildiği etkileşim yönü güçlü sanal gerçeklik ortamları oluşturulmaktadır(Öztemel, 2018; Telli, 2022 s.175) .

Şekerci, (2017)'nin de bahsettiği üzere 2000'li yıllarda üç boyutlu lazer tarama, görüntü ve filmlerden kareleri yakalama, nesnelerin taranması, üzerinde işlemler yapılması, düzenlenebilir görünümler halinde dijital platformlarda sunulması ve internet sayesinde iletilebilir hale geldiği görülmektedir.

Sonuç olarak 19. yüzyılda 3B görüntülemenin yeni yeni keşiflerinden 20. yüzyılın internet teknolojilerine geçiş yaşanmışması ile birlikte benzetim ve siberuzay kavramlarına geçilmiştir. 21. yüzyılın bilgisayar teknolojisi ve web 3.0 teknolojileriyle bütünleştiği söylenebilir.

2.4.1 Web 3.0 Ve Sanal Gerçeklik

Web 3.0 gelişim sürecinde ana bileşenlerden birisi şüphesiz sanal gerçeklik ve üç boyutlu (3B) görüntüleme teknolojileridir (Kaleci ve Karsen, 2021; Koçak, 2023).

Yıldız ve Bozkurt (2023)'e göre

20. yüzyılın sonlarında yani endüstri 2.0 ve 3.0 dönemlerinde metin tabanlı sanal dünyalar oluşturulmaya başlandı bu sanal dünyaların ilk formu MUD (çok kullanıcılı zindanlar) ve MUSH (Çok kullanıcılı paylaşılan halüsilasyonlar) olarak web sürümlerinde yer aldı. Bu sayede etkileşimli ve sosyal web anlayşı gelişmeye başaldı. 1989'da TinyMUD olarak adlandırılan MUSHler ile birlikte sosyal platformlar oluşturulmuş ve oyun dünyaları geliştirilmeye devam edilmiştir. Web'in 2. Nesli olarak adlandırılan web 2.0 teknolojilerinde sosyal platformları ve etkileşimi, doğuran teknolojik alt yapı, oyunlarda çoklu katılıma izin veren ve yeni sayfalar oluştrurup içinde gezinmemizi sağlayan (Yıldız ve Bozkurt, 2023) MUSH ve TinyMUSH ürünleridir.

1986'da geliştirilen ilk ticari uygulama olarakgeliştirilen Habitat adlı uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamada kullanılan görüntüleme ilk defa 3B olarak yapılmıştır ve avatar kavramı ilk defa burada kullanılmıştır. Çizgifilm animasyonuna benzeyen akışı ile birlikte habitat uygulaması bizlere 2B'dan 3B'a geçişin bir örneğini oluşturmaktadır.

Sosyal web'in yani web 2.0 teknolojilerinin geliştirildiği bu dönemlerde, 1995 yılında oyun olarak geliştirilmeyen ilk sosyal platform olan Worlds.com Inc., tam anlamıyla üç boyutlu grafiklere sahip ve halka açık ilk sanal dünyayı yani bir sosyal platformu temsil etmektedir. Endüstriyel devrimlerin yeniliklerini bu şekilde web teknolojilerindeki değişimlerde görmekteyiz. Bu da Dijitalleşme yolculuğunda sanal gerçeklik teknolojilerinin bir iletişim ve medya aracı olarak kullanıldığını (Erol, Bayrak ve Yengin, 2021) doğrulamaktadır.

Tüm bu gelişmelerin ardından teknolojik gelişmelerin birbirini doğurduğunu, her yeni gelişmenin büyümeye ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine teşvik olduğu düşünülebilir. Bu anlamda Web 3.0'ı anlatan araçları, sanal gerçeklik, 3B grafikler, sanal dünyalar, online 3B oyunlar, yapay zeka eklentisi ,zeki öğretim sistemleri incelendiğinde çoğu aracın üç boyutlu 3B görselleştirme içerdiği ve her koşulda birbirini destekleyen doğrultuda ortaya çıktığı görülmektedir. Bu yazılımlar, 3B verilerin görselleştirilmesine imkan sağlarken bilgisayar tarafından oluşturulan sanal dünyadaymış hissini artıran etkileşimli bir ortam sağlamaktadır (Çukurbaşı vd., 2022).

Öztemel (2018)'e göre sanal gerçeklik web 3.0 gelişiminde, 3B grafikler, artırılmış gerçekliğin yanında endüstri devrimlerinin etkilerine paralel olarak gelişmeye devam etmektedir.

2.4.2 Sanal Gerçekliğin Eğitimde Kullanımı Ve Öğretim Teknolojilerinde Yeri

Sanal gerçeklik sistemleri, bilgisayarlar ve teknolojinin insan hayatının ayrılamaz bir parçası olduğu günümüz koşullarında kendisine her alanda kullanım koşulu bulabilmektedir. Bu alanlardan birisi de eğitimdir. Dijital dönüşümler çevresinde şekillenen web ortamlarına entegre sistemlerin öğretim teknolojilerinde kullanımı yaygındır (Avcı ve Taşdemir, 2019; Baker, Wentz ve Woods, 2009; Bülbül ve Ersöz, 2022; Dağdalan, 2019).

Eğitim alanlarında sanal gerçeklik kullanımının öğrenci motivasyonu ve başarısı üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Çoban ve Uzun, 2022). Bu sebeple sanal gerçeklik kullanımı ders materyallerini çeşitlendirerek, kişiselleştirilebilir öğretim ortamları sunmakta etkili kullanım sağlar. Eğitimde sanal gerçeklik kullanımı bundan 100 yıl öncesine dayanmaktadır. İlk uçak simülatörleri gibi benzetim araçlarının kullanımı eğitimde sanal gerçeklik kullanımının temellerini oluşturduğu söylenebilir. Eğitimde görselliği öne çıkarmak ve öğrencilere gerçeğe yakın deneyimler sunmak büyük önem arz etmektedir çünkü öğrenciler en çok somut nesneleri, beş duyu organlarıyla algıladıklarında, deneyimleme şansı elde ettiklerinde kalıcı öğrenme sağlanabilmektedir. Somut nesnelerin sınıf ortamına taşınması soyut kavramlara göre çok kolaydır bundan dolayı soyut kavramların açıklanması, zihinde şemalar şeklinde yapılanması çeşitli teknolojilerle desteklenme gereksinimi duyar. Bunu sağlayacak teknolojilerden birisi kesinlikle sanal gerçeklik teknolojileri ve eklenti araçlarıdır (Erol vd., 2021).

Sanal gerçeklik teknolojilerinde öğrenciler sanal ortamda bulunan objeler ile etkileşim halinde olabilmektedirler. Bu da öğrencilerin nesneleri incelemesine olanak sağlar. Öğrencilerin bu şekilde eğitsel içeriğe ulaşım şekli dikkatinin toplanması ve dikkatin sürdürülmesinde etkili olabilmektedir. Sanal gerçeklik araçları öğrenme ve öğretme süreçlerinde destekleyici ve kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple Eğitsel süreçlerde kullanılmak üzere bu teknolojilerin iyi incelenmesi önem arz etmektedir.

Sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımına izin veren araçlar üç ana başlıkta incelenebilir (Erol vd, 2021).

Eğitsel süreçlerde kullanılmak üzere tercih edilecek araçların eğitsel yönünün güçlü olması gerekmektedir. Bu bağlamda sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımına izin veren araçların ders materyali olarak kullanılmasında çeşitli kriterler yer almalıdır.

Rutten vd. (2012)'ye göre sanal gerçeklikte benzetimin ders materyali olarak kullanılması için şu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Öncelikle temsil gücü yüksek ve uygun görselleştirilmiş nesneler kullanılmalıdır. Gerçeğe en yaın görüntünün oluşturulması öğrencinin zihninde oluşan kavram şemalarını en doğru şekilde şekillendirebilir. Bu nedenle benzetim çalışmalarında 3B nesne tasarım sürecine önem verilmelidir. Bununla beraber benzetim destekli derslerin çok iyi yapılandırılması önerilmektedir. Çünkü keşfetme yolculuğunda öğrenci hangiyolu izleyeceğini belirleyemeyebilir. Bu süreçte öğretmen rehberliği ve süreç tasarımı özellikle veri inceleme, analiz, hipotez kurmaya imkan sunan ders planlarının oluşturulması önem arz etmektedir.

Ders ortamlarında çoğunlukla Benzetim ve oyun içerikli sanal gerçeklik çalışmaları temelde öğretmen donanımı ve rehberliğini gerekli kılmaktadır. Bu süreçte öğretmen eğitimi, donanımı ve rehberlik becerileri yalnızca teknolojik açıdan değil pedagojik yaklaşımla birlikte ele alınıp geliştirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda öğretmenlerin mesleki gelişiminde sanal gerçeklik teknolojilerine, teknolojik ve pedagojik açıdan yaklaşabilmeleri, sanal gerçeklik ile desteklenen konuların ders ortamına taşınmasını kolaylaştırabileceği gibi öğrencilerin kavramsal bütünlüğü yakalamasında da etkili olabilecektir.

Ayrıca sanal gerçeklik etkileşimli yapısıyla birlikte öğretmenler ve öğrenciler için bir tasarım ortamı olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin bu ortam öğrencilerin bireysel farklılıklarına uygun, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunan ders tasarımı için kuvvetli bir alan sunmaktadır (Çoban ve Uzun, 2022; Topal, 2022, s.152).

2.4.3 Eğitimde Kullanılabilecek Başlıca Sanal Gerçeklik ve 3B Tasarım Araçları

PhET (Physics Education Technology)

Colorado üniversitesinde geliştirilen Fen ve Matematik alanlarında etkileşimli benzetimler (simülasyon) sunan bir dijital öğrenme platformudur. Öğrencilerin keşfetmeye dayalı öğrenme süreçlerinde aktif katılımlarını teşvik etmektedir (Coşkun, 2025). Özellikle hipotez kurma ve hipotez test etme deney ve çalışmalarında kullanılabilir ve öğrencilerin süreç değerlendirme çalışmalarında etkili olabilecek ölçümlere imkan sağlar.

Go-Lab Portal

Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 programı kapsamında geliştirilen ve özellikle Fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğretimi destekleyen bir platform olarak kullanılmaktadır. Bu alan öğretmenlerin çevrimiçi olarak laboratuvar ve etkileşimli uygulamalar geliştirmelerine imkan sağlamaktadır (Coşkun, 2025). Bu sayede kendi araştırma öğrenme alanlarını oluşturabilmektedirler. Bu yapısıyla Go-Lab Portal öğretmenlere teknolojik ve pedagojik açıdan çeşitli imkanlar ve kolaylıklar sunabilir ve bu şekilde 3B etkileşim desteklenebilir. Özellikle laboratuvar erişimi olmayan bölgeler için fırsat eşitliğinin sağlanmasında sanal gerçeklik destekli laboratuvar çalışmaları çözüm getirebilir.

CK-12 Foundation – PLIX Simülasyonları

CK-12 yapay zeka destekli bir sanal gerçeklik ortamıdır. K–12 düzeyinde fen ve matematik konularında ücretsiz dijital içerikler sunan bir eğitim platformudur. PLIX (Play, Learn, Interact, eXplore) simülasyonları ile beraber CK-12 içinde eklenti olarak yer almaktadır(Coşkun,2025). öğrencilerin etkileşimini destekleyen oyun, simülasyon ortamlarına kolaylıkla erişim sağlar. Öğrenci ve öğretmenlerin kullanabileceği bu platform öğretmenler için sınıf içine taşınabilecek çalışmaları içermektedir.

https://www.ck12.org/teacher/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Javalab

Özellikle Fen alanlarından fizik, kimya biyoloji, astronomi konularında tasarlanmış simülasyonların yer aldığı bir platformdur (Coşkun, 2025). Javalab ile birlikte öğretmenler

ve öğrenciler hazır simülasyonlara basit bir şekilde erişebilmektedirler. Tarayıcı üzerinde doğrudan çalışarak erişim sağlanabilmektedir.

https://javalab.org/en/ adresinden erişim sağlanabilmektedir.

MergeEdu

Mobil cihazlarla uyumlu olarak 3B görseller, modeller ve simülasyonlar sunan bir platformdur. Bünyesinde özellikle STEM ve Biyoloji alanlarına özgü içerikleri barındırır (Coşkun, 2025). Bu sayede öğrenciler 3B temsil gücü yüksek modellerle buluşturulabilir ve öğretmenler ders materyali kullanmak üzere 3B görsellere ve simülasyonlara bu platform sayesinde erişim sağlayabilirler.

https://mergeedu.com/?cr=5939 adresinden erişim sağlanabilmektedir.

Tinkercad

Autodesk tarafından geliştirilen, tarayıcı üzerinden çalıaşn ücretsiz bir 3B modelleme, elektronik devre tasarımı ve blok tabanlı kodlamaya imkan veren bir platformdur. Özellikle eğitim alanında kullanım için başlangıç seviyesinde donanım geliştirmektedir (Coşkun, 2025). 3B tasarımın temellerinin atıldığı, devre şemaları ve blok tabanlı kodlama ile birleştirilebilir nesnelerin tasarlanması ile eğitimde üretimi destekleyen ve web 3.0 anlamsal web kavramına yaklaştıran bir arayüz sunmaktadır. STEM alanlarında proje tabanlı öğrenmeyi desteklemektedir.

Blender

Blender,özgün, açık kaynak kodlu bir 3B modelleme ve aniamsyon uygulamasıdır. Blender ile birlikte görsel efektler, 3B tasarımlar ve sanal gerçeklik modelleri üretilebilmektedir. Çeşitli sanal gerçeklik donanımlarını destekleyen yapısıyla geliştirilen 3B modeller, simülasyon ve animasyonların etkileşimli ve deneyimsel hale getirilmesini sağlar.

Blender, eğitim süreçlerinde özellikle fizik kurallarının modellenmesinden, karmaşık matematiksel algoritmaların görselleştirilmesine kadar geniş bir alanda öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasına olanak tanır. Yazılımın sunduğu bu imkanlar sayesinde, dijital

ortamda tasarlanan projelerin 3B yazıcılarla fiziksel dünyaya aktarılmasına dayanan bütüncül ve etkili bir STEM eğitimi modeli oluşturmaktadır (Hattori vd., 2020).

https://www.blender.org/ adresinden güncel sürümüne ulaşılıp işletim sistemlerine kurulumu sağlanabilir.

Unreal Engine

Epic Game tarafından geliştirilen bir oyun ve grafik motorudur. Geniş ve canlı sahneleme teknikleriyle birlikte 3B sanal gerçeklik ortamları oluşturmak için en güçlü motorlardan birisidir. Gelişmiş görsel ve mantıksal araçlar ve Blueprint kodlama yöntemiyle kullanım kolaylığı sağlamanın yanında profesyonel çalışmalar ortaya çıkarmaktadır. Tüm bunların yanında eğitimde kullanılması durumunda güçlü bir sanal gerçeklik ortamı sağlamanın yanında etkileşimi artıran ortamlar sunar. Unreal Engine, HTC Vive gibi VR kaskları ve hareket yakalama sistemleri ile entegre edilebilmektedir. Bu sanal gerçeklik donanımları sayesinde, öğrencilerin sanal ortamdaki nesnelerle (düğmeler, kollar, dokunmatik paneller) doğrudan etkileşime girmesine olanak tanımaktadır (Sheverev ve Kozlova, 2018).

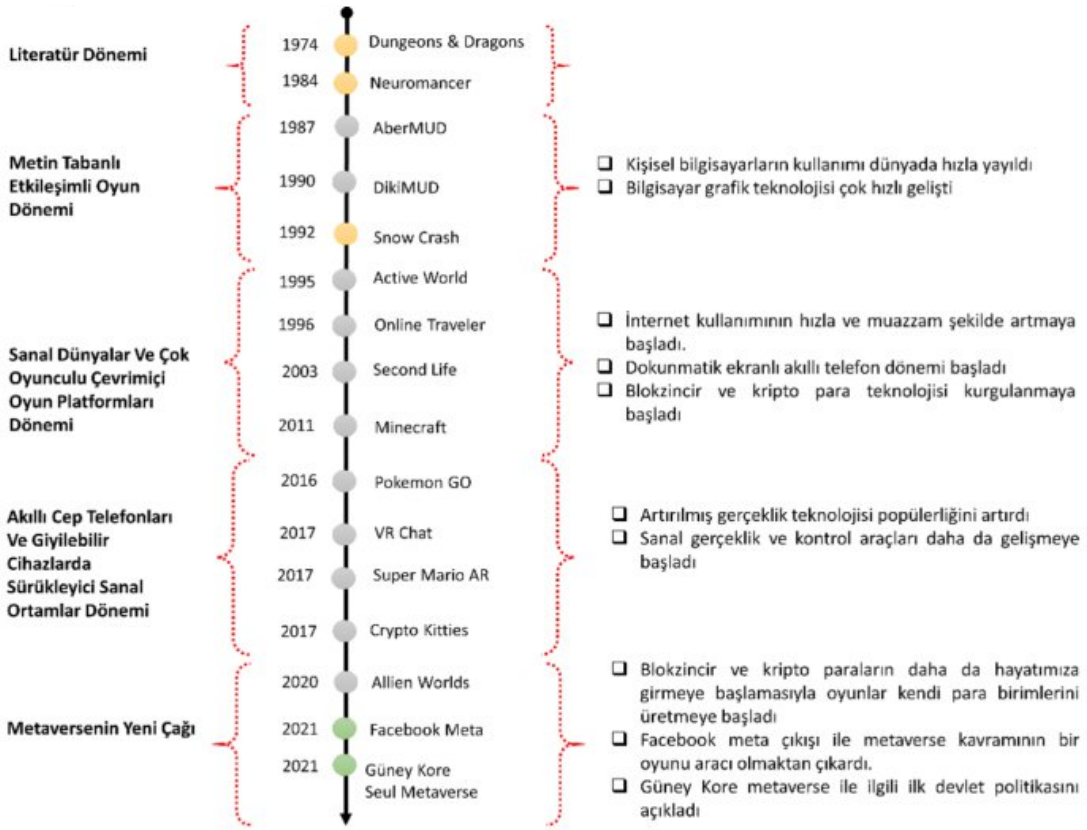
https://www.unrealengine.com/en-US adresinden güncel sürümüne ulaşılıp işletim sistemlerine kurulumu sağlanabilir.

2.5 Metaverse Teknolojilerinin Gelişimi Ve Web Teknolojilerindeki Yeri

Metaverse kavramı, köken olarak "öte" anlamına gelen Yunanca "meta" ve "evren" anlamına gelen İngilizce "universe" kelimelerinin birleşiminden türetilmiştir (Atıf Alkan ve Bolat, 2022; Gün ve Durmuş Öz, 2024; Göçen, 2022). Türkçe karşılığı konusunda netlik bulunmayan bu kavram için “öte evren” veya "evren ötesi" kelimesi önerilmektedir (Göçen, 2022; Özkahveci, Civek ve Ulusoy, 2022). Kavramsal karşılığı oldukça geniş olan metaverse Yıldız ve Bozkurt (2023)’e göre evreni, evlerimizi, şehirlerimizi, yaşam alanlarımızı ve uzayı dahi içine alan geniş bir perspektifte incelenmektedir.

Metaverse aslında bizlerle gerçeklik arasında yer alan bağlantı noktasını oluşturmaktadır. Gerçekliğin dijital yolla aktarımı, simüle edilmesi ve kişilerin dijitalliğe dahil edilmesini mümkün kılan teknolojidir (Damar, 2021, s.169). Metaverse evrenlerinden bahsederken sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR), yapay zekâ (AI), blockchain teknolojilerinin birleşiminden bahsetmekteyiz (Çengel, 2023, s.41). Bundan dolayı metaverse için sınırları genişletilmiş dijital platformlar denilebilmektedir.

Metaverse'ün gelişim safhaları incelendiğinde ise tarihinin çok yeni olmadı görülmektedir. Metaverse'ün gelişimi ve gelişim safhalarında önemli olay ve mihenk taşları şekil 2.3'deki



Şekil 2.3 Metaverse'ün Gelişiminde Mihenk Taşları ve Tarihsel Gelişiminde Etkili Olaylar

Kaynak (Lee vd, 2021 eserinden derlenmiş ve yorumlanmıştır)

Turuncu noktalar zaman serisinde kitap türündeki kaynakların metaverse etkisini, gri noktalar oyun türündeki kaynakların etkisini ve yeşil noktalar ise şirket ve devlet politikalarını ifade etmektedir. Lee vd. (2021) metaverse kapsamında yaptıkları büyük

ölçekli çalışmalarında metaversenin tarihçesini 1974'te yayımlanan Zindanler ve Ejderhalar (Dungeons & Dragons) kitap ve oyunundan başlatmıştır. Bu oyun masaüstü rol yapma oyunu olarak oluşturulmuştur. Bu oyunda temsili karakterlerin olduğu ve oyunun açıklamalarını içeren kitapçıkların yayınlandığı bilinmektedir.

1987 yılında bilgisayarların hayatımıza hızla girmesi, 1990 ve sonraki yıllarda bilgisayarlarda geliştirilen grafik teknolojileri metaverse anlayışı için farklı bir perspektif oluşturmuştur. Metaverse için 1984 ile 1995 yılları arasında yer alan dönem metin tabanlı etkileşimli oyun dönemi olarak adlandırılmaktadır. AberMUD, DikiMUD bu oyunların önde gelenlerinden birisiydi. Bu ara dönem de 1992 yılında Neal Stephenson'un Snow Crash (Parazit) adlı bilim kurgu romanında, insanların avatarlar aracılığıyla etkileşime girdiği 3B sanal bir evreni tanımlamak üzere "metaverse" kavramını kullanılmıştır (Atıf Alkan ve Bolat, 2022; Batdı vd., 2022; Damar, 2021; Özkahveci vd., 2022).

Lee vd. (2021)'e göre temelde internetin gelişim hızındaki bu denli artışın sonucu olarak 1992 yılı ve 2016 yılları arasındaki dönem sanal dünyalar ve çok oyunculu çevrim içi oyunlar dönemi olarak adlandırılmış ve Active World, Online Traveler, Minecraft gibi yüksek etkileşimli oyunlar metaverse gelişiminde mihenk taşlarını oluşturmuştur. 2016 ve 2020 dönemleri arasında ise görüntüleme teknolojilerinin arttığı, gerçek hayatı dijitale taşıyan sanal gerçeklik, gerçek hayata dijital nesneleri yerleştiren artırılmış gerçeklik gibi görüntüleme teknolojileri gelişmiştir. Dokunmatik ekran telefonların geliştirilmesi ise bu teknolojileri mobile taşımanın yolunu oluşturmuştur (Çengel, 2023, s.45). Bundan dolayı bu dönem akıllı cep telefonları ve giyilebilir cihazlarda sürükleyici sanal ortamlar dönemi olarak meteverse gelişiminde yer almaktadır.

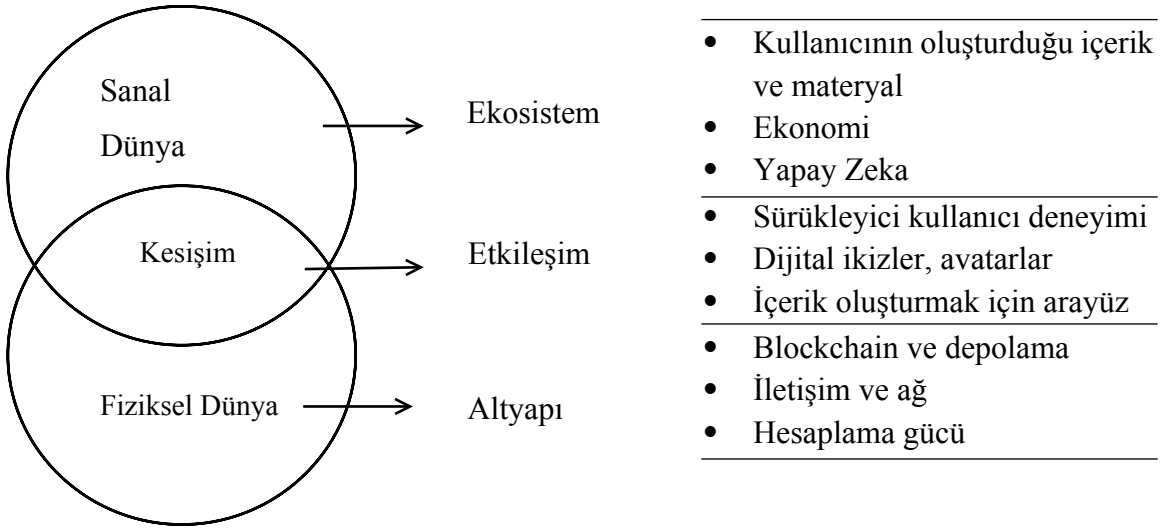
Lee vd. (2021)'in metaversenin gelişimi için oluşturduğu zaman şeridinde bahsedildiği üzere 2020 ve sonrası metaversenin yeniçağı olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde özellikle kripto para ve blok zincir ve kripto paralarla birlikte oyunlar kendi para birimlerini üretmeye başladı, facebook'un kurucusu Mark Zukerberg bu platformun ismini Meta olarak değiştirdi ve Güneykore metaverse ile ilgili ilk devlet politikasını yayınladığını duyurdu.

Özellikle Covid 19 döneminde metaverse teknolojilerinee olan ihtiyacın arttığı ve insanların daha fazla ilgi göstermeye başladığı görülmüştür (Batdı, Akyol ve Arslan 2022). Nitekim Google trends araştırmalarında metaverse kavram araştırmalarında 2021 yılında belirgin bir yükselmenin olduğu görülmektedir (Ağgül vd., 2023).

Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi görüntüleme teknolojileri kullanımı çok öncelere dayanan ve oyun oynamak için veya eğitim den ekonomiye toplumsal çoğu paydada yer alabilen teknolojilerdi. Şimdi ise interneti, gerçekliğin yapısını etileyebilen şemsiye bir kavramdan (Damar, 2021,s.176) bahsedilmektedir.

Metaverse alanındaki gelişmeler her ne kadar hızlı gerçekleşse de sonuçlarına ulaşmak üçün uzun bir süre gerekmektedir. Bu bağlamda geliştirilen metaverse mimarileri hakkında birkaç çalışma yer almaktadır (Koçak, 2023).

Duan vd. (2021) metaverse kavramına genel bir açıdan bakmayı hedefleyerek bu karmaşık yapıyı özetleyen altyapı, ekosistem ve etkileşim sınıflarından oluşan üç katmanlı bir mimari önermektedir. Metaverse için önerilen üç katmanlı mimari Şekil2.4'deki gibidir.



Şekil 2.4 Duan vd. Metaverse Mimarisi

Metaverse mimarisi için önemli ve kritik teknolojiler sırasıyla; genişletilmiş gerçeklik teknolojisi, kullanıcı etkileşimi, bilgisayar görü, yapay zeka ve blok zincir, robotik ve nesnelerin interneti (IoT), uç hesaplama, bilgisayar ağları ve donanımsal altyapı olarak sınıflandırılmaktadır (Damar, 2021).

Metaverse unsurlarının genişletilmiş meta evrenleri nasıl desteklediği konusunda gerçeklik teknolojilerinin yerinin büyük olduğu görülmektedir.

Sanal gerçeklik teknolojisi, kullanıcıları tam anlamıyla sanal bir ortama taşımaktadır. VR başlıkları veya gözlükleri gibi sanal gerçeklik eklentileri kullanarak, kullanıcılar gerçek dünyadan kısa süreliğine ayrılarak gerçeklik hissi taşıyan sanal bir deneyim yaşayabilmektedirler. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, gerçek dünyaya 3B dijital materyallerin taşınmasıyla birlikte gerçek dünyayı dijital içeriklerle zenginleştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Kullanıcılar; akıllı telefonlar, tabletler veya AR gözlükleri gibi eklenti cihazlar yardımıyla normal görüş sürecinde sanal nesneleri ve bilgileri dahil olmuş bir şekilde görebilmektedirler (Ağgül vd., 2023; Çengel, 2023; Damar, 2021, s.175) .

Karma gerçeklik teknolojileri de öte evrenleri oluşturan gerçeklik teknolojilerinden birisidir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin birleşimi olarak nitelendirilebilir. Hem gerçek dünyayı dijital içeriklerle birleştiren hem de sanal ortamlara gerçek dünyanın entegresini sağlayan bir gerçeklik teknolojisi olarak nitelendirilebilir. Karma gerçeklikte kullanıcı gerçek dünya ile etkileşim halinde olduğu süreçte sanal nesneleri ve ortamlarıda deneyimleyebilmektedir. Bu teknoloji için gerçek dünya görüntüleri ve sanal grafiklerin birleşimi için karma gözlük ya da başlık gibi eklentiler kullanılmaktadır. Bir de bilgisayar grafiklerinin ve giyilebilir cihazların oluşturduğu tüm gerçek ve sanal ortamları ifade eden genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojileri dikkat çekmektedir. “X” mevcut olan ve gelecekte tasarlanacak uzamsal hesaplamaları ve yeni gerçeklik teknolojilerini kapsamaktadır. Gerçeklik teknolojilerinde görüldüğü üzere VR,AR, MR dahil olmak üzere XR gibi genişletilmiş gerçeklik teknolojileri geliştirilmeye devam edilmektedir (Ağgül vd., 2023; Çengel, 2023; Damar, 2021, s.175).

Çengel (2023)’e göre Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojilerinin gelişimiyle şekillenen Metaverse, fiziksel ve dijital dünyayı bütünleştiren geniş, etkileşimli

bir ekosistem sunmaktadır. VR teknolojisi kullanıcıyı bütünüyle simüle edilmiş bir ortama taşırken, AR teknolojisi gerçek dünyayı dijital verilerle zenginleştirerek bu iki düzlem arasında köprü kurmaktadır. Bu teknolojik zemin üzerinde kullanıcılar, kendilerini temsil eden sanal avatarlar aracılığıyla kolektif bir yapıda varlık göstermekte; fiziksel dünya ile olan entegrasyon sayesinde de gerçek dünya nesneleri ve olaylarıyla eş zamanlı etkileşim kurabilmektedir. Eğitim, sanat, ticaret ve sosyal etkileşim gibi çok boyutlu deneyim alanlarını kapsayan bu evren, kullanıcıyı pasif bir alıcı olmaktan çıkararak aktif bir içerik üreticisi konumuna taşımaktadır. Bireylerin sanal dünyalar, nesneler ve simülasyonlar oluşturup bunları diğer kullanıcılarla paylaşabilmesi, Metaverse'ün dinamik ve sürekli gelişen yapısını pekiştirmektedir.

Metaverse evrenlerinin gelişiminde avatar kullanımı ve avatarların temsil gücünün yüksek olması çok önemlidir. Bundan dolayı özellikle yapay zekânın metaverse gelişiminde temel noktada olduğu ve sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin şekillendiği güncel ve en gelişmiş yapıyı sunduğu söylenebilir. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma ve genişletilmiş gerçeklik gibi görüntüleme teknolojileri yapay zeka ile birleştirildiğinde meta evrenler kavramı uygulanabilir ortamlara dönüşmüştür. Sonuç olarak bu dijital yapı, güncel teknolojilerin kullanımına olanak sağlayarak sanal ve gerçek dünya arasındaki sınırları azaltarak, çok yönlü paylaşım ve etkileşime dayalı yeni bir toplumsal ortam meydana getirmektedir (Damar, 2021,s.178).

2.5.1 Web 3.0 Ve Metaverse

Metaverse teknolojileri, Web ekosisteminin evrimiyle (Web 1.0, 2.0 ve 3.0) yapısal olarak ilişkilidir:

- Web 1.0 (1990-2004): Kullanıcıların sadece bilgi tükettiği "statik" ve "salt okunur" (read-only) internet aşamasıdır (Damar, 2021; Özkahveci vd., 2022).
- Web 2.0 (2004-Günümüz): Sosyal ağların ve kullanıcı tabanlı içeriğin hakim olduğu "etkileşimli" (read-write) bir dönemdir. Mevcut birçok oyun tabanlı Metaverse platformu (Roblox, Fortnite vb.) halen bu merkezi altyapı üzerinde yükselmektedir (Atıf Alkan ve Bolat, 2022; Duan vd., 2021).

- Web 3.0: "Okunabilir, yazılabilir ve sahip olunabilir" (read-write-own) bir vizyon sunan, blokzincir (blockchain) altyapısı sayesinde merkeziyetsizliği (decentralization) ve dijital varlık mülkiyetini (NFT) mümkün kılan aşamadır (Duan vd., 2021; Özkahveci vd., 2022).

Web 2.0'ın çeşitli özelliklerinin geliştirilmiş formu web 3.0'ı temsil etmektedir. Web 2.0 merkezi platformlar ve kullanıcı içeriklerine odaklanırken, Web 3.0 merkeziyetsizlik (blokzinciri) ve kullanıcı sahipliğini esas almaktadır. (Ağgül vd., 2023; Duan vd., 2021; Koçak,2023).

Web 3.0 ve metaverse terimlerinin birbirine bu kadar fazla karıştırılmasının sebebi ise metaversenin internetin yerini alabilecek potansiyellere ulaşması ve gerçekliğe yakın görüntü teknolojilerini bünyesinde barındırması olduğu söylenebilir. Bu iki terim farklı anlamlara gelmektedir.

Metaverse, kullanıcıların çeşitli sosyo-kültürel ve profesyonel faaliyetleri üç boyutlu bir düzlemde gerçekleştirebilecekleri bütünleşik bir sanal ekosistem oluşturmayı hedeflemektedir. Web 3.0 paradigması, bu ekosistemin teknolojik altyapısını merkeziyetsiz ve demokratik bir model üzerine kurgulayarak veri otoritesini bireye indirgemeyi amaçlar. Bu doğrultuda, platform yönetimi yerini kullanıcı odaklı içerik üretimine ve serbest piyasa koşullarında şekillenen dijital varlık ekonomisine bırakmaktadır (Ağgül vd., 2023).

Metaverse platformları yapısal olarak incelendiğinde bağlantılarının temelinde web 3.0 araçlarının olduğu görülmektedir. İnsanların bu iki temel kavramı karıştırmalarının nedenlerinde birisi de web 3.0 teknolojilerinin desteklediği blockchain, kriptopara birimleri, NFT'lerin metaverse alanlarında çeşitli sebeplerle kullanılmasıdır (Koçak, 2023). Bu sebeple metaversenin web gelişim projelerinin bir parçası hem de bir geliştiricisi olarak yer almaktadır(Özkahveci vd.,2022).

Özetle metaverse dijital bir evrende insanların onları temsil eden avatarlarla özgür bir şekilde zaman geçirmelerine olanak sağlayan sanal bir evrendir. Web 3.0 ise insanların özgür bir şekilde zaman geçirdikleri metaverse alanlarına dahil olmak için kullandıkları merkeziyetsiz, anlamsal ağı temsil ettiği söylenebilir.

Sonuç olarak Metaverse; kalıcılık (persistence), eşzamanlılık (synchronicity), ekonomik bütünlük ve birlikte çalışabilirlik (interoperability) özellikleriyle, interneti bir arayüz olmaktan çıkarıp sanal ve fiziksel gerçekliğin iç içe geçtiği hibrit bir yaşam alanı haline getirmektedir (Duan vd., 2021; Damar, 2021; Özkahveci vd., 2022)

2.5.2 Metaverse'nin Eğitimde Kullanımı Ve Öğretim Teknolojilerindeki Yeri

Hızlı dijitalleşme ve teknolojik gelişimlerin eğitimde yeni ve etkileşime izin veren öğrenme ortam ve araçlarına ihtiyacı artırmaktadır (Çengel, 2023). Sanal ve fiziksel dünya eğitim unsurlarının bir araya getirilebildiği, zaman ve yer sınırlarının azaldığı metaverse ortamları eğitim amaçlı kullanılmaktadır (Öz, 2024).

Çengel (2023)'e göre eğitimde Metaverse kullanılması ve metaverse evrenlerinin oluşturulmasındaki temel güçler şöyle sıralanabilir

- Teknolojik ilerleme**:** sanal ve artırılmış gerçeklik gibi görüntüleme teknolojileri ve yapay zeka gibi insansı öğrenne yapıların birleşimi eğitim ortamlarını sanala taşımak konusunda etkili bir ortam oluşturmak için yeterli hale gelmiştir.
- Öğrenme deneyimlerinde değişimlerin yaşanması: Geleneksel sınıf yapılarından farklı olarak etkileşim ve görselleştirmeye önem vermesi bakımından metaveserse öğrencilerin deneyimlemelerine olanak sağlayan öğrenme ortamı kurgusunu karşılamaktadır.
- Eğitimde çeşitliliğin olması ve bireyselleştirilebilir eğitim ortamlarına olan ihtiyaç: Her öğrenci farklı öğrenme stiline sahiptir ve öğrenme stiline göre eğitim ihtiyaçları değişmektedir. Bunların saptanması, geliştirilmesi ve öğretim teknolojilerinin bu konuda etkili ve öğrenciye dönük olarak dizayn edilmesinde teknolojik alt yapıya ihtiyaç duyulmaktadır.
- Küreselleşme ve uzaktan eğitim ihtiyaçları: Bilgiye ulaşmanın çok kolay olduğu günümüzde doğru bilgi ve etkili sunumun önem bir o kadar büyük tartışma konusu olmaktadır. Metaverse ortamları ise doğru bilginin, doğru araçlarla, istendik yönde konumlandırıldığı sanal sınıflar olarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini iyileştirmede etkin rol alabilir.

- Eğitimde inovasyon çalışmaları ve kurumsal rekabetler: Teknolojik gelişmelerin etkilerinden birisi de inovasyon çalışmalarının hızlanması ve kurumların birbiriyle olan rekabetidir. Öğretim teknolojileri üretmek ve eğitimi çeşitlendirme konusunda kurumların birbirleri arasında girdikleri bu rekabet teknolojik öğretim ögelernin gelişiminde şimdiye kadar büyük yer kaplamaktadır.
- Toplumsal ve kültürel değişimlerin yansımaları: Endüstriyel dönüşümler toplumsal dönüşümler olarak adlandırılmaktadır. Toplumsal dönüşümlerin yer aldığı her noktada eğitimin etkin olduğundan bahsedilebilir.

Bu teknolojilerinin bireylerin toplumsal yaşantılarını da etkilediği ve robot insan etkileşimli toplum 5.0'ı desteklediği bilinmektedir (Özkahveci vd., 2022). Toplumsal dönüşüm çağrısı yapan bu teknolojilerin eğitim ortamlarında kullanımını eğitim süreçlerini iyileştirmede, ilgi ve motivasyonu artırıcı rolde kullanılabileceğinden bahsedilebilir.

Metaverse ortamlarının eğitime birçok katkısı olabilir. Sanal ortamlarda somut deneyimler yaşama fırsatı bulan öğrenciler simülasyonlar yoluyla soyut kavramları gerçeklik hissine yakın olarak deneyimleyebilirler. Öğrenciler kendi hızlarında rekabet hissine kapılmadan tam öğrenmenin gerçekleştirilebileceği ilgi alanları ve öğrenme stillerine uygun kişiselleştirilmiş öğretim alanlarını kullanabilirler. Metaverse'nin öğrencilere ve eğitim platformlarına en büyük katkısı somutlaştırma için görüntüleme teknolojilerini ve yapay zekanın etkin bileşenlerini kullanabilme kapasitesidir. Bu sayede öğrenciler eğitim için gerekli olan her türlü 3B materyali karma ve genişletilmiş gerçeklik teknolojileri ile deneyimleyebilmektedirler (Batdı vd., 2022; Çengel, 2023)) .

Öğrencilerin sanal olarak katılabildikleri sanal laboratuvarlar ve simülasyon, animasyonlar yoluyla eğitim etkileşimli hale gelmektedir ve fısat eşitliği desteklenmektedir. Hatta öğrencilere tasarım yapma, yeniden oluşturma olanakları sunan bu ortamlar öğrencilerin bilgiyi yapılandırması ve yeniden üretmesi, sentez süreçlerinde etkin rol oynamanın yanında sanatsal yönlerini destekleyen 21. Yüzyıl becerilerini desteklemektedir.. Tüm dünyayı etkileyen Covit-19 Pandemisi gibi durumlarda, konferans, seminer, sanal geziler gibi çalışmalarda farklı coğrafik bölgelerdeki kişilerin eşzamanlı olarak aynı ortamda

bulunabilmeleri sağlanır ve bu sayede etkileşimin artırılması daha kolay hale gelebilmektedir (Çengel, 2023; Damar, 2021;Zhang vd., 2025).

Bu fırsatların yanında eğitimde metaverse kullanımının zorlukları da bulunmaktadır. Metaverse uygulamalarının eğitimde yaygınlaşması, öncelikle okulların karmaşık teknolojik altyapı gereksinimlerini karşılayabilecek yeterli kaynak ve yetkinliğe sahip olmasını gerektirmekte; aksi durumda bu teknolojilere erişim kısıtlı kalmaktadır. Bununla birlikte; güvenlik, gizlilik ve içerik kontrolü gibi kritik meseleleri kapsayan net eğitim politikaları ile standartların oluşturulması ve öğretmenlerin bu yeni teknolojileri etkin kullanabilmeleri adına gerekli yetkinliklerle donatılması zorunludur. Tüm bu süreçlerde, teknolojik altyapıya erişimi olmayan öğrenciler veya ekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerdeki okullar aleyhine oluşabilecek eşitsizliklerin giderilmesi, eğitimde fırsat eşitliği ve erişilebilirlik açısından en temel zorluklardan biri olarak öne çıkmaktadır (Çengel, 2023).

Bu esnada bu teknolojilerin eğitim ortamlarına taşınmasını sağlayacak öğretmen ve öğretmen adaylarının bu alanlardaki yetkinliklerinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu teknolojilerin etkili kullanımı için öğretmenlerin yetkinliklerinin ve eğitiminin temele alınması ve bu yönde çalışmalara hız verilmesi gerekmektedir (Çengel, 2023). Metaverse ile gerçeklik ve sanallık arasındaki çizgi seyreleceği ancak bu sınırların korunduğu çerçevede çeşitli politikalar dairesinde doğru eğitim felsefesini inşa etmek teknoloji araçlarının eğitimdeki bağımsızlaştırıcı yönünü ortaya çıkarabileceği yönünde görüşler bulunmaktadır. Bu sebeple eğitim yöneticileri ve liderlerinin olumsuzluk ve sakıncalara odaklanmak yerine bu teknolojinin eğitime sağlayacağı yeni fırsat ve açılımlar yönüyle desteklenmesi ve tüm yönleriyle ele alınması faydalı sonuçlar üretecektir. (Göçen,2022).

Metaverse ortamlarında eğitim süreçlerine geçişte öğretmenlerin bilgi ve rehberliğine sahip olmaları oldukça önemlidir. Bunun aksi durumda öğretmenlerin yenilikçi eğitim araçlarına karşı ön yargılı olmaları, eksik teknolojik bilgi birikimi ve gerekli donanımın okullarda bulunmaması yeni eğitim sürecinde aksaklıklar doğurabilir (Kuş, 2021)

Öğretmen adaylarının Metaverse teknolojisine yönelik farkındalık düzeylerinin düşük olması, bu kavramın sosyal ve akademik çevrelerde yeterince içselleştirilemediğini

göstermektedir. Bu eksikliği gidermek adına, Metaverse bileşenlerinin öğretmen yetiştirme müfredatlarına aktif birer öğrenme kazanımı olarak eklenmesi ve teorik bilginin ötesinde uygulamalı seminerlerle desteklenmesi stratejik bir öneme sahiptir. Özellikle donanım maliyetleri ve erişilebilirlik gibi kısıtlayıcı faktörler göz önüne alındığında; okulların sanal gerçeklik (VR) gözlükleri, yapay zekâ araçları ve bulut bilişim sistemleri gibi altyapıları sağlayarak "güvenli ve ulaşılabilir deneyim alanları" oluşturması, teknolojik uçurumu minimize edecektir. Mevcut literatürde öğretmen adaylarına odaklanan çalışmaların sınırlı olması, konunun yalnızca Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) bölümleriyle sınırlı kalmayıp farklı branşları da kapsayacak şekilde, geniş örneklem grupları ve çeşitlendirilmiş yöntemlerle derinleştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Yılmaz, 2024).

Öz (2024)'e göre Öğretmen adaylarının gelecekteki meslek hayatlarında Metaverse gibi yenilikçi teknolojilere hızlı adapte olabilmeleri için, henüz eğitim aşamasındayken kapsamlı bilgisayar eğitimi programlarına dahil edilmeleri ve dijital materyal hazırlama/kullanma becerilerinin en üst düzeye çıkarılması kritik bir öneme sahiptir. Metinde branş ve mesleki deneyimin tutum üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı belirtildiğinden, bu eğitimler tüm öğretmen adaylarını kapsayacak şekilde, branş ayrımı gözetmeksizin ortak bir müfredatla sunulmalıdır; ancak adayların ileride görev yapacakları okul türleri (ilkokul veya lise) göz önünde bulundurularak, yaş grubuna uygun interaktif oyun tabanlı içerikler veya disiplinler arası projeler geliştirme konusunda özelleştirilmiş pedagojik yaklaşımlar aşılanmalıdır. Ayrıca, adayların mezuniyet sonrası karşılaşabilecekleri etik ve güvenlik sorunlarına karşı şimdiden bilinçlendirilmeleri, teknolojik altyapı eksikliklerine ve çözüm yollarına (devlet-özel sektör iş birliği gibi) hakim olmaları sağlanmalıdır. Son olarak, öğretmen adaylarının kendi aralarında bilgi paylaşımı yapabilecekleri platformların teşvik edilmesi ve pilot projelerle bu teknolojiyi bizzat deneyimlemeleri, sadece teorik bilgi değil, tutumlarını olumlu yönde etkileyecek pratik bir özgüven kazanmalarını da beraberinde getirecektir.

Dijitalleşen küresel ekosistemde sürdürülebilir bir gelişim ivmesi yakalanabilmesi, mevcut iş gücünün teknolojik paradigma değişimlerine entegre edilmesiyle doğrudan ilintilidir; bu

bağlamda, bilgi üretiminin ve aktarımının merkezi olan üniversitelerdeki akademik kadroların "reskilling" (yeniden beceri kazandırma) ve "upskilling" (beceri yükseltme) süreçlerine tabi tutulması stratejik bir zorunluluk arz etmektedir. Akademisyenler, eğitim sisteminin yeniliklere açılan öncü kapısı olarak tanımlandığından, bu grubun dijital okuryazarlık ve güncel teknolojik donanım açısından desteklenmesi, yalnızca bireysel bir gelişim değil, toplumsal dönüşümün niteliğini belirleyen kurumsal bir yatırım niteliği taşımaktadır. Nitekim literatürde sıkça vurgulandığı üzere, bu sürecin başarısı sadece tahsis edilen finansal kaynakların niceliğiyle değil, bu yatırımların akademisyenlerin yetkinliklerini dönüştürmedeki verimliliği ve hedeflenen çıktıların niteliğiyle ölçülmelidir. Dolayısıyla, akademik personelin bilgi ve beceri setlerinin güncellenmesi, yükseköğretimin Endüstri 4.0 gerekliliklerine yanıt verebilme kapasitesini belirleyen temel belirleyici faktördür (Kuşçuoğlu, 2022, S.85).

Metaverse bağlamında geleceğin eğitim senaryolarını yapılandırmak için YÖK'ün yeni stratejik hedefleri ortaya koyması ve kurumları çalışma grupları ile yönlendirmesi gerekmektedir. Damar (2021). Metaverse, henüz temelleri atılan dijital bir devrim niteliği taşımasına rağmen, barındırdığı belirsizlikler nedeniyle profesyonel bir rehberlik ve özel eğitim sürecine ihtiyaç duymaktadır (Anıl ve Alankuş, 2022). Bu durum, özellikle öğretmen yetiştiren programlar ile bu sistemlerin mimarı olan mühendislik fakültelerine kritik sorumluluklar yüklemektedir.

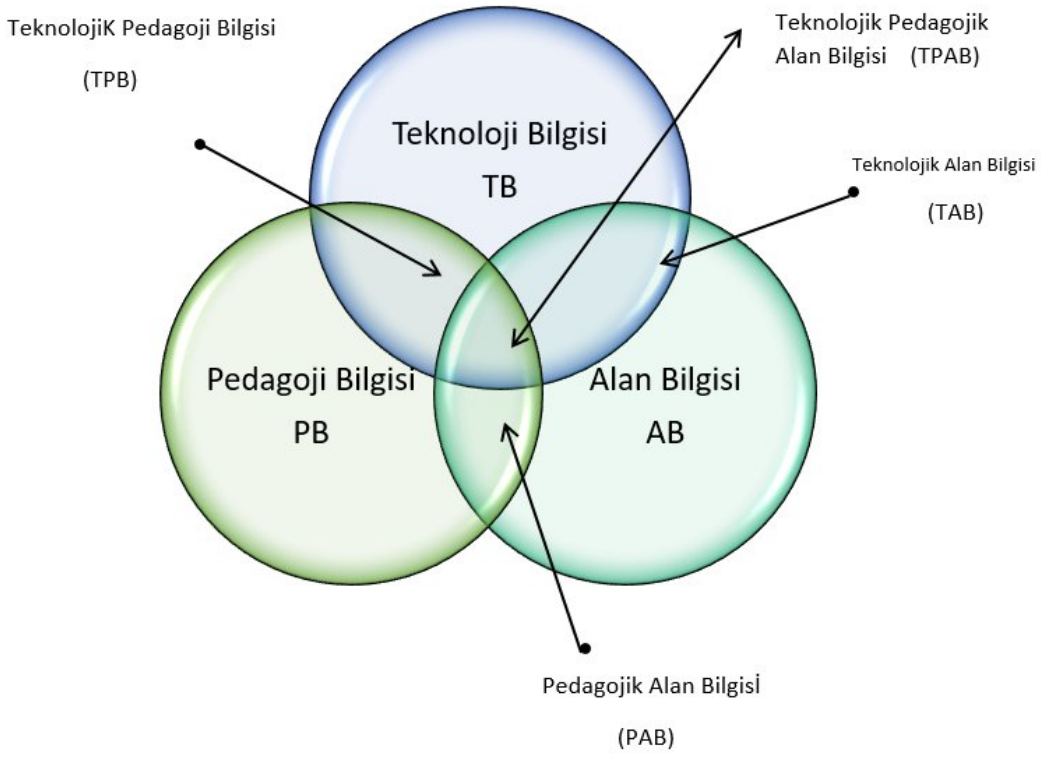
Sanal okul ve kampüs uygulamalarının ilk ve en hızlı uygulama alanı olarak öne çıkan yükseköğretim kurumları, hem bu teknolojileri geliştiren hem de aktif kullanıcısı olan yapılar olarak Metaverse ekosistemine diğer eğitim seviyelerinden daha hızlı uyum sağlamalıdır. Türkiye'de bu süreci desteklemek ve dijital dönüşümü hızlandırmak amacıyla 2019 yılında başlatılan "YÖK Dijitalleşiyor" projesi, Üniversite 4.0 hedeflerine ulaşma yolunda atılmış stratejik bir adım olmaktadır. (Akbaba ve Mühürdaroğlu, 2022).

2.6 Öğretmen Eğitiminde Teknolojik Dönüşümün Kuramsal Temeli: TPAB Modeli

Geleneksel eğitim yaklaşımları, öğretmenlerin sadece konu alanına hakim olmasını (AB) ve bu konuyu nasıl öğreteceğini bilmesini (PB) yeterli görüyordu. Ancak dijital

teknolojilerin sınıf içine girmesiyle, "teknoloji bilgisinin" (TB) bu denkleme nasıl ekleneceği temel bir sorun haline gelmiştir. Eğitim dünyasında teknolojinin sadece bir araç değil, öğretim yöntemlerini ve içerik sunumunu değiştiren yapısal bir unsur olduğu kabul edilmektedir. Geleneksel yaklaşımlar teknolojiyi "eklenti" olarak görürken, Koehler ve Mishra (2009) tarafından geliştirilen Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) çerçevesi, etkili öğretimin teknoloji, pedagoji ve alan bilgisinin karmaşık etkileşimlerinin anlaşılmasına bağlı olduğunu savunur Koehler ve Mishra tarafından kavramsallaştırılan TPAB modeli, etkili teknoloji entegrasyonunun sadece teknik becerilerle değil; içerik, pedagoji ve teknolojinin dinamik yapısını birleştirmektedir(Harris, Mishra ve Koehler,2009; Honra, 2022) .

Shulman (1987) tarafından “Pedagojik Alan Bilgisi” olarak adlandırılan pedagoji ve alan bilgilerinin buluşturulduğu kavram 2006 yılında Mishra ve Koehler tarafından teknolojik bilgisininde entegre edilmesiyle Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) olarak öğretmenlik bilgisi için bir model halini almış ve literatürde yer edinmeye başlamıştır. Bu TPAB modeli şekil 2.5’de yer almaktadır.



Şekil 2.5 Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Şeması

Kaynak (Harris, Mishra ve Koehler, 2009).

Şekil 2.5'e göre TPAB (Teknoloji, Pedagoji ve Alan Bilgisi) modeli, etkili bir öğretim süreci için üç temel bilgi alanının birleşiminden oluşur. Toplamda 7 basamağı vardır. Alan Bilgisi (AB), öğretmenin konusuna dair teorik ve pratik uzmanlığını; Pedagojik Bilgi (PB), öğrenme süreçleri ve yöntemleri hakkındaki bilgisini; Teknolojik Bilgi (TB) ise sürekli güncellenen teknolojik araçları kullanma yetkinliğini temsil eder. Bu modelin temel amacı, bu üç bileşeni birbirinden bağımsız değil, eş zamanlı ve esnek bir yapıda kullanarak derslerde karşılaşılan sorunlara teknoloji destekli, pedagojik çözümler üretmektir.

Modelin kesişim alanları olan PAB, TAB ve TPB, teknolojinin sadece bir araç değil, pedagojik hedeflerle ve konu içeriğiyle uyumlu bir şekilde sürece dahil edilmesini sağlar. Özellikle PAB, konunun öğrenci seviyesine göre nasıl anlatılacağına odaklanırken; TAB, alan bazlı doğru teknoloji seçimini, TPB ise teknolojinin öğretim yöntemlerini nasıl güçlendireceğini açıklar.

Koehler ve Mishra (2009)'a göre öğretmen yeterliliğinde tanımlanan TPAB bileşenlerine göre eğitimdeki yansımaları şöyledir.

Alan Bilgisi(AB): Öğretmenin öğreteceği konuya dair derinlemesine bilgisini ifade eder. Bu rolde öğretmen; kavramları, teorileri, kanıtlara dayalı akıl yürütmeyi ve disipline özgü konu ve kavramları bilmelidir.

Pedagojik Bilgi(PB): Öğretmenin öğrenme süreçleri, sınıf yönetimi, ders planlama ve değerlendirme yöntemleri hakkındaki bilgisidir. Bu rolde öğretmen; öğrencilerin nasıl öğrendiğini, bilişsel ve gelişimsel teorileri ve hedef kitlenin doğasını anlayarak ona yönelik öğretim süreci geliştirmektedir.

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB): Öğretmenin belirli bir içeriği öğretmek için onu dönüştürme yeteneğidir. Öğretmen burada, içeriği öğrencilerin ön bilgilerine ve kavram yanılgılarına göre uyarlayan, en uygun temsil biçimlerini bulan bir öğretici konumundadır. Hem disipline özgü içerikler hem de öğrenci profiline ve bireyselliğine uygun birlginin snetezlendiği öğrenciye dönük bilginin ulaşması rolünü üstlenmektedir.

Teknolojik Bilgi (TB): Hem geleneksel hem de dijital teknolojileri kullanma ve bunlara uyum sağlama yeteneğidir. Bu rolde öğretmen, teknolojinin ne zaman yardımcı olacağını veya engel teşkil edeceğini ayırt eder ve değişen teknolojik araçlara sürekli adapte olabiliyor olması temel bir gerekliliktir.

Tekolojik Alan Bilgisi (TAB): Teknolojinin ve konu içeriğinin birbirini nasıl etkilediğini ve sınırladığını anlama bilgisidir. Öğretmen, belirli bir konuyu (örneğin fizik veya tarih) en iyi hangi teknolojilerin temsil edebileceğini ve teknolojinin disiplin üzerindeki etkisini bilir ve teknoloji bilgisini ilgili disiplinin alan bilgisiyle birleştirebilir düzeyde yeterli olmalıdır.

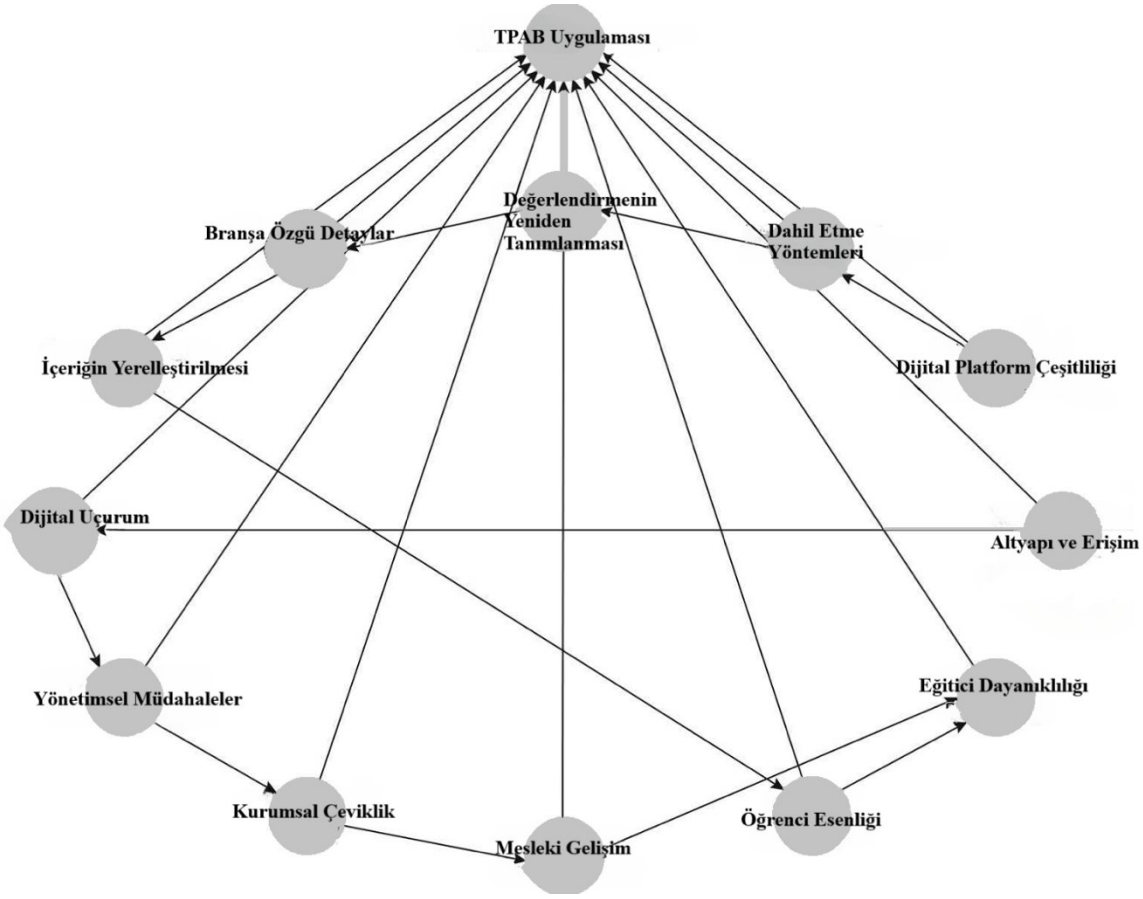
Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB): Belirli teknolojik araçlar kullanıldığında öğretme ve öğrenmenin nasıl değiştiğini anlama becerisidir. Bu rolde öğretmen, eğitim için tasarlanmamış araçları bile (bloglar, Office programları vb.) eğitim amaçlı yeniden yapılandırabilen yaratıcı bir tasarımcı olabilmelidir.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB): Tüm diğer bileşenlerin birbiriyle olan etkileşiminden doğan bir uzmanlığı temsil etmektedir.Bu kısımda öğretmen

- Kavramların teknoloji ile nasıl temsil edileceğini bilir.
- İçeriği öğretmek için teknolojiyi yapıcı yollarla kullanan pedagojik teknikler geliştirir.
- Teknolojinin, öğrencilerin karşılaştığı zorlukları gidermek ve mevcut bilgileri üzerine yenilerini inşa etmek için nasıl kullanılabileceğini anlar.
- İçerik, pedagoji ve teknoloji arasındaki dinamik dengeyi sürekli yeniden kurarak öğretimini sınıf bağlamına göre esnek bir şekilde uyarlar.

Dijital çağda bu yeterliliklere sahip olan öğretmenler, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesinde ve öğrencilerin bilgiyi daha etkili bir şekilde yapılandırmasında kritik bir rol oynarlar. TPAB, sadece teknoloji bilgisi ve alan bilgisinin birleşiminden ziyade gelişmekte olan bir model olarak düşünülebilir Bu model, teknolojinin eğitime entegrasyonunun tek boyutlu bir süreç olmadığını; pedagojik, kurumsal, teknik ve insani faktörlerin iç içe geçtiği dinamik bir ağ olduğunu göstermektedir (Phillips, Baran, Mishra

ve Koehler, 2025). TPAB'nin uygulanmasını etkileyen bağlamsal faktörler şekil 2.6'daki gibidir.



Şekil 2.6 TPAB'nin Uygulanmasını Etkileyen Sistematik Bağlamsal Faktörler

Kaynak (Phillips, Baran, Mishra ve Koehler, 2025)

Şekil 2.6'a göre TPAB uygulama kavramı, birbirine bağlı faktörlerden oluşan bir ağ aracılığıyla ifade edilmektedir. En üstte, çeşitli faktörlerin dışa doğru yayıldığı "TPAB Uygulaması" yer almaktadır. Bu faktörler, potansiyel ilişkileri ve etkileşimleri belirten çizgilerle birbirine bağlanan düğümler olarak tasvir edilmiştir. Doğrudan TPAB Uygulamasına bağlı olan Ölçme-Değerlendirmenin Yeniden Tanımlanması, ölçme yöntemlerini yeniden düşünmenin TPAB'ni entegre etmek için çok önemli olduğu anlamına gelmektedir.

Yine doğrudan TPACK Uygulamasına bağlı olan "Dahil Etme Yöntemleri", öğrencileri öğrenme etkinliklerine dahil etmeye yönelik stratejilerin önemini vurgular. Katılım Taktiklerine bağlı olan "Dijital Platformların Çeşitliliği", mevcut dijital araçların çeşitliliğini ve bunların öğrencileri sürece dahil etme ve erişim sağlamadaki rolünü belirtir. Doğrudan TPAB uygulamasına bağlı olan "Altyapı ve Erişim", eğitim uygulamalarını desteklemede fiziksel ve teknik kaynakların temel rolünü ifade etmektedir. TPAB Uygulaması, "Öğrenci Esenliği" ve "Mesleki Gelişim" ile bağlantılı olan "Eğitimci Dayanıklılığı", eğitim uygulamalarını sürdürmede öğretmenlerin duygusal dayanıklılığının önemini vurgulamaktadır.

Kurumsal çeviklik, eğitimci dayanıklılığı, öğrenci esenliği, altyapı ve erişim dahil olmak üzere birçok bağlantının merkezinde yer alan mesleki gelişim, eğitimciler için sürekli eğitim ve desteğin önemini belirtmektedir. Yönetimsel müdahaleler ve mesleki gelişim ile bağlantılı olan kurumsal çeviklik eğitim kurumlarının dijital değişim ve dönüşümlere hızla uyum sağlama yeteneğini temsil etmektedir. Dijital uçurum ve kurumsal çeviklik ile bağlantılı olan hükümet müdahaleleri, eşitsizliklerin giderilmesinde ve kurumsal uyumun kolaylaştırılmasında politikaların ve destek yapılarının önemli rol oynadığını göstermektedir.

Hükümet müdahalelerine bağlı olan dijital uçurum, teknoloji erişimini etkileyen sosyo-ekonomik eşitsizliklerin altını çizer. Branşa özgü detaylar ile bağlantılı olan İçeriğin Yerelleştirilmesi, eğitim içeriğinin farklı öğrenci popülasyonlarına göre uyarlanması, fırsat eşitliğinin uygulanması ve öğrenme stillerine yönelik eğitim ihtiyacını vurgulamaktadır. TPAB Uygulaması ve İçeriğin Yerelleştirilmesi ile bağlantılı olan Branşa Özgü Detaylar, farklı akademik disiplinlerin teknolojiyi entegre ederken karşılaştıkları benzersiz zorlukları belirtmektedir. Genel olarak bakıldığında TPAB'ni uygulamanın karmaşık ve birbirine bağlı bir doğası olduğu bu modelin bütüncül olarak ele alınması gerektiği söylenebilir.

2.6.1 Üniversite 4.0 ve Öğretmen Yeterlilikleri Çerçevesinde TPAB

Endüstriyel devrimlerle birlikte karşılaştığımız dijital dönüşümlerin TPAB'de uygulanması için eğitimin yeri büyük görülmektedir. Bu kapsamda Üniversite eğitiminin revizyonları Endüstri 4.0 kavramı ile bütünleşik olarak anılmaya başlanmıştır (Akbaba ve Mühürdaroğlu,

2022; Öztemel, 2018). Bu bakış açısı ile teknoloji eğitiminde etkili kullanımı önerilmekte Üniversitelerinde öğretim stratejilerinde değişiklikler yapması beklenmektedir. Öztemel (2018) Üniversite 4.0 anlayışına uygun dönüşümleri aşağıdaki gibi açıklamaktadır.

- Eğitim ortamlarını, teknolojinin sadece bir araç değil, bir yaşam biçimi olduğu dijital kültür ekosistemlerine dönüştürmek.
- Eğitim programlarını statik yapıdan çıkararak, yenilikçiliği ve yaratıcı düşünceyi merkezine alan dinamik süreçlere taşımak.
- Fakülte yapılarını modernize ederek, farklı bilim dallarının iç içe geçtiği çok boyutlu ve güncel iş dünyasıyla uyumlu modelleri hayata geçirmek.
- Katı ve değişmez programlar yerine, küresel akreditasyon standartlarındaki değişimi takip eden ve sürekli bir inovasyon döngüsüyle kendini güncelleyen programlar oluşturmak.
- Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal simülasyonlar kullanarak, teorik bilgiyi gerçek dünya deneyimiyle birleştiren hibrit eğitim modelleri sunmak.
- Bilgisayar tabanlı yeni nesil öğrenme metodolojilerini ve gelişmiş uzaktan eğitim altyapılarını kurumsal süreçlere dahil etmek.
- Her öğrencinin kendi hızına, ihtiyacına ve yeteneklerine göre şekillenen kişiselleştirilmiş eğitim ekosistemlerini devreye almak.

Bu bakış açısı ile birlikte teknolojinin eğitimde etkin ve verimli kullanımı öngürlmektedir. Bu kapsamda öğretmenlerin sahip olması gerekn niteliklerin toplumsal dönüşümlerle değişiklik göstereceği unutulmamalıdır. Bundan dolayı öğretmenlerin sürekli olarak mesleki gelişimlerini desteklemeleri, eğitim teknolojilerindeki güncel gelişmeleri takip etmeleri, etkili lider ve mentörlük becerilerini geliştirmeleri, inovasyona destek sunabilecek ve bunu yönlendirebilecek beceriler edinmeleri, güncel eğitim teknolojilerini takip ederken öğretim ortamlarına bu teknolojileri uygun alan bilgisi ve pedagoji bilgisi beraberinde taşıyabilmeleri önemli bir gerekliliktir (Asıl ve Asıl, 2024).

Bu modelin temel hedefi, eğitimin her kademesinde dijital yenilikler üretmek ve öğrenme süreçlerinde dijital araçlardan en üst düzeyde faydalanmaktır.

Akbaba ve Mühürdaroğlu (2022)'a göre bu yapı dört temel sütun üzerine inşa edilmektedir.

- Tüm paydaşları kapsayan bir dijital eğitim anlayışı.
- Dijital dünyada yetkinliğe sahip eğitimciler.
- Dijital becerilerle donatılmış öğrenci ve çalışanlar.
- Nitelikli dijital eğitim materyalleri.

Eğitim 4.0'ın, günümüzün yenilikçi çağında toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilecek bir kapasiteye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Bu yaklaşımın asıl amacı, hem öğrenenlerin hem de öğretenlerin yeni teknolojileri uygulama becerilerini geliştirerek toplumsal dönüşümlere adaptasyonlarını kolaylaştırmaktır. Sonuç olarak Eğitim 4.0, bireyleri sadece okuryazar yapmanın ötesine geçerek; onların yetkinliklerini en doğru şekilde kullanmalarına ve yaşam boyu bilgiyle uyum içinde gelişmelerine olanak tanıyan, geleneksel eğitimin çok daha ötesinde bir vizyon sunmaktadır.

Aydın ve Güntepe (2025) Eğitim 4.0 öğretmenler için TPAB bileşenlerinden güncel teknolojileri pedagoji ve alan bilgisinin dönüşümüne uygun bir şekilde kullanımının sistematiğini önerdiği söylenebilir. Bundan dolayı Bir öğretmen adayının Eğitim 4.0 içinde gelişen web araçlarını dersine entegre edebilmesi için önce bu araçların çalışma prensiplerini bilmesi gerekir. Teorik bilginin ötesine geçerek adayın dijital okuryazarlığını ve teknolojiye olan aşinalığını artırması için kullanmak ve bu sistemlere entegre eğitimler alması önemli görülmektedir. AR, VR, yapay zeka, nesnelerin interneti gibi güncel teknolojilerinin kullanılabilirliği güncel TPAB uygulamalarında önemli yer tutmaktadır ancak bu uygulamaların Phillips vd. (2025) TPAB ağ modelinde görüldüğü üzere üniversite dönüşümleri gibi karar alıcılar tarafından bağlam temelli düzenlenmesi gerekli görülmektedir.

2.7 İlgili Çalışmalar

2.7.1 Web 3.0 İle İlgili Çalışmalar

Ağgül vd. (2023) çalışmasında öğretmen adaylarının pandemi sürecinde gelişen web 3.0 ve metaverse kavramları hakkındaki görüşlerinin incelemektedir. Nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi tercih edilmiş 60 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yolu ile veri toplamıştır. Öğretmen adaylarına 9 açık uçlu soru sorulmuş ve

neticesinde metaverse ve web 3.0 hakkındaki mevcut görüşleri belirlenmiştir. Veriler sonucunda öğretmen adaylarının web 3.0 kavramını bazı öğretmen adayları (12) duyarken büyük bir çoğunluğu (45) bir fikrinin olmadığını belirtmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu kavramlar ile ilgili fikri olamadığı görülmüş, konu hakkında fikri olanlarında yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Metaverse kavramının hayatımıza henüz daha yeni girmiş olması nedeniyle bireylerin Türkçe karşılığı bulunmayan bu kavrama tam olarak aşina olmadığı görülmüştür. Üniversitelerde öğretmen adaylarının bu konuda bilgilendirilmesi gerektiği ve toplumsal ölçekte de bu teknolojilere uyum sağlamamız gerektiği için bu kavramların günlük hayatta kullanım alanı bulması için girişimlerde bulunulabilir önerileri sunulmuştur.

Açıkgül Fırat ve Fırat (2020) çalışmasını 2005 ve 2020 yılları arasında yayınlanan 81 makale üzerinden betimsel analiz yaparak yürütmüştür. Eğitim ortamlarının kalitesini artırmak için Web 3.0 teknolojilerinin nasıl kullanılabileceği ilgili çalışmaların çeşitli değişkenler açısından incelenmesi yoluyla araştırılmıştır. Veriler toplanırken özellikle Scopus ve Science Direct veri tabanları taranmış öğretim teknolojileri alanında yüksek etki değerine sahip "Computers and Education" dergilerinde yayınlanan makalelere odaklanılmıştır. Yıllara göre dağılım, hangi disiplinlerde hangi yönteme dayalı çalışmaların yürütüldüğü, veri toplama araçları ve katılımcıların dağılımı gibi parametrelerde derinlemesine inceleme yapılmıştır. Çalışmada 2008 ve 2013 yılları arasında çalışmalarda artış gözlendiği, yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun artırılmış gerçeklik alanında olduğu kalan kısmının ise zeki öğretim sistemlerinin takip ettiği görülmüştür. Çalışmaların %51'inin deneysel olarak yürütüldüğü, fen eğitimindeki çalışmaların diğer disiplinlerden fazla olduğu ve artırılmış gerçeklik çevresinde şekillendiği bulgularına ulaşılmıştır. Sonuç olarak web 3.0 teknolojilerinin kurslar gibi dijital öğretimin önem kazandığı alanlarda öğretmenlere destek sağlamaktadır. Ayrıca Artırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarının yaygınlığı, bu araçların öğrencilere doğal bir deneyim sunması ve motivasyonu artırıcı etkisinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada öğrenme süreçlerine web 3.0 teknolojilerinin dâhil edilmesine ilişkin daha derinlemesine bilgi sağlamak için nitel ve karma yöntemli çalışmaların sayısı artırılabilir, sadece öğrenciler ile değil öğretmen ve öğretmen adaylarıyla çalışmaların yürütülmesi sağlanarak kapsamın genişletilmesi gerekmektedir gibi önerilerde bulunulmuştur.

Kaleci ve Karsen (2021) yapmış olduğu çalışmada eğitim alanında yapılan web 3.0 teknolojilerinin kullanımına ilişkin ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. 2010- 2020 yılları arasında yapılmış 19 araştırmanın incelendiği bu çalışmada meta analiz yöntemi ile literatür taranmıştır ve ilgili verilere ulaşılmıştır. Mevcut web teknolojilerinin kişiye özgü içerik sunma ve iş birliği açısından yetersizlikleri, web 2.0 teknolojileri ile ortaya çıkan düzenlenmesi güçleşen verilerin öğrenciye etkili bir web ortamı sunamıyor oluşu sebepleriyle bu çalışma yürütülmüştür. Google Scholar ve Dergipark veritabanları kullanılarak erişilen makalelerde yapılan çalışmalar %46'sı karşılaştırma araştırması, %33 web 3.0'ı teknik yönüyle ilgilendiren çalışmalar, %20'si ise web 3.0 teknolojilerinin deneysel yöntemin kullanıldığı ve görüşlerin alındığı çalışmalar olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışmalarda nicel bulguların olduğu çalışmalara ulaşılamamıştır. Web 3.0 teknolojisinin eğitime tam anlamıyla uyarlanabilmesinde " Büyük Veri " (Big Data) gerekli görülmektedir ve bu verinin eğitim materyalleri ile olgunlaştığı görülmektedir. Web 3.0 destekli araçların tasarlanması, eğiticilerin eğitilmesi ve yüksek hızda internet altyapısının sağlanması gibi eksikliklerin giderilmesi gerekmektedir sonuçlarına ulaşılmıştır. Konu ile ilgili ilerideki araştırmalarda, diğer alanlarda web 3.0 teknolojisini kullanan sistemler ile bu sistemlerin işleyişini konu alan deneysel çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir.

Karalar ve Özdemir (2013) çalışmasında anlamsal web temelli öğretimde yönlendirmenin kazanıma ve kalıcılığa etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini 69 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma yarı deneysel desen ile yürütülmüş olup Bu öğrencilerin 35'i Anlamsal Web Temelli Öğrenme (AWTÖ) grubunda, 34'ü ise Yönlendirilmiş Anlamsal Web Temelli Öğrenme (YAWTÖ) grubunda yer almıştır. Mevcut öğretim sistemlerinde öğrencilerin bireysel farklılıkları ve ön öğrenmelerindeki eksiklikler dikkate alınmamaktadır. Aynı zamanda web ortamlarında yer alan bilgilere direkt olarak erişim mümkün olmakta ancak bu konuda bir rehberliğin sunulmayışı kullanım niteliğini düşürmektedir. Bu sebeple belirlenen deney grubu öğrencilerine yönlendirilmiş anlamsal web temelli öğrenme, kontrol grubuna ise anlamsal web temelli öğrenme uygulamaları yapılmıştır. Uygulama sırasında kazanımlar "Kuvvet ve Hareket" ve "Basınç" konularından seçilmiştir. Belirlenen kazanımlara yönelik sunu, metin ve ses tipinde 24 adet öğrenme nesnesi tanımlanmış ve web üzerinden erişim sağlanabile 11 adet animasyon tipinde öğrenme nesnesi belirlenmiştir. Deney grubuna bilgiye erişim noktasında web kullanımları

sırasında yönlendirme yapılırken kontrol grubunun web erişimlerinde yönlendirme yapılmamıştır. Öğrencilerin kazanımlarını ölçmek için geliştirilen başarı testi veri toplama kısmında öntest, sontest ve kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda hem yönlendirme alan hem de sadece anlamsal web kullanan deney ve kontrol gruplarının başarısında artış olduğu görülmüştür. Ancak yönlendirme alan deney grubunun sontest sonuçlarının daha fazla olduğu görülmüştür. Öğrencilerin ön öğrenmelerine göre düzenlenen yönlendirilmiş anlamsal web temelli öğrenmenin başarıda daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Kalıcılıkları incelendiğinde ise birbirine yakın kalıcılık seviyesinde uygulamalar olduğu söylenebilir. Çalışmada otomatik olarak öğrenme nesneleri sunabilen araçların veya yazılımların geliştirilmesi gerektiği, anlamsal web temelli öğrenme ortamlarında çalışan öğrencilerin bilişsel yükleme ve kaybolma düzeylerinin yani zihinde bilgiyi yapılandırıp tam öğrenme yoluyla geri çağırabilme mekanizmasına etkilerinin incelenmesi gerektiği önerilmektedir.

Gün ve Durmuş Öz (2024) çalışmasında Türkçe öğretmenliği 3. ve 4. sınıf öğrencileri ile Türkçe öğretmeni adaylarının Web 3.0 ve Metaverse kavramlarına ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Durum çalışması deseni kullanılmıştır. Ağgül vd. (2023) Tarafında hazırlanan 8 sorudan oluşan görüşme formu uygulanmıştır. Metaverse hakkında katılımcıların %48'i bu kavramı hiç duymamış, %32'si duymuş olsa da içeriği hakkında fikir sahibi değildir. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ile ilgili adayların %64'ü bu kavramları hiç duymadıklarını belirtmişlerdir. Avatar ve metahuman kavramlarında ise benzeri olarak büyük çoğunluğun kavramların anlamlarını bilmediği görülmüştür. Web 3.0 %72'lik kısmı bu kavramı hiç duymadıklarını ifade etmişlerdir. Metaverse ve web 3.0 arasındaki ilişki hakkında da benzeri olarak büyük çoğunluğun bilgi sahibi olmadığı görülmektedir. Adayların bu kavramlar hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve de kavramları hiç duymadıkları sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonunda akademisyenlerin öğretmen adaylarını bu teknolojileri kullanmak konusunda desteklemeleri gerektiği, MEB hizmet içi eğitimlerinde bu teknolojilere yönelik eğitici çalışmaların yer alması gerektiği ve Web 3.0 teknolojilerini konu alan literatürün yeniden şekillendirilmesi gerektiği yönünde önerilerde bulunulmuştur.

2.7.2 Metaverse İle İlgili Çalışmalar

Yağcı ve Şentürk (2023) çalışmasında fen bilimleri (fizik-kimya-biyoloji) eğitiminde metaverse uygulamaların ne durumda olduğunu ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmada öncelikle bir kavramsal çerçeve oluşturulmuş ve veriler doküman inceleme yoluyla elde edilmiştir. Çalışmada fen bilimleri eğitiminde metaverse kullanımı fizik, kimya ve biyoloji öğrenme biçimlerini dönüştürücü etkisi vardır. Metaverse karmaşık fen kavramlarını daha derin ve anlaşılır kılmaktadır. Bu teknoloji ile birlikte yapılandırmacılık, işbirlikli öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme, deneyimsel ve derin öğrenme gibi birçok farklı öğretim yöntemi kullanılmıştır. Metaverse uygulamalarının soyut ve görselleştirilmesi zor kavramların daha somut şekilde anlaşılmasını sağladığı saptanmıştır. 3B görselleştirmeyi sağlayarak daha sürükleyici deneyimler sunduğu, motivasyonu artırdığı, kalıcı izli öğrenmeye katkı sunduğu görülmektedir. Ancak kullanım zorlukları, maliyetli uygulamalar ve işlem kısıtlılıkları olumsuz yönler olarak bahsedilmektedir. Çalışma sonunda eğitimcilere uygulamaya dayalı hizmet içi eğitimler verilmesi gerektiği, Türkiye'de metaverse, sanal gerçeklik uygulamalarına yönelik deneysel çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür ve bu alanda gerçekleştirilecek çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir.

Yılmaz (2024) yaptığı tez çalışmasında öğretmen adaylarının metaverse farkındalıklarını ve eğitimde kullanımlarına yönelik ön görülerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden 15'i kadın, 10'u erkek olmak üzere toplam 25 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemiyle ilerletilmiş, veriler içerik analiziyle incelenmiştir. 28 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile veri toplanmıştır. Araştırmada öğretmenlerin metaverse kavramını duydukları ve bu bilgiye internet ortamından ulaştıkları, sanal evren, ortam veya dünya olarak adlandırdıkları bulunmuştur. Metaverse bileşenlerine ait sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, yapay zeka, bulut bilişim gibi tanımların literatürle uyumlu olduğunu gördükleri söylenebilir. Eğitimde kullanım amaçlarına bakıldığında ise deneyim kazanmak, yapılması zor alanlarda kullanmak kodlarına ulaşılmıştır. Sonuç olarak öğretmen adayları metaverse alanlarını gelecek eğitim sisteminde yer alabilecek potansiyelde görmektedirler. Öğrenmeyi pekiştirme, derslere aktif katılım sağlama sınıf ortamında gerçekleştirilmesi zor olan konularda uygulamalar yapabilme imkanı sağlamaktadır. Ancak asosyallik, tembellik, sağlık problemleri oluşturma gibi olumsuz yönlerinden de bahsedilmiştir. Bunun yanında

öğretmen adaylarına teknik ve materyal kolaylığı sağlayacağından ama teknolojiye adapte olma zorlukları sebebiyle kullanım kısıtlılıkları yaşanabileceği vurgulanmıştır. Çalışma sonunda öğretmen adaylarına çeşitli metaverse eğitim seminerlerinin verilmesinin gerektiği, metaverse bileşenlerinin kullanıldığı uygulamalar eğitim müfredatlarında ders olarak işlenmeli ve öğretmen adaylarının uygulamalar yapmaları desteklenmeli, olumsuz etkilerini azaltmak için uzman kontrolünde belirli bir süre kullanılmalıdır önerilerinde bulunulmuştur.

Öz (2024) yapmış olduğu tez çalışmasında öğretmenlerin Metaverse kullanımına yönelik tutumlarının cinsiyet, bilgisayar eğitimi alıp almaması, derslerinde dijital materyallerden yararlanıp yararlanmaması, branşı, eğitim düzeyi, mesleki deneyimi ve görev yaptığı okul türü gibi değişkenlere göre nasıl değişebileceğini belirlemeyi amaçlamıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi tercih edilmiştir. Veriler "Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği" ile toplanmıştır. Çalışmanın örneklemini MEB'de görev yapay 240 öğretmen oluşturmaktadır. Metaverse kullanmaya ilişkin tutumların cinsiyete göre farklılık göstermediği bulunmuştur. Bilgisayar eğitimi almış öğretmenler metaverse karşı daha olumlu tutum içerisindedirler. İlkokulda görev yapan öğretmenlerin tutumlarının liseye göre daha fazla olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin metaverse kullanmaya yönelik tutumlarının genel olarak fazla olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda bilgisayar eğitimi programlarının yaygınlaştırılması gerektiği, etik sorunlar üzerinde politikalar geliştirilmesi gerektiği, yapılacak çalışmaların tüm branş öğretmenlerini kapsayacak şekilde düzenlenmesi gerektiği, öğretmenler arasında işbirliğine teşvik edecek platformların kurulması gerektiği önerilmiştir.

Wickramasinghe ve Liyanage (2024) yaptığı çalışmada eğitimde deneyimsel öğrenmeyi sağlamak adına metaverse kullanmanın etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı karma araştırma deseni kullanmışlardır. Araştırmanın örneklemi belirlenirken 3 kategori dikkate alınmıştır öğrenciler, öğretim üyeleri ve eğitim alanında uzmanlar yer almaktadır. Bu çalışmada kolay örneklemlerden 60 adet düşük başarıya sahip öğrenci seçilmiştir

Araştırmacı tarafından deneysel materyallerin olduğu, ders notlarının yer aldığı, etkileşime izin veren esnek çalışma alanı sunan, öz değerlendirme araçlarının olduğu, oyunlaştırma

öğelerinin yer aldığı Frame VR adlı bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamayı kullanan öğrencilerin başarı puanlarında etki değeri yüksek bir artış görülmüştür. Araştırma sonucunda metaverse öğrenme ortamlarında kullanıldığında Eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim ve İşbirliğini geliştirmede etkili olacağı, öğrencilere yaparak öğrenme fırsatı sunacağı, amaçlanan öğrenme çıktıları için sürecin tasarlanabileceği görülmüştür. Çalışma sonunda öğretmenlerin öğrencilerin metaverseyi nasıl algıladıklarını dikkatle analiz etmelidir. Öğretmenler, öğrencilerin işbirliği içinde çalışmalar yürütmesi için rehberlik etmelidir. Oyun ve simülasyonların kullanıldığı çalışmaların sayısı artabilir önerilerinde bulunulmuştur.

2.7.3 Yapay Zekâ İle İlgili Çalışmalar

Güzey vd. (2023), çalışmasında 2020-2021 yılları arasında " education ve education research" kategorisinde eğitim bilimlerinde yapay zeka alanında yapılan çalışmaların eğilimlerini incelemek adına 148 çalışmanın meta analizini yürütmüşlerdir. Bulgulara ulaşmak için makale analiz formu oluşturulmuş ve ulaşılan veriler üzerinde frekanslar hesaplanmıştır. Yapılan 24 çalışma (%16,2) 2019 yılında, 38 çalışma (%25,7) 2020, 86 çalışma (%58,1) ise 2021 yılında gerçekleştirilmiştir. 76 makalenin deneysel ve uygulamalı türünde, 29 makale alan yazı- kuramsal çalışma türünde, 16 makale betimsel türde, 15 makale eylemsel araştırma,7 makale yöntem çalışması ve 2 makalenin ise mesleki araştırma türünde olduğu tespit edilmiştir. Analiz edilen makalelerde kullanılan yöntemler incelendiğinde 65 makalenin yöntemi yarı deneysel, 34 makalenin yöntemi betimsel, 22 makalenin yöntemi ise tam deneysel desen olduğu belirlenmiştir.

Örneklem büyüklükleri incelendiğinde değişken olmakla beraber 15 makale 0-49 kişi arası örnekleme sahip, 11 makale 50-99 arası örnekleme sahip, 18 makale 100-499 kişi arası örnekleme sahip, 22 makale 500 ve üzeri kişiden oluşan örnekleme sahip olduğu belirtilmiştir. 82 çalışmada ise örneklem büyüklüğünün belirtilmediği bulgusuna ulaşılmıştır. Bir diğer bulgu ise öğretim alanları yönünde olmuştur. 82 makalenin eğitim bilimleri alanı, 39 makalenin Bilişim teknolojileri alanı, 7 makalenin mühendislik alanı, 7 makalenin sağlık bilimleri ve hizmetleri alanı, 4 makalenin psikoloji eğitimi alanı ve 9 makalenin diğer alanlarda yürütüldüğü belirtilmiştir. Sonuç olarak en çok yayının 2021 yılında yapıldığı, Çalışmaların büyük çoğunluğunun deneysel çalışmalardan oluştuğu,

incelenen çalışmaların ağırlıklı olarak eğitim bilimlerinde olduğu ve bu sebeple eğitim teknolojilerinde akıllı sistemlerin kullanımının faydalı olacağı, öğrenciler ve öğretmenler için değerlendirmelerin farklı başlıklar altında incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bayram ve Çelik (2023) 10 Fen bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilere 6E öğrenme modeli çerçevesinde yapay zekâ konusunda disiplinler arası yaklaşımla geliştirilen bilimsel muhakeme ve girişimcilik becerileriyle bütünleşmiş sosyobilimsel etkinliğin uygulama basamaklarını tanıtmak ve etkinliğin pedagojisine yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması amaçlanmıştır. Bu çalışma 6E öğrenme modeline uygun olarak, bilimsel muhakeme ve girişimcilik becerilerinin dahil edilerek geliştirilen, temelde sosyobilimsel bir konu olan yapay zekâ konusunda 6 ders saati şeklinde uygulanan bir etkinlik tasarımı hakkında görüşlerinin ortaya çıkarıldığı bir araştırmadır. Öğretmen adaylarıyla yürütülen bu uygulama 6 ders saati olarak planlanıştır. Bilim ve teknolojik gelişmeler ışığında planlanan etkinlikte temelde sosyobilimsel bir konu olarak yapay zekâ'nın eğitimde ve farklı sektörlerde uygulama örneklerinin olduğu senaryolar ve film sahneleri incelenmiştir. Etkinliğin sonunda, öğretmen adaylarından yapay zekâ teknolojilerini kullanarak yenilikçi ürünler tasarlamaları, girişimci fikirler geliştirmeleri beklenmiştir. Nitel araştırmalardan olgu bilim yöntemiyle ilerletilen çalışmada veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Etkinliğin pedagojil alan bilgisi yönünde yeterli olduğu, fen eğitimi derslerinde ortaokul düzeyi ve üszeri için kullanılabilir ve yararlı olduğu sonuçlarına erişilmiştir. Uzaktan eğitimle uyumlu olabileceği ve farklı disiplin ve sınıf düzeylerine kurgulanabileceği kısmında önerilerde bulunulmuştur.

Khan vd. (2024) İlkokul 7. Sınıfta öğrenim gören 50 öğrenci ile yürüttüğü çalışmasında ilkokul öğrencilerinin uygulama öncesi akademik başarıları ile uygulama sonrası akademik başarılarının değişimini araştırmışlardır. Araştırma kontrol gruplu yarı deneysel desen ile yürütülmüş olup, fen bilgisi ders kitabında yer alan atomun yapısı, çözeltiler ve kimyasal bağlar konuları kapsamında toplam 6 hafta süren bir plan çevresinde şekillenmiştir. Deney grubuna Magic School AI ile oluşturulan içerikler ile öğretim gerçekleştirilirken kontrol grubuna mevcut öğretim planı uygulanmıştır. Değerlendirme kısmında ise deney grubuna uygun talimatlarla Magic School AI tarafından uluşturulan çoktan seçmeli başarı testi uygulanmış, kontrol grubuna öğretmen tarafından geliştirilen başarı testi uygulanmıştır.

Deney grubu öğrencilerindeki başarı artışının kontrol grubuna göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda ilkokul seviyesindeki öğrenciler için kullanılacak üretken yapay zeka olan Magic School AI aracının başarıyı artırdığı, öğrenciler tarafından ilgi çekici bulunabileceği ve öğretimsel yönü güçlü olan bir araç olduğu vurgulanmıştır. Eğitimde bir çok üretken yapay zeka aracının kullanılması gerektiği, yöneticilerin yapay zeka çalışmalarını destekleyerek öğrencilerin dijital araçlara ulaşımlarının artırılması gerektiğini, öğreticilerin kullandıkları araçlara yapay zeka araçlarını da dahil etmesi gerektiği çalışmada önerilmiştir.

Köse ve Işık (2025) çalışmasında fen bilgisi öğretmenlerinin eğitsel yazılımlar, artırılmış gerçeklik, metaverse, yapay zekâ ve eğitimde uygulamaları hakkında görüşlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Nitel araştırma yöntemiyle yürütülen bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla fen bilgisi öğretmenlerinin teknoloji ve eğitimde teknoloji kullanımına yönelik görüşleri, artırılmış gerçeklik ve eğitimde kullanımına yönelik görüşleri, eğitimde metaverse kullanımlarına yönelik görüşleri, yapay zekâ ve eğitimde kullanımlarına yönelik görüşleri alınmış ve içerik analizine tabi tutulmuştur. Veriler içerik analizi ile incelenmiştir. Analiz bulgularında Öğretmenlerin çoğunluğunun artırılmış gerçeklik, metaverse ve yapay zekâya ilişkin bilgi ve uygulama düzeylerinin sınırlı olduğu, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin soyut konularda kullanılabileceği ancak altyapı ve materyal eksikliklerini beraberinde getirdiği, metaverse kavramına yabancı oldukları ancak eğlenceli ve gerçekçi bir öğrenme ortamı sağlayabileceği, yapay zekânın ise işleri kolaylaştırıp bilgiye hızlı erişimi sağlasa bile öğrencileri tembelleştirebileceği ifade edilmiştir. Öğretmenlerin artırılmış gerçekliğe ilişkin bilgi düzeylerinin daha yüksek, metaverse konusunda ise daha düşük olduğu, yapay zekâ kısmında öğretmenlerin daha çok olumsuz görüşe sahip olduğu, teknoloji kullanımının soyut konuların anlatımında etkili olacağı ancak altyapı ve materyal eksikliklerinin bu araçları kullanmada büyük sorunlar yarattığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlere farkındalık ve bilgilendirici çalışmaların yapılabileceği, akıllı tahtaların 3 boyutlu görüntülerle uyumlu hale getirilebileceği, kullanılabilecek yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, metaverse teknolojilerinin Türkçeye uyarlanabileceği hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Karabacak, Akar, Akar, Aksan ve Özden (2025) yaptıkları çalışmada öğrencilerin kimya eğitiminde soyut kavramların somutlaştırılması için artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ ile geliştirdikleri asistan uygulamasının öğrencilerin artırılmış gerçekliğe yönelik tutumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışmada tek gruplu zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini BİLSEM'e devam eden 5., 6., 7. Sınıftan 20 öğrenci oluşturmaktadır. ADDIE (analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme) öğretim modeli ile geliştirilen süreçte kimya öğreniminde kullanılmak üzere vuforio destekli Unity 3D oyun motoru kullanılarak oluşturulan physAR ve ARchemist uygulamaları ve web site oluşturulmuştur. Çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde süreçte yapılan çalışmaların öğrencilerin Artırılmış gerçeklik tutumlarını geliştirdiği sonucuna varmıştır. Web sitesi ve uygulamaların geliştirilerek üniversite boyutunda kimya derslerinde kullanılabilir niteliğe getirilebileceği, çalışmanın daha büyük örneklemlerle tekrarlanabileceği önerilmiştir.

Akman ve İmamoğlu Akman (2025) çalışmasında öğretmen adaylarının eğitim inançları ile yapay zekâ tutumları arasındaki ilişkiyi araştırmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının eğitim inançları nasıldır?, öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik tutumları nasıldır?, çeşitli demografik değişkenlere göre anlamlı farklılık göstermekte midir? Öğretmen adaylarının eğitim inançları ile yapay zekâ tutumları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır? Sorularına cevap aranmıştır. Çalışmanın örneklemini 190'i yabancı diller, 125'i Türkçe- sosyal bilgiler, 113'ü Matematik- Fen ve 80'i temel eğitim olmak üzere toplam 508 öğretmen adayı oluşturmaktadır. İlişkisel tarama modelinde şekillenen çalışmada yapay zekâya yönelik genel tutum ölçeği, eğitim inançları ölçeği uygulanmıştır. Eğitim inanç ölçeğine göre öğretmen adaylarının esasicilik algılarının orta, daimicilik algılarının yüksek, ilerlemecilik ve yeniden kurmacılık algıları ise çok yüksek olduğu bulgularına erişilmiştir. Yapay zekâya yönelik tutumlarının orta düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca yapay zekâya yönelik tutum ile daimicilik algısı, ilerlemecilik ve yeniden kurmacılık arasında pozitif ilişki olduğu ve bu algıların yapay zekâya yönelik tutumun düşük sevide yordayıcısı olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte Matematik-Fen öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumlarının Yabancı diller öğretmen adaylarına göre daha fazla olduğu bulgusuna erişilmiştir. Katılımcıların genel olarak yapay zekâya yönelik tutumlarının pozitif olduğu, tutumun orta seviyede olması ise teknolojiye karşı belirli bir ilgilerinin olduğu ancak çeşitli tereddütler taşıdıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yapay zekânın eğitim inançlarının yordayıcısı

olarak bulunması Eğitim inançlarının gelişiminde yapay zekanın yerini göstermektedir. Bundan yapay zekâ çalışmaları artırılması gerekmektedir, öğretmen yetiştiren kurumların öğretim programlarının YZ destekli öğretim konusunda revize edilmesi ve çeşitli eğitimler verilmesi doğru olacaktır gibi önerilerde bulunulmuştur.

Aydoğdu ve Özaydın Aydoğdu (2025) çalışmasında yapay zekâ araçlarının öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik tutumlarının ve görüşlerinin değişimini ölçmüştür. Çalışmada karma desen kullanılmış olup nicel boyutta "yapay zekâya yönelik genel tutum ölçeği" kullanılarak kontrol gruplu yarı deneysel desen çalışılmıştır. Nitel boyutta ise görüşme formları uygulanmış ve veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın örnekleminde deney grubunda 57, kontrol grubunda ise 46 olmak üzere toplam 103 öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Deney grubundaki öğretmen adaylarıyla birlikte 6 hafta boyunca Chat GPT ile senaryo oluşturma, görsel tasarımı için Leonardo AI kullanımı gibi yapay zekâ araçları eşliğinde dijital hikâye, hikâye tahtası, öğretimsel hikâyeler üretilmiştir. Uygulama sonunda öğretmen adayları ile ilgili deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının yapay zekâ 'ya yönelik genel tutumlarında bir değişimin olmadığı görülmüştür. Nitel bulgularda ise öğretmen adayları yapay zekâ araçlarının kolaylık sağlaması, derslere katkı sağlaması ve materyal geliştirmeye katkı sağlaması yönleriyle olumlu ve güçlü bulmaktadır. Zayıf yönler olarak ise herkesin kolay kullanamadığı ve alakasız sonuçlar ürettiği belirtilmiştir. Bunların yanında öğretmen adaylarının çoğu yapay zekâ araçlarının yaratıcı sonuçlar ürettiğini düşünmektedir. Yapay zekâ araçlarının materyal tasarlamada zaman ve iş gücünden tasarruf sağladığı, üretim süreçlerini kolaylaştırdığı ve eğitimde verimliliği artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada öğretmen, öğrenci ve idareciler için bilgilendirici eğitimler ve rehberlerin hazırlanması, kullanım zorluklarının giderilmesi ve kişisel verilerin korunması konusunda politikalar oluşturulabileceği önerilmiştir

Torun ve Nayir (2025), çalışmada öğretmen adaylarının yapay zekâ destekli materyal tasarımına yönelik tutum ve yetkinlik düzeyleri ile görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eğitim fakültesinde 2. Sınıfta öğrenim gören ve öğretim teknolojileri dersini alan 325 öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Eş zamanlı karma yöntem ile yürütülen bu çalışmada nicel veriler için tarama modeline uygun "Yapay Zekâ Destekli Görsel Materyal

Tasarımına Yönelik Tutum" ve "Yetkinlik" anketleri; nitel veriler için ise yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bazı öğretmen adayları pratiklik, zaman tasarrufu, materyal çeşitliliği ve kalite artışı sağladığını belirtmiştir. Bazıları da etik sorunlar, mesleki körelme ve yaratıcılığın yerini alamama gibi negatif ifadeler kullanmışlardır. Bu bulgulara göre öğretmen adayların yapay zekâya yönelik pozitif tutumlara sahip olmasına rağmen yetkinlikleri düşük olduğu, görsel tasarım, yapay zekâ eğitimi alan, materyal üretme deneyimi öğretmen adaylarının tutum ve yetkinliklerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretim Teknolojileri dersinin içeriğinin uygulama odaklı olacak şekilde yeniden yapılandırılması, verilen eğitimlerin etkileşim, uygulama ve proje tabanlı çalışmalar odağa alınarak yapılandırılması gerekmektiği, öğretmen adaylarının çekincelerine karşı eğitim içeriklerine etik ve mesleki bilinç kazandırmaya yönelik içerikler eklenmelidir.

Meço ve Coştu (2022) yaptığı çalışmada Türkiye'de 2017- 2021 yıllarında "eğitimde yapay zekâ" anahtar kelimesi ile birlikte "Google Akademik" ve Yükseköğretim Kurumları (YÖK) ulusal tez merkezi veri tabanından taranan toplam 21 adet makale ve tezlerin doküman analizi yoluyla sistematik incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda şu bulgulara erişilmiştir. Eğitimde yapay zekâ çalışmalarının 2021 yılına doğru artış gösterdiği, 2017-2021 yılları arasında yapay zeka konulu incelenen makale ve tezlerin nitel ve karma deseni yürütüldüğü görülmektedir. İncelenen çalışmalarda araştırmacılar çoğunlukla yapay zekânın avantajlı yanlarından öğrenmeyi kolaylaştırdığı, öğretmenlerin materyal hazırlarken zamandan tasarruf sağlayabildiği, öğrencilerin iş birlikçi öğrenme yollarını kullanabildikleri kolaylaştırıcı araçlar olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak eğitimde yapay zekâ çalışmaları makale bağlamında son yıllarda artarken tez çalışmalarında düşmüştür. Çalışmaların araştırma yöntemi nitel ve karma desen ağırlıklıdır. Örneklem grubu olarak anasınıfı öğrencileri ile ağırlıklı olarak çalışılmış, ortaokul öğrencilerinin örneklem olduğu çalışmalara ulaşılamamıştır. Eğitimde yapay zekâ doğrudan ve dolaylı olarak kullanılmakla birlikte avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Çalışma sonunda ise ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri için yapay zekâ çalışmalarının yapılması, fen bilgisi, fizik, kimya eğitimi uzmanlarının alan yazındaki boşluğu doldurmak adına yapay zekâ çalışmalarında bulunmaları ve nicel çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir.

Skalka vd. (2025) 2022-2024 yılları arasında Orta Avrupa ülkelerinde çeşitli programlara kayıtlı olan 1195 üniversite öğrencisiyle yaptığı çalışmada. Öğrencilerin yükseköğretimde yapay zekâ okuryazarlığının boyutu ve öğrencilerin yapay zekâya yönelik tutumları, hazırbulunuşluk seviyeleri ve algılanan ilgilerinin hangi faktörlerden etkilendiği incelenmiştir. Çalışma grubunda 827 bilişim teknolojileriyle ilgili öğrenci, 36 STEM ve Bilişim teknolojileri öğretmeni, diğer disiplinlerden 185 öğretmen, 52 yönetim ve pazarlama öğrencisi ve diğer alanlardan 67 öğrenci yer almaktadır. Katılımcıların 402'si kadın, 723'ü erkektir. Uygulama aşamasında yapay zekâya yönelik, yapay zekâ öğrenme memnuniyeti, yapay zekâ ilgisi ve yapay zekâ hazırbulunuşluğu alt boyutlarını ölçen 5'li likert tipi ölçek uygulanmış ve demografik veriler toplanmıştır.

Çalışma bulgularında Orta Avrupa ülkelerinde yer alan çeşitli programlarda öğrenimine devam eden öğrencilerin yapay zekâ öğrenmeye yönelik memnuniyetlerinin öğrenimin ilerleyen yıllarında düştüğü bulgusuna ulaşılmıştır. Yapay zekâ öğreniminin erkeklerde, kadınlara göre daha fazla memnuniyet uyandırdığı bulunmuştur. Ayrıca üniversite öğrencilerinin öğrenim gördükleri programları yapay zekâ öğrenimindeki memnuniyeti önemli ölçüde etkilemektedir. 2022- 2024 yılları arasında yapay zekâ'ya ilişkin memnuniyet düzeyi önemli ölçüde yükselmiş bu oran 2023 yılında en yüksek düzeye ulaşmıştır. 2024 yılında ise 2022 yılına benzer seviyelere düştüğü memnuniyetin kısmen azaldığı görülmüştür. Erkeklerin kadınlara kıyasla daha fazla hazırbulunuşluk sergilediği bulunmuş. Bilişim teknolojileri öğrencileri de diğer alanlara göre daha fazla hazır bulunuşluğa sahiptir bulgularına erişilmiştir. Son olarak erkeklerin kadınlara göre daha yüksek seviyede yapay zekâ ilgisi gösterme eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yapay zekâda fırsat eşitliğini sağlamak için kişiselleştirilmiş yapay zekâ sistemlerinin desteklenmesi gerektiği, özellikle kadınların ilgi, tutum ve memnuniyetlerinin gelişimini desteklemek için eşit fırsatlar sağlayacak programlar geliştirilmesi gerektiği, gelecekteki eğitim stratejilerinin yapay zekâ öğrenmeye yönelik memnuniyeti, ilgiyi ve hazırbulunuşluğu geliştirici yönde hazırlanması gerektiği önerilmektedir.

Uğur vd. (2025) çalışmada üretken yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanılmasıyla ilgili olarak eğitim fakültesinde öğretim elemanlarının görüşlerini ve farkındalıklarını

belirleyerek öğretmen yetiştirmede kullanımına yönelik öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Nitel bir yaklaşım belirlenen bu çalışmada öğretim elemanlarının görüşlerinin derinlemesine incelenmesi için güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditleri içeren SWOT analizi yapılmış ve bulgulara ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre yapay zekânın kapsayıcı öğrenmeyi sağlaması ve kişiselleştirilebilir öğrenme süreçleri sunması güçlü yönler olarak söylenmiştir. Etik ve güvenlik sorunları, yapay zekâ ile eğitime olan hazırbulunuşluğumuzun düşük olması zayıf yönleri anlatmaktadır. Yapay zekanın eğitimde sunduğu fırsatlar ise büyük veri, kurumların ve kişilerin mesleki gelişimi olarak belirtilmiştir. Tehditler kısmında ise en çok etik sorunlar ve bilişsel engelleme olarak öne çıkmıştır. Yapay zekâ teknolojik pedagojik açıdan avantaj sunsa bile uygulama süreçlerinde yüksek dikkat isteyen ve bazı sınırlılık ve tehditlerin var olduğu bir teknolojidir sonucuna ulaşılmıştır. Diğer çalışmalara ilham olması açısından kullanıcılara yönelik etik ve güvenlik kılavuzlarının geliştirilmesi, erişim ve alt yapı sorunlarının giderilmesi için destek sunulması, eğitim fakülteleri ve öğretmenler için yapay zekânın pedagojik yaklaşıma uygun kullanılması adına hizmet içi eğitimler düzenlenmesi, kullanılacak yapay zekâ araçlarına Türkçe dil desteği ve kültürel uyarlama çalışmalarının yapılması önerilmiştir.

Çam vd.. (2021) çalışmada öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri ile ilgili düşüncelerini ve farkındalıklarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Araştırmada nitel araştırmalardan iç içe geçmiş durum deseni kullanılmış, veri toplama aracı olarak ise araştırmacılar tarafından hazırlanmış 9 açık uçlu sorudan oluşan "Yapay Zekâ Farkındalık Formu" kullanılmıştır. Formdan elde edilen veriler içerik analizi ile incelenmiştir. Çalışmanın örneklemini bir devlet üniversitesinde 3. sınıfta öğrenim gören 34 fen bilgisi ile 34 bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi olmak üzere 64 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojilerine karşı farkındalıklarının olduğu görülmüştür. Bir çok öğretmen adayı yapay zekâyı insan zekâsını taklit eden bir teknoloji olarak tanımlarken Bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenleri öğrenen makineler olduklarını da vurgulamıştır. Öğretmen adayları özellikle tıp ve eğitim alanında yapay zekânın potansiyellerinin kullanılacağını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu faydalarının zararlarından daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Sonuç olarak yapay zekâ teknolojilerinin ders anlatımı, sınıf içi öğretim uygulamalarının gerçekleştirilmesi, öğrencilerin bireysel olarak değerlendirme

çalışmalarında kullanılabileceği vurgulanmıştır. Bunun yanında yapay zekânın gelecekte hayatı kolaylaştıracağı, iş gücü ve zamandan tasarruf sağlayacağı ve yeni teknolojilerin önünün açılacağı sonucuna varılmıştır. İnsanlığa zarar verebileceği, insanlığı tembelleştireceği, iş gücünü azaltabileceğine yönelik görüşlerde yer almaktadır. Tüm bu ifadelerle birlikte çalışmada öğretmen adaylarının yapay zekâ okuryazarlıklarının geliştirilebileceği çalışmaların yapılabileceği, eğitim fakültelerinde öğretim üyelerinin derslerini yapay zekâ araçlarıyla destekleyebilecekleri teşvik çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Yeniçeri ve Kenan (2025) çalışmada öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik tutum ve kaygı düzeylerinin belirlenmesi ve bu düzeyleri etkileyen çeşitli faktörleri belirlemek amaçlanmıştır. Tarama çalışmalarından kesitsel tarama yöntemi kullanılmış ve çalışmaya 339 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada ”Yapay zekâya yönelik genel tutum ölçeği” ve “yapay zekâ kaygı ölçeği” kullanılmıştır. Ölçeklerden elde edilen bulgulara göre yapay zekâ deneyimi olan öğretmen adayları, yapay zekâyı daha çok kendi yerlerine iş yapabilecek bir rol yüklemektedirler. bazı adaylar ise yapay zekâyı yardımcı olarak görüp yanıtlarını kontrol etme ihtiyacı duymaktadır. Erkek öğretmen adaylarının kadınlara göre yapay zekâya daha olumlu baktıkları, kadın öğretmen adayların ise kaygı düzeyinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Öğretmenlik alanı ve sınıf düzeyinin öğretmenlerin tutum ve kaygı düzeyleri üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Elde edilen bulgular sonucunda eğitim fakültesi müfredatlarına yapay zekâ derslerinin eklenmesi, cinsiyet eşitliğinin teşvik edilmesi, öğretmen adaylarına yapay zekâ teknolojilerinde profesyonel gelişim fırsatlarının verilmesi, öğretmen adaylarına etik farkındalığı artırmak adına veri gizliliği, algoritmik ön yargılar ve etik izinler konularında eğitimler verilmesi, gelecekteki çalışmaların farklı boyutları ölçer nitelikte şekillenmesi önerilmektedir.

2.7.4 Sanal Gerçeklik İle İlgili Çalışmalar

Avcı ve Taşdemir (2019) yaptığı çalışmada Fen bilgisi dersinde kullanılmak üzere periyodik tablo ve içerisinde buluna elementler ve bileşikler konusunu sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin yardımıyla öğrencilere öğretmeyi amaçlamaktadır. Maalesef her eğitim kurumunun laboratuvar kuracak altyapı ve malzeme ve imkânı bulunmamaktadır. Bu süreçte ortaya çıkan fırsat eşitsizliğini gidermek için 3B oyun motoru olan 3D Unity ve

Vuforio eklentisi kullanılarak çalışma için içerik hazırlanıştır. Öğrencilerin ilgisini uyandıracak görsel efektlerle desteklenen artırılmış sanal gerçeklik çalışması başarıyla uygulanmış ve öğrencilerin bu ortamda bileşikler oluşturmaları sağlanmış doğru eşlemeler olduğunda efektler etkin hale gelmiş ve bileşik oluşumu bu şekilde simüle edilebilmiştir. Çalışmada artırılmış ve sanal gerçeklik birleşimi karma gerçekliğin bir ürünü olan bu uygulamanın periyodik tabloyu laboratuvarı olmayan okullarda deney yoluyla öğretebilmeyi sağladığı, artırılmış gerçeklik sayesinde, zararsız, patlama riski olmayan deney tasarımının gerçekleşebildiği, öğrencilerin bu çalışmayla birlikte periyodik tablo ve deney sürecini bir laboratuvardaymış gibi anlayabildiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu uygulamaların diğer derslerde de uygulanması gerektiği, daha donanımlı araçlar ile daha etkili sonuçlara ulaşılabileceği ve bu çalışmanın geliştirilip farklı boyutlarda da incelenebileceği önerilmektedir.

Dağdalan (2019) yaptığı tez çalışmasında 6. Sınıf "Denetleyici ve Düzenleyici Sistemler" ünitesi "Sinir Sistemi" konusunda yapılan sanal gerçeklik destekli Fen bilimleri uygulamalarının öğrencilerin bilişsel seviyelerine, üst bilişsel farkındalıklarına ve sanal gerçeklik yöntemine karşı olan tutumlarına etkisinin incelenmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda deney- deney- kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılarak araştırma yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini 6. sınıfta öğrenim gören toplam 108 (1.deney grubu 36, 2.deney grubu 36, kontrol grubu 36) öğrenci oluşturmaktadır. Öntest- sontest yöntemiyle yürütülen veri toplama sürecinde veriler "Bilişsel Düzey Belirleme Ölçeği", "Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği" ve "Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği" ile toplanmıştır. Bu çalışmada öğrenciler dörderli halde gruplandırılarak sınıf dışında geliştirilen ortamları deneyimlemişlerdir. Deney gruplarından birisi sanal gerçeklik, diğeri animasyon destekli öğretim uygulamalarını kullanırken kontrol grubuna fen bilgisi öğretim programına dayalı öğretim gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda sanal gerçeklik destekli öğretim sunulan deney grubunda bilişsel düzeylerden uygulama alt düzeyinde elde edilen puanların diğer iki gruba göre daha anlamlı bir fark doğurduğu görülmüştür. Diğer boyutlarda farkın olmadığı bulunmuştur. Sanal gerçeklik materyali uygulanan öğrencilerin akademik başarılarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır. Sanal gerçeklik uygulamalarında yer alan öğrencilerin sanal gerçekliğe karşı olumlu tutum gösterdikleri görülmüştür. Diğer disiplin ve konularda sanal gerçeklik çalışmalarının sayısının artırılabileceği, öğretmenlere ve eğitimcilere bu

alanda teknolojik eğitimler verilmesi gerektiği, nitel çalışmalarla desteklenebileceği konusunda öneriler sunulmuştur.

Sarıçam (2019) yüksek lisans tez çalışmasında 6. sınıf fen bilimleri dersinde, "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesinin sanal gerçeklik uygulamaları kullanılarak verilmesinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin ve öğrencilerin uygulama ile ilgili görüşlerinin incelenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda 6. Sınıfta öğrenim gören 14 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Sıralı açıklayıcı karma desende yürütülen çalışmada nitel boyut için görüşme formları ile içerik analizi, nicel boyutta ise tek örneklem ön test- son testli zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma 7 hafta toplamda 14 ders saati olacak şekilde 5E öğrenme modeli çerçevesinde hazırlanan ders planlarıyla yürütülmüş sanal gerçeklik uygulaması olarak "Google Expeditions" uygulaması VR gözlüklerle uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak başarı testi uygulanmıştır. Başarı testi bulguları incelendiğinde başarılarında istatistiksel olarak bir artışın olduğu görülmüştür. Bu kapsamda sanal gerçeklik (VR) çalışmalarının akademik başarıyı pozitif yönde etkilediği, hayal güçlerini geliştirdiği, ders sırasında öğrencileri aktif kılarak kalıcı öğrenmelerin oluşmasına yardımcı olduğu sonuçlarına erişilmiştir. Etkinliği sınıflarında kullanmak isteyen öğretmenlere ve eğitimcilere öğrencilerin deneyimleme süresini artırabilecekleri, farklı araç ya da uygulamaları kullanarak çalışmaların kapsamının genişletilebileceği, bu tür öğretim materyallerinin sadece belirli bir üniteye değil birçok konuya uyarlanabileceği önerilmiştir.

Saka (2019) yüksek lisans tez çalışmasında 2000-2016 yılları arasında 124 makale üzerinde meta analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada sanal gerçeklik teknolojisi kullanılarak tasarlanan eğitsel oyunların mevcut durumunu tüm eğitim düzeylerinde 200-2016 yılları arasında yayınlanan makalelerin bulgularından yararlanarak değerlendirmek amaçlanmıştır. Temelde eğitsel sanal gerçeklik oyunlarının tasarım boyutu nasıldır, kullanılabilirliğini arttıran unsurlar nelerdir sorularına cevap aranmıştır. Çalışmanın bulgularında oyun ortamlarının ticari ve popüler olan oyun ortamlarına benzer olarak hazırlandığı, oyunun hikayesinin oluşturulması kısmında efsaneler, kitaplar, romanlar, eski dönem yaşanmış tarihi hikayeler ve karakterleri esin kaynağı olmuştur. Karakterleri temsilen avatarların kullanıldığı görülmüştür. Teknolojik alt yapı olarak Second Life, Active Worlds ve OpenSim olduğu görülmüştür. Teorik çerçeve kısmında ise özellikle durumlu öğrenme,

işbirlikli öğrenme ve deneyimsel öğrenme gibi öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmaların genellikle bir proje kapsamında hibe alınarak geliştirildiği, incelenen oyunların matematik, fizik, kimya gibi derslerin yanında çevre koruma, kültürel miras ve girişimcilik gibi alanlara yönelik geliştirildiği, incelenen çalışmalarda yalnızca oyun ve yalnızca prototip tasarımının yapıldığı, hem oyun hem de prototip tasarımının yapıldığı ve sadece teorik temelleri araştıran çalışmalar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Balcı Çömez (2025) doktora tez çalışmasında beyin temelli öğrenme yaklaşımının ve sanal laboratuvar uygulamalarının ışık konusunun öğretilmesinde yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, motivasyonlarına, 21. yüzyıl becerilerine, öğrenme ortamlarına ve öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine etkisinin incelenmesini amaçlamaktadır. Araştırmada nicel ve nitel verilerin bir arada toplandığı gömülü karma desen kullanılmıştır. Araştırmada nicel veriler "Başarı Testi", "Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği", " Fen Öğretiminde 21. yüzyıl Becerileri Ölçeği" ile elde edilirken, araştırmanın nitel boyutunda yarı yapılandırılmış görüşmeler içerik analizine tabi tutulmuştur. Çalışmanı içeriği ve uygulama kısmında Jensen'in yedi aşamalı beyin temelli öğrenme planlaması esas alınarak çalışma yaprakları ve ders planları oluşturulmuştur. Çalışmada 2 farklı öğretim yöntemi ve 2 farklı laboratuvar türünün etkileşimini incelemek adına 2x2 faktöriyel desen uygulandığı için 2 deney, 2 kontrol olmak üzere 4 grup yer almaktadır. Deney grupları Sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı grup, Gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı grup kontrol grupları ise Sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mevcut öğretim programının uygulandığı grup, Gerçek laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş mevcut öğretim programının uygulandığı grup olarak belirlenmiştir. Çalışma bulgularında beyin temelli öğrenmenin akademik başarı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon, ve 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Sanal laboratuvar uygulamalarının ise akademik başarı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı ancak 21. yüzyıl becerileri ölçeğinin bilgi işlem teknolojilerini kullanarak anlamlı öğrenme alt boyutunda ve fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinin araştırma, performans ve iletişime yönelik motivasyonları alt boyutlarına olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir.

2.7.5 Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi İle İlgili Çalışmalar

Canbazoğlu Bilici ve Baran, (2015) yaptığı çalışmada Türkiye genelinde öğretmenlerinlerin TPAB kuramsal çerçevesi doğrultusunda yapılandırılan TPAB kazandırma amaçlı eğitim uygulamaları programının fen bilimleri öğretmenlerinin TPAB'a yönelik öz-yeterlik düzeyleri üzerindeki etkisini boylamsal olarak incelemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda Türkiye'nin 18 ilinden 12 kadın 12 erkek olmak üzere toplam 24 öğretmen ile çalışma yürütülmüştür. Nicel araştırmalardan tek gruplu zayıf deneysel desen araştırması tercih edilmiş ve veriler toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inanç ölçeği-TPAB-ÖYÖ ön test- son test olarak öğretmenlere uygulanmıştır. Çalışmada fen bilimleri öğretmenleri ile birlikte alana özgü simülasyon ve animasyonlar tanıtılmış ve eğitim amaçlı kullanılmıştır. Alana özgü olmayan web 2.0 araçlarının fen eğitimi sürecinde kullanımına uygun çalışmalar yapılmıştır. Etkinliklerde eğitmenler kuramsal bilgi verildikten sonra öğretmenlerin bireysel ya da grup çalışmaları ile uygulamalar yapması sağlanmıştır. Ayrıca her gün yapılan çalışmaların sonunda gruplara teknoloji ile zenginleştirilmiş ders planları ve materyal geliştirmeleri için süreler verilmiştir. Tüm çalışmalar bittikten sonra 6 hafta ve 1 yıl olmak üzere izleme testleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda teknolojik alan bilgisi, teknolojik pedagojik bilgi, bağlam bilgisi ve TPAB'e yönelik öz-yeterlilik puanlarında son test lehine artışlar gözlemlenmiştir. Projeden sonra 6hafta ve 1 yıl sonra olmak üzere izleme çalışmalarında öğretmenlerin TPAB öz-yeterliliklerinde kalıcı bir gelişim olduğu görülmüştür. Öğretmenler ile gerçekleştirilen bu çalışmaların öğretmenlerin öz-yeterlilik inancı geliştirmekte oldukça etkili olduğu sonuçlarına varılmıştır. Gelecek çalışmalar için ise öğretmenlerin TPAB'e yönelik öz yeterlilik inançları cinsiyet, mesleki deneyim, gibi açılardan incelenebileceği, eğitim programları hazırlanırken öğretmenlerin alanlarının dikkate alınabileceği, alana özgü ve alan dışı etkinliklerde öğretmenlerin daha fazla aktif katılımının teşvik edilmesi gerektiği, öğretmenlerin teknolojiyi entegre etme süreçleri boylamsal olarak incelenmeye devam edilebileceği, farklı branşlardaki öğretmenler içinde bu çalışmaların yaygınlaştırılabileceği önerilerinde bulunulmuştur.

Hava ve Babayiğit (2025) çalışmasında dijital yeterliliğin öğretmenlerin Yapay Zeka-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (AI-TPACK) yetkinlikleri üzerindeki yordayıcı

etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ilişkisel tarama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini Türkiye'nin çeşitli illerinden gelen 401 öğretmen oluşturmaktadır. Veriler yapısal eşitlik modeli ile analiz edilmiştir. Veriler bir Yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgisi AI-TPACK ölçeği, bir kişisel bilgi formu ve bir dijital yeterlilik ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen bulgularda öğretmenlerin AI-TPACK yeterliliklerinin ortalamanın altında, dijital yeterlilik düzeylerinin ise ortalamanın üstünde olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin AI-TPACK yeterlilikleri ile dijital yeterlilik düzeyleri arasında pozitif anlamlı bir ilişki olduğu, Dijital yeterliliğin AI-TPACK yetkinliklerini bir yordayıcısı olduğu bulgularına erişilmiştir. Teknolojiye kolaylıkla erişimi olan ve teknolojiyle büyüyüen bireylerin yapay zekaya karşı daha olumlu tutumlara sahip olduğu ve bu durumun AI-TPACK yetkinliklerinde gelişimi artırdığı görülmüştür. Çalışma sonunda eğitimciler, öğretmenler ve eğitim yöneticilerinin yapay zeka konusunda kapsamlı hizmet içi eğitimler alması gerektiği, Öğretmenlerin yapay zekânın pedagojik faydalarını anlayabilmeleri için yapay zekayla daha fazla etkileşime girmesi gerektiği, derinlemesine araştırmalar için gelecekte nitel çalışmaların desteklenebileceği, Türkiye'nin tüm bölgelerinden tabakalı örnekleme ile bu çalışmaların derinleştirilebileceği önerilerinde bulunulmuştur.

Göksün (2025) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri tabanlı teknolojik pedagojik içerik bilgisi (YZ-TPAB) durumlarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma nicel araştırmalardan tarama modeli ve ilişkisel tarama modelleriyle yürütülmüştür. Çalışmanın örneklemini Türkiye'de bulunan iki devlet üniversitesinde öğrenim gören farklı sınıf seviyelerinde ve farklı branş seviyelerindeki 276 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak alt boyutları (TB, TPB, TAB, TPAB, Etik) oluşan "Yapay Zekâ Tabanlı TPAB Ölçeği" kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularında YZ-TPAB düzeylerinin tüm alt boyutlarda orta düzeyde olduğu görülmüştür. En yüksek ortalamanın teknolojik alan bilgisinde görülürken en düşük ortalamalar etik değerlendirme ve teknoloji bilgisi alt boyutlarında olmuştur. YZ-TPAB düzeylerinin cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyinde değişmediği görülmüştür. YZ-TPAB alt boyutlarının birbirini değiştirebileceği ve etkileyebileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. Eğitsel amaçlı yapay zeka eğitimi alan öğretmen adaylarının bu bilgileri sınıf ve branş farkı gözetmeksizin eğitim amaçlı etkili kullanabildiği sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarını YZ-TPAB'lerini yükseltecek farklı eğitimlerde almaları gerektiği, Ulusal bağlamda çalışmaların

genişletilmesi gerektiği, öğretmenlerle mesleki gelişim çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiği ve K-12 öğrencileri ile ihtiyaç analizi yapılarak çalışmalar yürütülmesi gerektiği önerilmiştir.

Dönmez vd. (2025) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının "21. yüzyıl becerileri" ile "TPAB" yeterliklerini cinsiyet, fakülte türü, yaş grupları açısından incelenmesini amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemi eğitim fakültesi öğrencileri, fen-edebiyat fakültesi formasyon öğrencileri ve İslami ilimler fakültesi din kültürü ve ahlak bilgisi öğrencileri olmak üzere toplam 715 öğretmen adayından oluşmaktadır. Nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama yöntemi kullanılmıştır. Veriler Kişisel Bilgi Formu, 21. yüzyıl Becerileri Ölçeği (25 madde ve 4 faktör) ve 21. yüzyıl Becerileri Kapsamında Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Ölçeği (38 madde) ile toplanmıştır. Araştırmada 21. yüzyıl becerileri ile TPAB arasında yükse seviyede bir korelasyon olduğu görülmüştür. Farklı fakültelerde yer alan öğretmen adaylarının eğitim fakültesi öğretmen adaylarından daha fazla puanlara sahip olduğu görülmüştür. Yaş faktörünün artmasıyla 21. yüzyıl becerileri be TPAB alt boyutlarında bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Deneyim ve mesleki olgunluğun artmasıyla birlikte, hem de bireylerin yeniçağın gerektirdiği becerileri teknoloji, pedagoji ve alan bilgisi ekseninde birleştirebildikleri görülmüştür. TPAB'yi bütüncül bir şekilde geliştirmeyi hedefleyen stratejiler geliştirilebilir, eğitim fakültesinde yer alan öğretmen adaylarının diğer fakültede yer alan öğrencilerden daha az puan almalarının sebeplerinin araştırılması, ve eğitim fakültesi programlarının revize edilmesi gerektiği mentörlük veya uygulama fırsatlarının öğrencileri destekleyeceği ve beceri gelişimine katkı sunacağı önerilerinde bulunulmuştur.

Dereli ve Taşkın Ekici (2025) yaptığı çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin (TPAB) dijital öyküleme deneyimleri ile olan ilişkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini 31'i kız, 4'ü erkek olmak üzere 35 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma öntest - sontest uygulamalı zayıf deneysel desen ile yürütülmüştür. Öğretmen adayları fen konularında kullanılmak üzere dijital öyküleme türlerinden bilgilendirici ve öğretici öyküleri fen konularına bütünleştirerek dijital öyküler hazırlamışlardır. Veriler TPAB ölçeği ile toplanmış, dijital öyküler ise dijital öykü değerlendirme rubriği ile değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre dijital

öyküleme hazırlama deneyimi ile TPAB arasında istatiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının dijital öykü değerlendirmelerinden aldıkları puanların mükemmel ve iyi düzeyde olduğunu göstermektedir. Dijital öykü puanı ile teknolojik pedagojik bilgi (TPB) ile TPAB arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının TPAB'leri dijital öyküleme ile gelişebileceği, dijital öyküleme konusunda iyi seviyede oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB konusundaki gelişimleri için dijital öyküleme uygulamalarının kullanılması, ara yüz kullanımını daha kolay hale getirmek için rehberlik ve yönlendirme çalışmalarının yapılması, Farklı ara yüze sahip uygulamalarla desteklenebileceği önerilmektedir.

Honra (2022) yaptığı çalışmada uzaktan eğitim ve öğretim modelinde öğretmenlerin teknolojik, pedagojik ve içerik bilgilerini (TPACK) incelemeyi amaçlamıştır. Bu araştırmanın örneklemi Z kuşağı (20 kişi), Milenyum kuşağı (20 kişi) ve X kuşağı (20 kişi) olmak üzere üç yaş grubundaki 60 lise öğretmeninden oluşmaktadır. Araştırma nicel tarama yöntemiyle yürütülmüştür. Schmidt vd. (2010) TPACK anketinin uyarlanmış bir versiyonu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda erkek öğretmenlerin TPACK becerilerinin kadın öğretmenlere göre daha fazla olduğu, Z kuşağı ve Milenyum kuşağı öğretmenlerinin, X kuşağına göre daha TPACK becerilerini daha yüksek algılamaktadırlar. Hizmet içi eğitim programlarının TPACK becerilerini geliştirmede çok etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teknolojik alt yapının geliştirilmesi, hizmet içi eğitimlerin kapsamının geliştirilmesi ve öğretmenler arasında bir öğrenme topluluğu oluşturulması gerektiğine dair öneriler sunulmuştur.

Ormancı, Kaçar, Özcan ve Balım (2020) yaptığı çalışmada fen öğretimine yönelik öz yeterliklerine ve teknolojik pedagojik alan bilgileri (TPAB) öz güvenlerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Zayıf deneysel desen ile yürütülen bu çalışmanın örneklemini 3. ve 4. sınıfa devam eden 30 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Farklı öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı bu süreçte araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, argümantasyona dayalı öğrenme, STEM eğitimi ile fen dersinde teknoloji kullanma gibi konuları kapsayacak şekilde öğretim programı oluşturulmuştur.

Fen Öğretimine Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği" ve " TPAB Öz Güven Ölçeği" ön-test ve son-test olarak veri toplanmıştır. Uygulanan eğitimler öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz yeterliliklerini değiştirmezken, teknolojik pedagojik alan bilgilerinde anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmüştür. Çalışma sonunda Benzer eğitimlerin haftalara yayılarak verilmesinin daha verimliği olacağı, benzer eğitimlerin verilmesinin öğretmenler ve öğretmen adayları için verimli olacağı, nitel verilerin toplandığı çalışmaların sayısının artırılması önerilmiştir.

Kıray vd, (2018) yaptığı çalışmada Türkiye'deki fen öğretmenlerinin TPAB alt boyutları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmayı amaçlamıştır. Bu kapsamda 296'sı erkek, 267'si kadın olmak üzere 81 ilde görev yapmakta olan 563 fen öğretmeni ile çalışma örneklemi oluşturulmuştur. Çalışma ilişkisel tarama modeline göre yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak Kıray (2016a) tarafından öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlik algılarını ölçmek için geliştirdiği ölçek kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularında TAB, TPB ve PAB alt boyutlarının TPAB üzerinde doğrudan ve pozitif etkileri görülmektedir. PAB'nin TPAB'de en çok etkileyen alt boyut olduğu görülmüştür. Schulman tarafından ortaya atılan PAB kavramı TPAB öz yeterliliğini etkileyen en önemli boyuttur, araştırma sonuçları AB yüksek öğretmenlere verilecek pedagoji eğitimi ile PAB gelişimi gerçekleştirilebilir, PAB bilgisi yeterli olan öğretmenlere teknoloji eğitimi verilerek TPAB geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda TPAB düzeylerindeki değişimin gözlemlenmesi için derinlemesine araştırmalar ve nitel destekli yöntemler tercih edilebileceği, farklı branş ve kültürlerde öğretmenler ile yapılacak çalışmaların sayısının artırılabileceği önerilmiştir.

Guzey ve Roehring (2009) yaptığı çalışmada teknolojiyle güçlendirilmiş öğrenme ortamlarının Fen bilgisi öğretmenlerinin Teknolojik, pedagojik alan bilgilerinin değişimine etkisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışma teknoloji entegrasyonu odaklı bir mesleki gelişim programına kayıtlı 11 ortaöğretim fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin bir yıl süren program boyunca gelişimlerini incelemek için betimsel çoklu durum çalışması kullanılmıştır. Verilerin analizinde ise sürekli karşılaştırmalı analiz kullanılmıştır. TEC (Teknoloji ile Güçlendirilmiş Topluluklar) adlı mesleki gelişim programı, fen bilgisi öğretmenlerinin TPACK gelişimini nasıl desteklemektedir? Problemi

çerçevesinde elektronik ortamdan gönderilen anketler, gözlemler, görüşmeler ve öğretmen belgelerinin incelenmesi yoluyla veriler toplanmıştır. Çalışmada Öğretmenlerin programda öğrendiklerini sınıflarına uygulama becerileri bağlamsal faktörler, öğrencilerin pedagojik muhakeme yeteneklerinden oldukça etkilendiği, teknolojik bilginin tek başına yeterli olmadığı, öğretmenin öğrencinin ihtiyaçlarına yönelik strateji geliştirme becerisinin TPACK gelişiminde kritik noktada olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Çalışma sonunda öğrenme topluluklarının kurulmasının önemli olduğu, sürekli destek ve yansıtıcı uygulamalara ihtiyaç duyulduğu, daha uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç olduğu önerilmiştir.

Sungur Gül (2023) çalışmasında teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisinin incelenmesini amaçlamıştır. Çalışma karma desen araştırmasıyla yürütülmüştür nicel boyutu ön test ve son test uygulamalı zayıf deneysel desen, nitel boyutunu ise fenomenolojik yöntemle yürütülmüştür. Çalışmaya gönüllük esasına dayalı 2 erkek, 17 kadın olmak üzere toplam 19 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarına özel öğretim yöntemleri II dersinde 14 hafta boyunca teknoloji odaklı fen öğretimi dersleri verilmiştir. QR kod kullanımı, 3B modelleme, kodlama, artırılmış gerçeklik, 5E öğretim modeline göre ders planı hazırlama çalışmaları yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak teknopedagojik eğitim yeterlikleri (TPACK-deep) ölçeği, teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda teknoloji odaklı eğitim uygulamalarının İstatistiksel anlamda anlamlı bir fark oluşturmamasına rağmen öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerine olumlu etki yaptığı ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlilik algılarını olumlu yönde etkilediği nitel görüşmelerin analizi ile görülmüştür. Kontrol gruplu deneysel çalışmaların sayısının artırılması, alan eğitimi derslerinin güncel teknolojilerle donatılması gerektiği, öğrencilere teknoloji ile desteklenmiş eğitimlerin etkililiğinin sosyodemografik özelliklere göre incelenmesi gerektiği önerilmiştir.

Kırındı ve Durmuş (2019) çalışmasında Fen bilimleri öğretmenlerinin TPAB hakkındaki düşüncelerini incelemeyi amaçlamıştır. Karma desen araştırması yöntemiyle yürütülen bu çalışmanın nicel boyutunda tarama modeli kullanılırken nitel boyutunda ise durum çalışması tercih edilmiştir. Araştırmanın örneklemini 44'ü kadın, 31'i erkek olmak

üzere 75 fen bilgisi öğretmeni oluşturmaktadır. Verilerin toplanmasında Canbazoğlu Bilici (2012) tarafından geliştirilen TPAB Öz-Yeterlilik İnanç Ölçeği ve yarı yapılandırılmış TPAB görüşme formu uygulanmıştır. Süreçte teknoloji destekli uygulamalar yapılmıştır. Bu kapsamda öğretmenlerin öz yeterlilik inançlarının geliştiği, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun TPAB, teknoloji ve pedagojinin birleştiği alandan haberdar olmadığı ortaya çıkmıştır. Birçok öğretmenin alt yapı eksikliği, materyal yetersizliği, internet erişimi gibi sebeplerle günümüz teknolojilerine uyum sağlamada ve sınıfa taşımada zorlandıkları ve erkeklerin TPAB, kadınların TPAB'den daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonunda sadece teknolojik açıdan değil pedagojik açıdan da öğretmenler kendilerini geliştirmelidir, hizmet içi eğitimlere önem verilmeli ve bu çalışmalar yaygınlaştırılmalıdır. Öğretmenlerimize TPAB'nin ne olduğu ve meslekteki yerinin ne olduğunun anlatılması gerektiği önerilmiştir.

2.8 Literatür Taramasının Sonucu

Eğitimde web 3.0 teknolojileriyle yapılan çalışmaların sonuçları ışığında: Web 3.0 ile gerçekleştirilen çalışmalarda öğretmen adayları, öğretmenler ve öğrenciler ile çalışmaların yürütüldüğü görülmüştür. Bu çalışmalarda özellikle öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmaların nitel çalışmalarda yoğunlaştığı ya da meta-sentez çalışmaları yapıldığı görülmüştür. Bu konuda yapılan nicel çalışmaların az olması araştırmaların genelinde öneri olarak sunulmuş, nicel ve nitel araştırma yöntemlerini birleştiren karma araştırmaların gerekliliğinden bahsedilmiştir. Web 3.0 ile ilgili meta-sentez çalışmalarında görüldüğü üzere 2008-2013 yılları arasında eğitimde web 3.0 teknolojilerinin eğiliminde artış olduğu gözlenmiş bu çalışmalarda artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik çalışmalarının öne çıktığı görülmüştür. 2010-2020 yılları arasında yapılan çalışmalarda web 3.0 teknolojilerinin olduğu çalışmaların nitel çalışmalarla sınırlı kaldığına vurgu yapılmıştır. Web 3.0, anlamsal web, metaverse, avatar gibi anahtar kelimelerin öğretmenler ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda ya hiç duyulmadığı ya da duyulsa bile anlamlarının bilinmediği ile ilgili sonuçlara ulaşılmıştır. Öğretmen, öğretmen adayları, öğretim yöneticileri, öğretim elemanlarının bu web teknolojileriyle ilgili alacakları eğitimlerin sayısının artırılması ve programların web teknolojilerini destekler yönde revize edilmesi gerektiği görüşleri hâkimdir.

Literatürde bulunan metaverse ile ilgili çalışmalarda öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalar yoğunluktadır. Bununla beraber öğretmen ve öğretmen adaylarının metaverse ile ilgili kavramsal bilgileri web 3.0 teknolojilerinde olduğu çoğunlukla duymadıkları yönündedir. Yapılan çalışmaların nitel çalışmalar ve meta-sentez çalışmalarıyla sınırlı olduğu görülmektedir. Nicel çalışmaların yapılması gerektiği, öğretmen ve öğretmen adaylarının bu kavramları eğitim ortamlarına taşıyabilecek teknolojilerle buluşturulması gerektiği, bunun içinde iyi bir teknolojik alt yapıya ihtiyaç duyulduğu, öğretim programlarının üniversite, ilkokul ve ortaokul seviyesinde öğrenciler için revize edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bununla beraber yapılan çalışmalarda metaverse çalışmalarına karşı tutumun yüksek olduğu görülmüştür. Bireysel farklılıklara uygun ders materyali geliştirmede, işbirlikli öğrenmede, soyut materyalleri somutlaştırmada fırsatlar sunduğu ilgili çalışmalar sonucunda görülmüştür.

Literatürde bulunan yapay zekâ ile ilgili çalışmalarda yapay zekânın potansiyelleri olduğu kadar negatif yönlerinin de olduğu vurgulanmıştır. Özellikle bireyselleştirilmiş, öğrencilerin kişisel farklılıklarını dikkate alan öğretim materyalleri geliştirebilmek konusunda, öğretmenlere materyal geliştirme ve süreç yönetimi kısmında sunduğu kolaylıklar konusunda etkili araçlar olduğu görülmüştür. Tüm bunların yanında etik kaygıların olduğu, sınırlı kullanımın gerektiği, yönlendirme ve rehberlik gereksinimlerinden de bahsedilmiştir. Yapılan çalışmaların çoğunlukla nitel çalışmalar olduğu görülmüştür. Deneysel araştırmaları destekleyen karma çalışmalara ihtiyaç duyulduğundan bahsedilmiştir. Yapay zekâ araçları yapısı gereği insan zekâsını taklit eden bir teknoloji sunduğu için etik kaygı doğurmaktadır. Özellikle kadınların yapay zekâ tutumlarının erkeklere göre daha az olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda yapay zekâ tutumlarının yükseldiği görülmüştür.2020-2021 yılları arasında Türkiye'de yapay zekâ alanında yapılan çalışmalarda en çok eğitim alanında çalışmaların yürütüldüğü görülmüştür. 2017- 2021 yılları arasında 2021 yılına doğru eğitimde yapay zekâ çalışmaları artış kazandığı görülmüştür. Orta Avrupa'da 2022-2024 yıllarında yapılan çalışmalarda ise yapay zekâ tutumlarının 2023 yılında en yüksek seviyeye gelecek kadar arttığı 2024 yılında 2022 yılı seviyesine gerilediği görülmüştür. Öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumları incelendiğinde bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının yapay zekâ tutum oranının diğer

branşlara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Genel olarak öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumlarının yüksek olduğu görülmüştür.

Literatürde bulunan sanal gerçeklikle ilgili çalışmalarda soyut nesneleri somutlaştırabildiği, laboratuvarı olmayan okullarda deney yoluyla sanal gerçeklik kullanılabileceği, sanal gerçekliğin öğrenciyi aktif kıldığı için akademik başarıyı artırdığı, fen öğrenmeye yönelik motivasyonu ve 21. yüzyıl becerilerini desteklediği görülmüştür. Öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan çalışmaların sayısının artırılması gerektiği, fen disiplinlerinde çalışmaların artırılabileceğinden bahsedilmiştir.

Literatürde bulunan TPAB ile ilgili çalışmalarda öğretmen eğitiminde uzun zamandan beri TPAB yaklaşımıyla ilgili çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların büyük çoğunluğunun nicel tarama yöntemi araştırması ya da nitel durum çalışması yönünde olduğu görülmüştür. Öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda TPAB ve alt boyutları incelenmiştir. Teknoloji bilgisinin, pedagoji ve alan bilgisinin üzerine inşa edilmesi gerektiği sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur. Bununla beraber hizmet içi eğitimlerin etkililiğini ölçen çalışmalarda öğretmen eğitimi, öğretmenlerin birbirleriyle iletişimde olacakları deneyim paylaşabilecekleri platformların olması gerektiği, öğretmen adaylarının yetiştirildiği programların güncel teknolojilere uygun olacak şekilde düzenlenmeye ihtiyaç duyduğundan bahsedilmiştir. Özellikle alt yapı, teknolojiye erişim ve bilgi yetersizliğinin öğretmen eğitiminde TPAB öz-yeterliliğini etkileyen faktörler arasında olduğu görülmüştür. Teknolojik bilginin ve pedagojik bilginin TPAB'ni yüksek oranda yordayan alt boyutlar olduğu bulgularda erişilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların çoğunluğunun nitel analiz veya meta-sentez çalışmaları olduğu görülmüş karma desen çalışmaların sayısının artırılması önerilmiştir. Öğretmen adaylarına, eğitim yöneticilerine, öğretmenlere ve öğretim görevlilerine verilecek eğitimlerin güncel TPAB öz yeterlilik inançlarını destekleyecek yönde, uygulamaya dönük, bilgi seviyelerini yükseltecek eğitimler şeklinde tasarlanmasının öneminden bahsedilmiştir.

Genel olarak web 3.0 teknolojilerinin ve alt bileşenleri olan sanal gerçeklik, metaverse ve yapay zekanın eğitimde kullanımı olumlu karşılanmakta ve bu tutum ve inançların yüksek olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin TPAB öz yeterlilik inançlarında güncel teknolojiler olan web 3.0 teknolojilerinin kullanımı, yaygınlaştırılmasının gerekliliğinden bahsedilebilir.

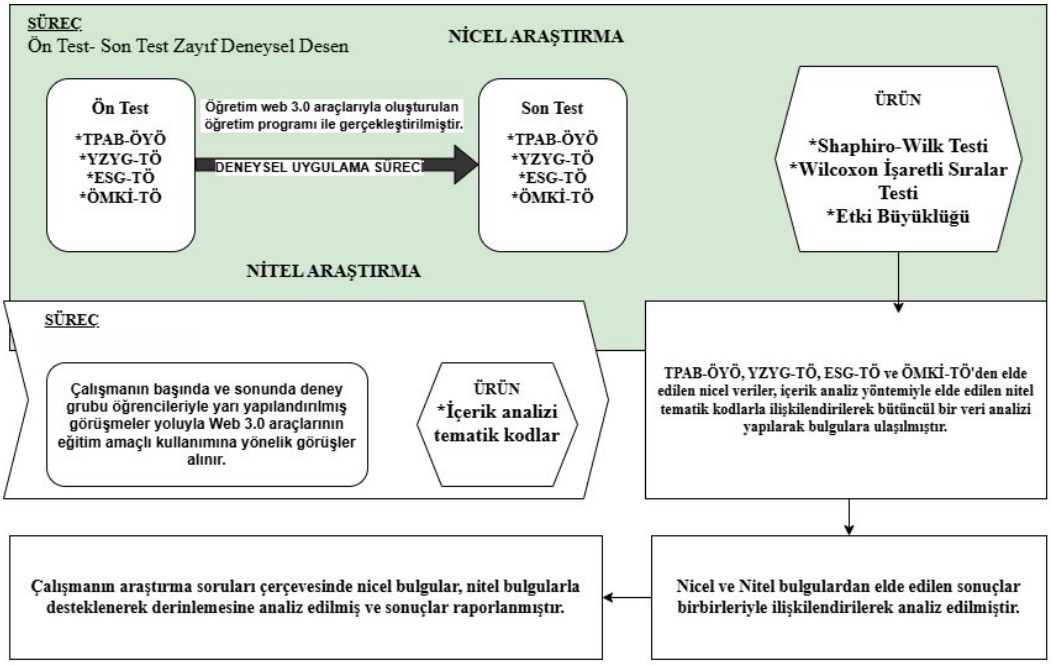
Bu alanda yapılacak nicel ve karma desen araştırmalarına fazlaca ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. İlgili literatürde web 3.0 teknolojilerinden yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse değişkenlerini TPAB çerçevesinde bir araya getiren karma desen çalışmasına rastlanmamıştır. Bundan dolayı web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun, öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının incelenmesi amaçlanan bu çalışmanın fen öğretimi ve öğretmen yetiştirme açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir

BÖLÜM III. YÖNTEM

3.1 Araştırma Modeli

Bu çalışmada Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine, yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarına etkisi incelenmiş ve web 3.0 teknolojileri hakkında görüşleri belirlenmiştir. Çalışma esnasında nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları hem nicel hem de nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanılmasına olanak sağlayan bir yaklaşım sunar. Bu yöntem tek bir yöntemin yetersiz kaldığı ya da daha derin incelemeye ihtiyaç duyulan durumlarda kullanılması önerilmektedir (Plano Clark ve Creswell, 2018). Temel olarak nitel ve nicel verilerin her ikisinin de toplanması ve analiz edilmesine dayanan bu yaklaşım ile nitel ve nicel veriler birleştirilebilir, araştırma soruları daha derin ele alınabilir ve daha doğru sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bu sebeple yürütülen tezde nitel ve nicel veriler toplanmış ve detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Karma yöntem araştırmaları yakınsayan paralel, açımlayıcı, keşfedici, dönüştürücü, gömülü (iç içe) ve çok aşamalı desen olarak altı farklı türden oluşmaktadır. Bu tezde gömülü karma desen çalışması kullanılmış olup nicel boyutunu zayıf deneysel, nitel boyutunu içerik analizi oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan gömülü karma desen ile nitel ve nicel veriler aynı zamanda toplanmıştır. Gömülü karma desenin tezde nasıl kullanıldığı Şekil 3.1'de açıklanmaktadır.



Şekil 3.1 Araştırma Modeli

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi bu çalışma nitel ve nicel verilerin eş zamanlı toplandığı gömülü karma desene uygun bir şekilde oluşturulmuş ve bu yönde yürütülmüştür. Uygulama öncesinde nitel ve nicel veriler toplanmıştır. Deney uygulaması olarak web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu sürecin tamamlanması ardından tekrar nicel ve nitel veriler toplanarak detaylı bir analiz yapılarak analiz sonuçları raporlanmıştır. Araştırma karma desen çalışması çerçevesinde şekillendiği için, nicel ve nitel yönteme ilişkin uygulama bilgileri iki ayrı başlık altında yer almaktadır.

3.1.1 Araştırmanın Nicel Boyutu

Araştırmanın nicel boyutu ön test- son test karşılaştırmalı tek gruplu zayıf deneysel desen ile yürütülmüştür. Çalışma grubu amaçlı örneklem ile seçilmiş olup Türkiye'de yer alan bir devlet üniversitesinde Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmanın nicel veri toplama kısmında öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerinin, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının değişimini ölçmek amacıyla yapılan "Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımı" çalışmalarından önce ve sonra ilgili ölçekler Uygulanmıştır. Araştırmanın nicel

boyutunda kullanılan tek gruplu zayıf deneysel desen, yeni ve güncel yaklaşımların kullanımında, yeni eğitim içeriklerinin geliştirilip deneysel süreçlerde kullanılmasında ve aynı zamanda tek gruplu zayıf deneysel yöntemin öğretim yöntemlerinin etkililiğini gözlemlemek için geliştirilmesi sebebiyle (Cresswell, 2012) mevcut araştırma için uygun görülmüştür. Nitekim yapılan bu çalışmada TPAB ve Web 3.0 teknolojilerinden yapay zekâ, sanal gerçeklik, metaverse araçlarının ve uygulamalarının bir arada kullanımının güncel ve yeni uygulamaları içermesi sebebiyle ön test-son test uygulamalı tek gruplu zayıf deneysel desen kullanımına uygun olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmaya benzer olarak yürütülmüş, güncel teknolojiler ile geliştirilen eğitim içeriklerinin yer aldığı, tek gruplu ön test-son test uygulamalı zayıf deneysel desenin kullanıldığı birçok çalışma literatürde yer almaktadır (Balım vd.,2020; Dereli ve Taşın Ekici, 2025; Sungur Gül, 2023). Zayıf deneysel desenin sembolik gösterimi Tablo 3.1 de yer almaktadır.

Tablo 3.1 Ön Test- Son Test Eşleştirilmiş Tek Gruplu Zayıf Deneysel Desen Tasarım Tablosu

Grup	**Ön Test**	**Deneysel İşlem**	**Son Test**
Çalışma Grubu	TPAB-ÖYÖ YZYG-TÖ ESG-TÖ ÖMKİ-TÖ	X	TPAB-ÖYÖ YZYG-TÖ ESG-TÖ ÖMKİ-TÖ

Tablo 3.1 de görüldüğü üzere araştırmada TPAB-ÖYÖ, YZY-TÖ, ESG-TÖ, ÖMKİ-TÖ nicel veri toplama aracı olarak kullanılmış. Çalışma grubunda deneysel süreçte web 3.0 araçlarını fen eğitimi amaçlı kullandıkları etkinlikler yapılmıştır. Araştırmada Bağımsız değişken olarak belirlenen Web 3.0 araçları kullanımının, bağımlı değişkenler olan teknolojik pedagojik alan bilgileri, yapay zeka tutumları , eğitsel sanal gerçeklik tutumları, metaverse kullanımları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Öğretim süreci tamamlandıktan sonra ön test ve son test verileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

3.1.2 Araştırmanın Nitel Boyutu

Araştırmanın nitel boyutun içerik analizi yöntemi kullanılarak öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler analiz edilmiştir. Bu sebeple çalışmanın nitel bölümünde öğretmen adaylarının web 3.0 teknolojileri çerçevesinde özellikle yapay zeka araçları, sanal gerçeklik teknolojileri ve metaverse ortamları hakkındaki görüş ve tutumlarının değişimini derinlemesine öğrenmek amacıyla Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen eğitiminde Web 3.0 teknolojileri kullanımı hakkında görüşleri nedir sorusuna cevap aranmıştır. Araştırmada analiz birimi temelde Web 3.0 araçları olarak belirlenmiş olup alt ünitelerde yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse araçları yer almaktadır. Süreç iç içe geçmiş durum deseni ile modellenmiştir. Araştırma grubunu, nicel boyut için belirlenen öğrenciler oluşturmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla, öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki deneyim ve görüşlerini anlamaya yönelik veriler toplanmıştır. Bu şekilde Web 3.0 teknolojilerinin eğitim amaçlı kullanımına ilişkin öğrencilerin değerlendirmeleri detaylı bir şekilde analiz edilmiştir .

3.2 Araştırma Grubu

Araştırmanın örneklemini 2024-2025 eğitim-öğretim yılının güz döneminde İstanbul ilinde bir devlet üniversitesinde yer alan 11’i kız, 2’si erkek olmak üzere toplam 13 fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örneklemesi kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir durum örneklemesi, araştırmacının araştırdığı boyutlara yakın ve erişilebilir durumları seçmesiyle, araştırmaya hız ve kolaylık kazandırma amaçlı örneklem yöntemlerinden birisidir (Büyüköztürk vd, 2019, s.221).

Bu örneklemin seçilmesinde 3. Sınıf öğretmen adaylarının öğretmenlik staj deneyiminin olmaması, teknolojik ve pedagojik bilgilerini geliştirecek temel derslerin alınmaması faktörleri etkili olmuştur.

3.3 Uygulama Süreci ve Öğretim İçeriği

Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen uygulama 9 hafta boyunca yürütülmüştür. Eğitim süreci hibrit olarak düzenlenmiştir. Bu süre içerisinde Web 3,0 araçlarını içeren ders planları kullanılarak çeşitli çalışmalar ve etkinlikler düzenlenerek eğitimler verilmiştir. Bu ders planlarında Web 3.0 teknolojilerinden özellikle yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse evrenlerinin eğitim amaçlı kullanımına yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Dersler kapsamında bu araçların fen eğitiminde kullanımı üzerine yoğunlaşılmış ve eğitim amaçlı kullanımına yönelik uygulamalı eğitimler verilmiştir.

Dersler kapsamında öğretmen adaylarının yeterliliklerini artırmak için kullanılan Web 3.0 teknolojileri Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2 Deneysel Süreçte Yürütülen Çalışmalar Sırasında Eğitimleri Düzenlenen Ve Kullanılan Web 3.0 Teknolojileri

Kullanılan Web 3.0 Teknolojileri		
Üretken Yapay Zekâ Araçları		
• Gamma AI. • ChatGPT 4.0 • Gemini Flash 1.5 • Magic School AI. • Poe AI. • Microsoft Copilot • Eduaide AI. • Teachable Machine	• Microsoft Copilot • DALL-E AI. • Canva Dream Lab • Leonardo AI. • Runway ML • Monster Mash • Adobe Express • Canva Synthesys AI Video	• Elevan Labs • Hailuo AI. Video • AI Test Kitchen_ FX Music • Suna AI. • Democreater Wondershare • Heygen, Microsoft Clipcamp • Quizgecko • Curipod AI.
Sanal Gerçeklik Araçları		
Blender 4.1 3B Tasarım Aracı		
Metaverse Araçları		
Spatial Metaverse Programı		

Araştırma sürecinde gerçekleştirilen işlemlere yönelik içerik, Şekil 3.2'de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur

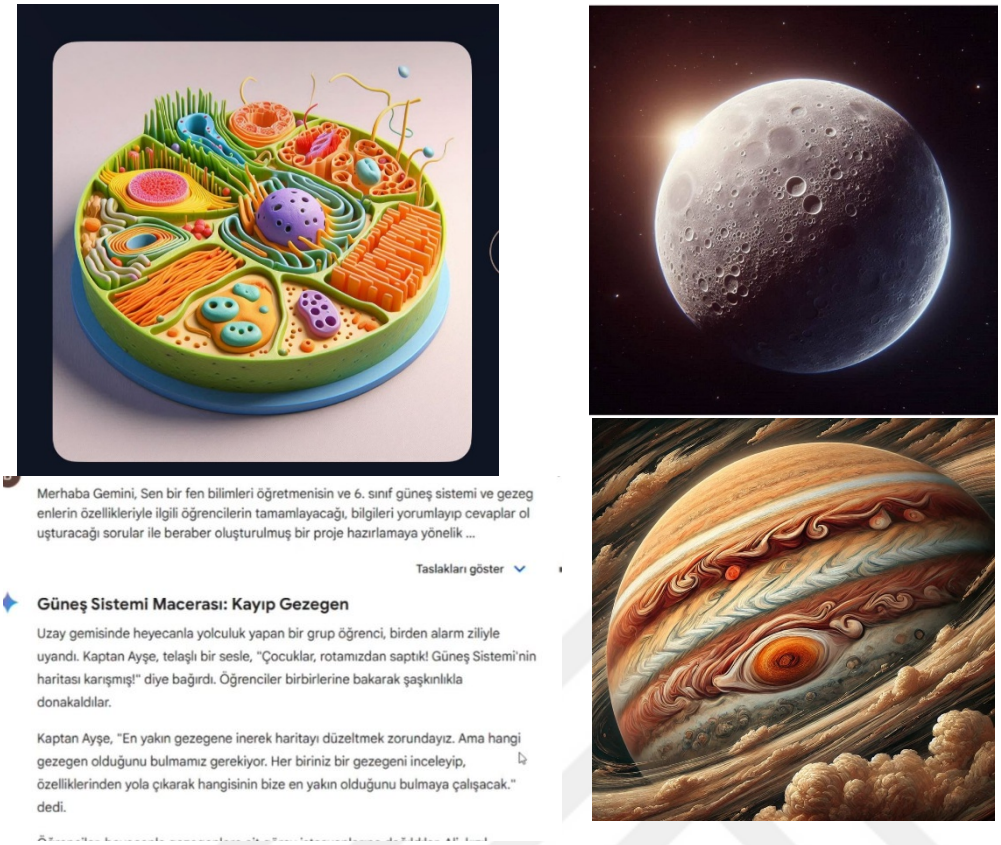
Hafta	Kullanılan Web 3.0 Araçları	Gerçekleştirilen İşlemler
Hafta 1		TPAB-ÖYÖ, YGY-TÖ, ESG-TÖ, ÖMKİ-TÖ ön test olarak uygulanmıştır. Web 3.0 teknolojileriin eğitsel kullanımına yönelik görüşme formu öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Gerekli evrakların uygulamasından sonra öğretmen adaylarıla web 3.0 teknolojileri nedir? web 3.0 araçları neleri kapsamaktadır? Yapay Zeka, Sanal gerçeklik, Metaverse kavramlarının Web 3.0 içindeki yeri ve eğitim amaçlı kullanımları tartışılmıştır. Süreç hakkında öğretmen adaylarına bilgi verilmiştir.
Hafta 2	-Gamma AI. -ChatGPT 4.0 -Gemini Flash 1,5 -Magic School AI. -Poe AI. -Microsoft Copilot -Eduade AI.	Dönem boyunca yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse konuları ekseninde 3 aşamalı bir program izleneceği öğrencilerle konuşulmuştur. Öğretmen adaylarının uygulama boyunca kullanacakları yapay zeka araçları'nın verimli kullanımını artırmak adına etkili yapay Zeka promptları (istem) yazma teknikleri eğitimi verilmiştir. Bu haftanın konusu üretken yapay zeka araçları ile metin üretmek ve metin işleme çalışmaları yürütmektir.Üretken yapay zeka araçlarından metin işleme araçları olan ChatGPT 4.0, Gemini Flash 1.5, Magic school AI., Poe AI., Microsoft Copilot, Eduaide AI. araçları promt yazma teknikleri eğitiminde Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline uygun ders planları oluşturma, sınıf içi oyun geliştirme, açık ve kapalı uçlu soru oluşturmaya yönelik örnek promptlarla birlikte uygulamalı olarak kullanılmıştır.
Görev 1:Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline göre Fen Bilgisi konularınından ünite veya kazanımların seçilmesi ve dönem boyunca verilecek ders dışı görevlerdeki çalışmaların bu ünite veya konu dahilinde tamamlanmasına yönelik görevlendirme verilmiştir.		
Hafta 3	-Teachable Machine. -Microsoft Copilot -DAAL-E AI. -Canva Dream Lab -Leonardo AI. -Runway ML -Monster Mash -Adobe Express	Görüntü işlemede üretken yapay zeka arçalarının kullanımı üzerinde uygulamalı eğitim gerçekleştirilmiştir. İlk olarak görsel oluşturmada derin öğrenmenin ne olduğu Teachable Machine uygulaması ile simüle edilmiştir. Yapılan çalışmalar içinde sarmallığı sağlamak adına bu oturumda gerçekleştirilen 3B merkür, venüs, jüpiter gezegenleri modelleri, 3B bitki ve hayvan hücreleri modelleri oluşturulmuştur. Önceki hafta oluşturulan metinler için görseller tasarlanmış, ders içi oyunlar ve konu anlatım örnekleri oluşturulmuştur. Görüntü işleme araçlarının daha çok tanınması ve kullanımına dair pratik kazanmaları için öğretmen adaylarına görevler verilmiştir.
Görev 2: Metin ve görsel işleme için kullanılan Yapay Zeka araçları ile beraber seçilen astoronomi veya hücre konularıyla ilişkili ünite veya konular kapsamında ders planları, worksheetler, derste kullanılmak üzere en az bir tane uygun promptlar ile görselleri oluşturulmuş kavramsal hikaye ve kavram öğretimi için sınıf içi ve sınıf dışı oyun tasarımını kapsayan görevlendirme yapılmıştır.		
Hafta 4	-Canva Synthesys AI. -Eleven Labs --Hailuo AI. Video -Gamma AI. -Suno AI. - D e m o c r e a t e r Wondershare	AI destekli video, animasyon, ses ve sunu oluşturma araçları kullanılmıştır. Belirlenen alanlardan birisi olan Astronomi alanında 6. Sınıf dünya ve evren ünitesi kapsamında jüpiter gezegeni üzerinden uygulama yapılmıştır. Canva Synthesys AI video aracıyla oluşturulan video kesiti Elevan Labs'a yüklenen seslendirme metni ile seslendirilmiştir. Sesler ve videoların birleştirilmesi Microsoft Clipcamp ile yapılmıştır. Hailuo AI. Video aracı ile gerçekleştirilen bir animasyonun yapım aşamaları ChatGPT 4.0 ile

	-Chat GPT 4.0 -Heygen -AI. Test Kitchen_ - Microsoft FX Music Clipcamp	planlanarak gösterilmiştir. Animasyon sürecinde Elevan Labs, Microsoft Clipcamp kullanılmıştır. Ses ve müzik araçlarından AI Test Kitchen_ FX Music, Suno AI. Kullanımına yönelik uygulamalar yapılmıştır.Son olarak avatar kullanımı ve avatar ile video oluşturmak üzere Democreater wondershare ile Heygen Üretken yapay zeka araçları tanıtılmıştır.
Hafta 5	-Poe AI. -Quizgecko -Curipod AI.	Değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere Poe AI. ile Chatbot yapımı, Quizgecko ile Güneş sistemi ve Gezegenlerin özellikleri ünitesi ile ilgili açık ve çoktan seçmeli, eşleştirme kartları gibi sorular üretilmiştir. Curipod AI. aracının eğitim amaçlı kullanımına yönelik çalışmalar yapılmıştır. 6.sınıf Güneş Sistemi ve Gezegenleri ünitesi'nin 2. Konusu Güneş sistemi ile ilgili bilimsel model oluşturabilme ile ilgili belirlenen standartlara uygun Gamification temelli ders planı oluşturulmuştur grup değerlendirme ve süreç değerlendirme rubrikleri hazırlanmasına yönelik gerekli promt yazımlarıyla uygulamalar gerçekleştirilmiştir.
Görev 3: 1)Video ve ses araçlarını kullanarak belirlenilen konu ve kazanımlara uygun kavram anlatımına yönelik animasyon film, kavram şarkıları, sunum oluşturma ve avatar kullanarak sunumkaydı (democreater wondershare kullanılabilir.) 2)Poe.ai ile belirlenilen konu ve kazanımlar dahilinde chatbot yapımı 3)Belirlenen konu ve kazanımlar dahilinde değerlendirme amaçlı online yapay zeka destekli değerlendirme çalışmaları hazırlama (quizgecko, curipod, Gemini, ChatGPT gibi birden çok ÜYZ kullanılabilir.) açıklamalarıyla görevlendirme yapışmıştır.		
Hafta 6	-Blender 4.1	Öğretmen adaylarıyla web 3.0 teknolojilerinden birisi olan sanal gerçeklik ile ilgili 3B tasarım imkanı sağlayan Blender 4.1 uygulamasının ara yüz tanıtımı yapılmıştır. Blender 4.1 uygulaması ile kullanılan komutlar, tasarım alanları kullanılarak bir 3B tasarım örneği oluşturulmuştur.
Hafta 7	-Gamma AI -Blender 4.1	Sanal Gerçeklik, sanal müzeler ve metaverse alanlarının özellikleri ve eğitim amaçlı kullanımına yönelik tartışmalar geçekleştirilmiş ve sunu yapılmıştır. 3B modellemelerin sanal gerçeklikteki yeri ve eğitimdeki etkililiği üzerine konuşulmuştur.
Hafta 8	-Spatial -Blender 4.1	Öğrenadaylarına Fen eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmiş 3B Güneş modellemesi, Hayvan hücre modeli ve ayın evreleri modelinin tasarlanma sürecine yönelik Blender 4.1 kullanım sürecini içeren videolar gönderilmiştir. Öğretmen adayları bu çalışmalardan yola çıkarak kendi 3B görüntülerini oluşturmaları için görevlendirilmişlerdir. Bunun yanında Spatial metaverse evreni içinde şuana kadar gerçekleştirilen çalışmaların sunumunun yapılması için sanal müze açılmış ve çalışmalar müze duvarlarında sergilenmiştir.
Hafta 9	- Meta Oculus Quest 2	Öğrenadayları ile Meta Oculus Quest 2 sanal gerçeklik gözlüğü tanıtılmış ve metaverse ve sanal gerçeklik ortamlarında kullanımı üzerine uygulamalı etkinlikler yapılmıştır. Oculus Quest 2 gözlüğü ile açılan 360 derece videolar eşliğinde bilgi topladıktan sonra gerçek hayat materyalleri ile modeller geliştirmeleri istenmiştir.

Şekil 3.2 Haftalık Ders İçeriği

Şekil 3.2'e göre uygulama sürecinin ilk haftasında TPAB-ÖYÖ, YGY-TÖ, ESG-TÖ ve ÖMKİ-TÖ ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca nicel verileri desteklemek için öğrencilere görüşme formu uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına süreç hakkında bilgi verilmiş aynı zamanda Web 3.0 teknolojilerinin neyi anlattığı ve neyi amaçladığına dair tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu tartışmaların odağı Web 3.0 araçlarının eğitsel kullanımı çerçevesinde şekillendirilmiştir. Web 3.0 araçlarının kullanımı için yapılan planlamada öncelikle üretken yapay zeka ve yapay zeka teknolojileri, sonrasında sanal gerçeklik ve metaverse kavramları çalışılmak üzere 3 aşamalı bir eğitim planı izleneceği ifade edilmiştir.

İkinci hafta, öğrencilerin internet erişimini de sağlamak adına dersler çevrimiçi zoom platformu üzerinden ilerletilmeye başlanmıştır. Bu hafta bir önceki hafta bahsedildiği üzere Web 3.0 araçlarından üretken yapay zeka araçları kısmı ile başlamıştır. Bu dersin odaklandığı konu yapay zeka araçlarına etkili prompt yazma teknikleri ile istem girmek ve istendik eğitsel odaklı çıktılar alabilmektir. Etkili prompt teknikleri için uygulamalı eğitimler gerçekleştirilmiş, promptlar bu haftanın odaklandığı konu olan yapay zekada metin işleme çevresinde şekillendirilmiştir. Üretken yapay zeka araçlarından metin işlemede kullanılan ChatGPT 4.0, Gemini Flash 1.5, Magic school AI., Poe AI., Microsoft Copilot, Eduaide AI. araçları promt yazma teknikleri eğitiminde Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline uygun ders planları oluşturma, sınıf içi oyun geliştirme, açık ve kapalı uçlu soru oluşturmaya yönelik örnek promptlarla birlikte uygulamalı olarak kullanılmıştır. Bu sayede öğretmen adayları hem güncel maarif modeline uygun çıktılar alabilecekleri yapay zeka araçları ile tanıştırılmış ve içerik eğitimi almışlar hem de etkili promt teknikleriyle bu araçları en verimli nasıl kullanacakları yönünde materyal geliştirme odaklı çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Dersin sonunda öğretmen adaylarından dönem boyunca yapılacak çalışmalarda Fen eğitiminde görselleştirmeye en uygun olan Dünya ve Evren ünitesi konuları ve Hücre temalı konular üzerinden kendi konularını belirlemeleri küçük bir görev olarak verilmiştir.



Şekil 3.3 Yapay zekâ araçlarıyla Fen Konu ve Kavramlarında Görsel Oluşturma Çalışmaları

Üçüncü hafta, üretken yapay zeka araçlarında derin öğrenme nasıl gerçekleşir bunu simüle etmek üzere Teachable Machine ile kısa bir uygulama yapılarak oturum başlatılmıştır. Bu hafta üretken yapay zeka ile görüntü işleme konusu üzerinde durularak promt teknikleriyle ders materyali olarak kullanılabilecek nitelikte görseller üretmeye odaklanılmış örnek promtlar geliştirilmştir. Yapılan çalışmalar sarmallığı sağlamak adına bu oturumda gerçekleştirilen 3B merkür, venüs, jüpiter gezegenleri modelleri, 3B bitki ve hayvan hücreleri modelleri bir önceki oturum kapsamında kullanılan microsoft copilot ile metin çalışmalarıyla birleştirilerek, görsel materyal içeren ders içi oyunlar, konu anlatımları örnekleri oluşturulmuştur. 3B görsel oluşturmamıza yarayan microsoft copilot, DALL-E AI, Canva Dream Lab, Leonardo AI., Runway ML., Monster Mash, Adobe Express uygulamaları süreçte ilgili promptlar ile fen eğitiminde kullanılmaya yönelik oluşturulmuştur. Öğretmen adayları ikinci ve üçüncü hafta konu içeriği olan üretken yapay zeka araçları ile metin ve görüntü işleme konularında belirledikleri konu bazında ünite veya konular kapsamında ders planları, worksheetler, derste kullanılmak üzere en az bir tane

uygun promptlar ile görselleri oluşturulmuş kavramsal hikaye ve kavram öğretimi için sınıf içi ve sınıf dışı oyun tasarımını kapsayan materyal geliştirmeleri konusunda görevlendirilmişlerdir. Örnek ders planı Ek 1'de sunulmuştur.



Şekil 3.4 Yapay zeka destekli oluşturulan öykü ve oyunların görselleri

Dördüncü hafta üretken yapay zeka araçlarıyla ses, video, sunu oluşturma ve animasyon araçları üzerinden çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Belirlenen alanlardan birisi olan 6. Sınıf dünya ve evren ünitesi Güneş sistemi ve tutulmalar kapsamında jüpiter gezegeni üzerinden uygulama yapılmıştır. Canva Synthesys AI video aracıyla oluşturulan video kesiti

Elevan Labs'a yüklenen seslendirme metni ile seslendirilmiştir. Sesler ve videoların birleştirilmesi Microsoft Clipcamp ile yapılmıştır. Hailuo AI. Video aracı ile gerçekleştirilen bir animasyonun yapım aşamaları ChatGPT 4.0 ile planlanarak gösterilmiştir. Animasyon sürecinde Elevan Labs, Microsoft Clipcamp kullanılmıştır. Ses ve müzik araçlarından AI Test Kitchen_ FX Music, Suno AI. Kullanımına yönelik uygulamalar yapılmıştır. Son olarak avatar kullanımı ve avatar ile video oluşturmak üzere Democreater wondershare ile Heygen Üretken yapay zeka araçları tanıtılmıştır.



Şekil 3.5 Hailuo AI ve Canva Synthesys AI video araçlarıyla örnek animasyon yapımı

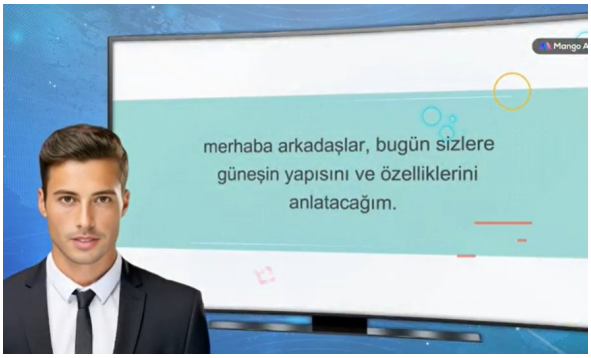
Beşinci hafta, öğretmen adaylarının etkili değerlendirme çalışmaları oluşturmaları için kullanabilecekleri üretken yapay zeka araçları tanıtılmıştır. Bu esnada örnek çalışmalar oluşturulmuş özellikle Türkiye Yüzyılı Maarif Modeline uygun çalışmalara odaklanarak Değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere Poe AI. ile Chatbot yapımı, Quizgecko ile Güneş sistemi ve Gezegenlerin özellikleri ünitesi ile ilgili açık uçlu, çoktan seçmeli ve eşleştirme kartları gibi sorular üretilmiştir. Curipod AI. Aracının eğitim amaçlı kullanımına yönelik çalışmalar yapılmıştır. 6.sınıf Güneş Sistemi ve Gezegenleri ünitesinin 2. konusu Güneş sistemi ile ilgili bilimsel model oluşturabilme ile ilgili belirlenen standartlara uygun Gamification temelli ders planı oluşturulmuştur grup değerlendirme ve süreç değerlendirme

rubrikleri hazırlanmasına yönelik gerekli promt yazımlarıyla uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının bu çalışmaları üzerinde pratik yapmaları için video ve ses araçlarını kullanarak belirlenilen konu ve kazanımlara uygun kavram anlatımına yönelik animasyon film, kavram şarkıları, sunum oluşturma ve democreater wondershare gibi araçları kullanarak avatar kullanarak sunum kaydı oluşturmaları, Poe.ai ile belirlenilen konu ve kazanımlar dahilinde yapay zeka chatbot yapmaları Quizgecko, Curipod, Gemini, ChatGPT gibi birden çok ÜYZ kullanarak belirlenen konu ve kazanımlar dahilinde değerlendirme amaçlı online yapay zeka destekli değerlendirme çalışmaları hazırlamak üzere görevlendirme verilmiştir. Öğretmen adaylarının Poe AI ile oluşturduğu örnek bir ChatBota https://poe.com/StUdy8uDdY adresinden ulaşılabilir. Öğretmen adaylarının Suno AI aracı ile oluşturdukları örnek bir kavramsal şarkıya https://suno.com/song/27e9ebb8-7e42-4259-87a5-64cd496663e9 adresinden ulaşılabilir.



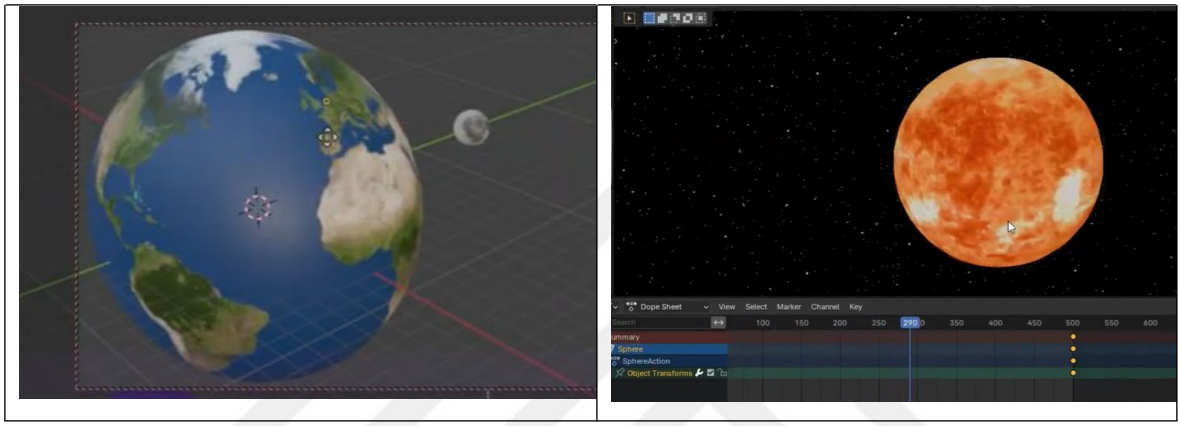






Şekil 3.6 Öğretmen adaylarının Hailuo AI, VEED AI, Mango AI kullanarak oluşturdukları video, avatar örnek kareleri

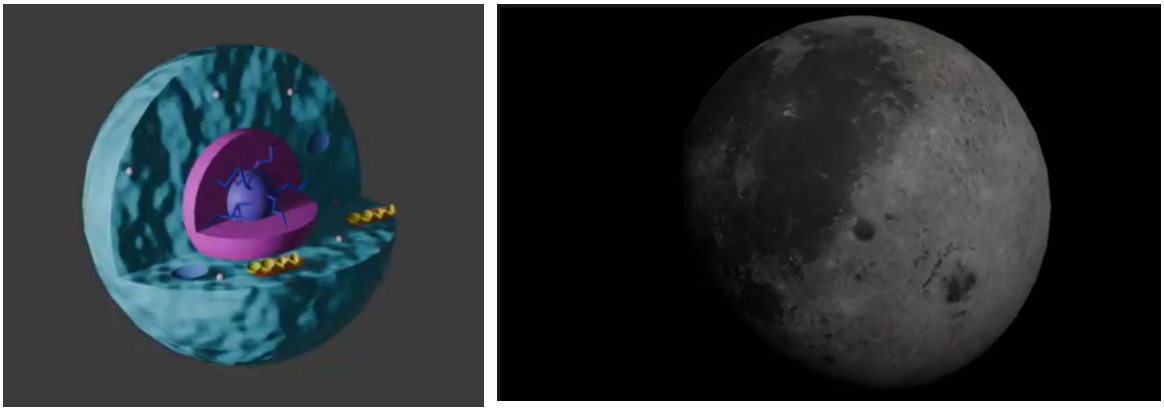
Altıncı hafta, sanal gerçeklik çalışmaları için kullanılacak olan Blender 4.1 3B tasarım uygulamasının kurulumu yapılmıştır. Blender 4.1 programında ara yüz tanıtımı gerçekleştirilmiştir. temel ve sıkça kullanılacak olan komutlar üzerinde durularak bir 3B tasarım örneği oluşturulmuştur.



Şekil 3.7 Öğretmen adaylarına sunulan Blender 4.1 örnek Ayın evreleri ve Güneş modellemesi ile ilgili animasyon örneğinden alınan kesitler

Yedinci hafta, Sanal Gerçeklik, sanal müzeler ve metaverse alanlarının özellikleri ve eğitim amaçlı kullanımına yönelik tartışmalar geçekleştirilmiş ve sunu yapılmıştır. 3B modellemelerin sanal gerçeklikteki yeri ve eğitimdeki etkililiği üzerine konuşulmuştur.

Sekizinci hafta, Öğretmen adaylarına Fen eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmiş 3B Güneş modellemesi, Hayvan hücre modeli ve ayın evreleri modelinin tasarlanma sürecine yönelik Blender 4.1 kullanım sürecini içeren videolar gönderilmiştir. Öğretmen adayları bu çalışmalardan yola çıkarak kendi 3B görüntülerini oluşturmaları için görevlendirilmişlerdir. Bunun yanında Spatial metaverse evreni içinde şuana kadar gerçekleştirilen çalışmaların sunumunun yapılması için sanal müze açılmış ve öğrencilerin sanal müzeye eş zamanlı olarak girişi sağlanmıştır.



Şekil 3.8 Öğretmen adaylarının Bblender 4.1 programını kullanarak oluşturdukları hücre modeli ve ayın evreleri modeli kesitleri

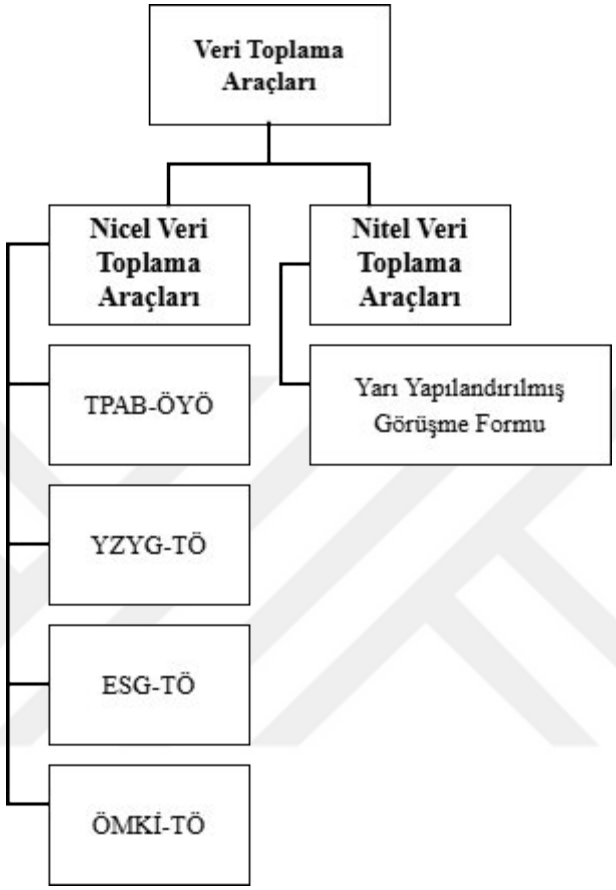
Dokuzuncu hafta öğretmen adaylarının sanal gerçeklik çalışmalarında da kullanabilecekleri güncel sanal gerçeklik araçlarından Meta Oculus Quest 2 sanal gerçeklik başlığı, sensörleriyle birlikte kısa bir sınıf içi etkinlik düzenlenmiştir. Bu etkinlikte grup çalışmaları yapılmış ve sanal gerçeklik gözlüğü ile internet ortamına giriş yapmaları ve 360 derece videolardan da ilham alarak, araştırmalar yapmaları istenmiştir. Yapay zeka araçlarından da yararlanarak kısa bir hikaye oluşturmaları, görsellerini oluşturmaları istenmiştir. Daha sonra gerçek hayat materyalleri ile astronomi temalı model geliştirmeleri istenmiştir.



Şekil 3.9 Meta Oculus Quest 2 sanal gerçeklik başlığı kullanımı ve güneş modeli tasarımı

3.4 Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları şekil 3.4'de yer almaktadır.



Şekil 3.10 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları Diyagramı

3.4.1 Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel boyutunda, veri toplama sürecinde, YZYG-TÖ, ESG-TÖ, ÖMKİ-TÖ kullanılmıştır. Kullanılan ölçeklerin örneklem grubuna uygunluğunun ölçülmesi için gerekli geçerlik güvenirlik çalışmaları yapılmıştır.

3.4.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Materyal Geliştirme Konusundaki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ)

Araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirme konusundaki TPAB öz yeterlilik düzeylerindeki değişimi ölçmek amacıyla Balçın ve Ergün (2016) tarafından geliştirilen TPAB-ÖYÖ kullanılmıştır (TPAB-ÖYÖ, EK 3 'de sunulmuştur). Bu ölçek çalışması, Türkiye'nin altı coğrafi bölgesindeki 12 devlet üniversitesinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinden toplam 510 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Amaçlı örneklemelerden Maksimum çeşitlilik örneklemesi kullanılmış olup örneklemin cinsiyet dağılımı 336 kız, 144 erkek; sınıf düzeyi dağılımı 3. Sınıf: 370, 4. Sınıf: 140 öğrenci olarak belirlenmiştir. Ölçeğin geçerliği ve güvenirliği, madde ayırt edicilik analizleri, doğrulayıcı faktör analizi (DFA), Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA),iç tutarlılık katsayıları ve kararlılık analizleri yoluyla incelenmiştir. TPAB-ÖYÖ beş dereceli likert tipi bir ölçek olup, teknoloji bilgisi (TB), pedagoji bilgisi (PB), teknolojik alan bilgisi (TAB), pedagojik alan bilgisi (PAB) gibi sekiz faktör altında toplam 40 maddeden oluşan bir yapıya sahiptir. DFA ve AFA sonuçları ölçek modelinin verilerle uyumlu olduğu için geçerli bir yapı sunduğu görülmüştür. Ölçeğe ilişkin güvenirliği veren iç tutarlılık katsayısı tüm ölçeğe ait olarak 0.93 olarak hesaplanmıştır. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada ise altboyutlara ait TB Cronbach Alpha değeri α=0.75, PB ; α=0.88, TAB; α=0.74, PAB; α=0.81, FtdAB; α=0.88, FydaAB; α=0.82, TPAB; α=0.85, TPB; α=0.76 ölçülmüştür. Ölçeğin genel Cronbach Alpha değeri α=0.92 olarak ölçülmüştür. Bu oran ölçeğinin yüksek ayırt edicilik düzeyinde olduğunu ve belirlenen faktörlere anlamlı bir şekilde hizmet ettiğini göstermektedir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 40 iken en yüksek puan 200 dür. Ölçekten alınan puanlara göre Balçın ve Ergün (2016) tarafından belirlenen TPAB özyeterlilik düzeleri tablo 3.3'e göre belirlenmektedir.

Tablo 3.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Özyeterlik Ortalamalarını Değerlendirme Puan Grupları

Boyut	Çok Az	Az	Orta	İyi	Çok İyi
FBTDAB	3-5.4	5.41-7.8	7.81 - 10.2	10.21-12.6	12.61-15
FBYDAB	4-7.2	7.21-10.4	10.41- 13.6	13.61-16.8	16.81-20
PB	9-16.2	16.21-23.4	23.41- 30.6	30.61-37.8	37.81-45
TB	7-12.6	12.61-18.2	18.21- 23.8	23.81-29.4	29.41-35
PAB	5-9	9.1-13	13.1- 17	17.1-21	21.1-25
TAB	3-5.4	5.41-7.8	7.81- 10.2	10.21-12.6	12.61-15
TPB	2-3.6	3.61-5.2	5.21- 6.8	6.81-8.4	8.41-10
TPAB	7-12.6	12.61-18.2	18.21- 23.8	23.81-29.4	29.41-35
Tüm Ölçek	40-72	72.1-104	104.1- 136	136.1-168	168.1-200

Ölçek geliştirme safhasında ulaşılan güvenirlik değerleri ve değerlendirme ölçütlerine göre ölçeğin üniversite düzeyindeki Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının TPAB-ÖY düzeylerini ölçmede geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir araç olduğu görülmektedir. Bu sebeple bu ölçek tezde öğrencilerin TPAB-ÖY düzeylerindeki değişimlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.1.2 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ)

Araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Yapay Zeka tutumlarının değişimini ölçmek adına Kaya vd. (2022) tarafından geliştirilen YZYG-TÖ kullanılmıştır (YZYG-TÖ EK 5'de sunulmuştur). Schepman ve Rodway (2020) tarafından geliştirilen YZYG-TÖ Kaya vd. (2022) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Bu uyarlama çalışması gönüllü olarak katılan 259 kız, 91 erkek olmak üzere 350 kişilik bir örneklem ile gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin geçerliği ve güvenirliği, madde ayırt edicilik analizleri, doğrulayıcı faktör analizi (DFA), iç tutarlılık katsayıları analizleri ile belirlenmiştir. Ölçek beş dereceli likert tipi bir ölçek olup 1- 12 madde arası pozitif tutumu, 13-20 maddeler arası negatif tutumu ölçecek şekilde iki boyuttan oluşan 20 madde içermektedir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 20, en yüksek puan ise 100 puandır. Ölçeğe ilişkin güvenilirliği veren iç tutarlılık katsayısı Crombah Alfa değeri orijinal çalışmada pozitif tutum için α=0.88, negatif tutum için α=0.83 olarak hesaplanırken; Kaya vd. (2022) yılında Türkçeye uyarlama çalışmalarında pozitif tutum için α=0.82, negatif tutum için α=0.84 olarak hesaplanmıştır. Türkçeye uyarlanan YZYG-TÖ'nin yapı geçerliği, DFA kullanılarak test edilmiştir. Analiz sonucunda ölçeğin iki boyutlu yapısı Türkçe örneklemde de doğrulanmıştır. Ölçeğin kapsam geçerliliğini

korumak adına Türkçe ve İngilizce dillerinde uzmanlaşmış 4 uzman tarafından ölçek değerlendirilmiştir. Maddeler dilsel eşitliği oluşturacak ve kapsam geçerliliğini sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada pozitif tutum için α=0.72, negatif tutum için α=0.78 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin genel Cronbach Alpha değeri α=0.67 olarak ölçülmüştür. Ulaşılan sonuçlar, bu ölçeğin üniversite düzeyindeki Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının YZYG-T değişimlerini ölçmede geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir araç olduğu görülmektedir. Bu sebeple bu ölçek tezde öğrencilerin YZYG-T değişimlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.1.3 Öğrencilerin Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği (ESG-TÖ)

Araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Sanal Gerçekliğe karşı tutumlarının değişimini ölçmek adına Akçelik ve Baran (2022) tarafından geliştirilen ESG-TÖ kullanılmıştır (EK 7'da sunulmuştur). Ölçek geliştirme kısmında ortaokul öğrencilerinden oluşan 850 kişilik bir örneklem kullanılmıştır. Ölçeğin geçerliği ve güvenirliği, madde ayırt edicilik analizleri, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA), iç tutarlılık katsayıları analizleri ile belirlenmiştir. Beş dereceli likert tip olarak tek boyutlu 18 maddeden oluşan ölçeğin geliştirme sürecinde İki aşamalı bir analiz yapılarak iç tutarlılık katsayısı Crombah Alpha değeri elde edilmiş olup 850 kişilik örneklem grubu ile yapılan DFA ve AFA 0.94 değerini verirken, ikinci aşamada 26 öğrenci ile yapılan tekrar çalışmasında Alpha değeri α=0.90 olarak hesaplanmıştır. AFA sonucuna göre Bu yapı, toplam varyansın %54.96'sını açıklamaktadır. DFA sonucu ise 18 maddeden oluşan likert tipi ölçeğin uyum istatistiklerinin yüksek olduğunu belirtmektedir. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmanın Crombach Alpha değeri α=0.84 olarak ölçülerek yüksek güvenirlikte olduğu görülmüştür. Ölçekte yer alan 3,9 ve 18. maddeler ters okunmaktadır. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 18 iken en yüksek puan 90dır. Ulaşılan sonuçlar, bu ölçeğin üniversite düzeyindeki Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ESG-T değişimlerini ölçmede geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir araç olduğu göstermektedir. Bu sebeple bu ölçek tezde öğrencilerin ESG-T değişimlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.1.4 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ)

Araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının değişimini ölçmek adına Çengel ve Yıldız (2022) tarafından geliştirilen ÖMKİ-TÖ kullanılmıştır (EK 9'da sunulmuştur). Ölçeğin geliştirilmesi esnasında örneklemi Türkiyede bir ilde görev yapmakta olan 301 Bilgisayar Öğretmeni oluşturmaktadır. Ölçeğin geçerliği ve güvenirliği, madde ayırt edicilik analizleri, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA), iç tutarlılık katsayıları analizleri ile belirlenmiştir. ÖMKİ-TÖ beş dereceli likert tipi bir ölçek olup, Algılanan Fayda (6 madde) , Hazırbulunuşluk (6 madde) , Memnuniyet (5 madde) olmak üzere üç faktör altında toplam 17 maddeden oluşan bir yapıya sahiptir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 17, en yüksek puan ise 85 puandır. Analiz sonuçlarına göre AFA %78.42 açıklanabilen varyans sunmaktadır. DFA ise tüm boyutlar için istenen limitlerin içinde bulunmuş olup nihai indeksler ile uyumlu olarak hesaplanmıştır. DFA ve AFA sonuçları ölçek modelinin verilerle uyumlu olduğu için geçerli bir yapı sunduğu görülmüştür. İç tutarlılık katsayısı Cronbach Alpha değerleri ise Algılanan Fayda alt boyutu için α=0,90, Hazırbulunuşluk boyutu için α=0,84, Memnuniyet alt boyutu için α=0,85 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin genel Cronbach Alpha değerine bakıldığında α=0,88 olarak hesaplandığı görülmüştür. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada ise Algılanan Fayda alt boyutu için α=0.96, Hazırbulunuşluk boyutu için α=0,71, Memnuniyet alt boyutu için α=0,34 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada ölçeğin genel Alpha değerine bakıldığında α=0,71 olduğu ölçülmüştür. Ulaşılan sonuçlar, bu ölçeğin üniversite düzeyindeki Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının değişimlerini ölçmede geçerliliği ve güvenilirliği yüksek bir araç olduğu göstermektedir. Bu sebeple bu ölçek tezde öğrencilerin metaverse tutumlarının değişimlerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.2 Nitel Veri Toplama Araçları

3.4.2.1 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımına yönelik öğrenci görüşlerini belirlemek amacıyla, süreç başlangıcında ve sürecin sonunda yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formunda yer alan maddeler, katılımcıların düşünsel yapılarını, duygu ve tutumlarını, konular dâhilindeki davranışlarını etkili bir şekilde ortaya koyması için açık uçlu sorular halinde hazırlanmıştır. Görüşme formunda öğretmen adaylarının Web 3.0 araçları hakkında görüşleri, yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse teknolojilerinin eğitsel amaçlı kullanımı hakkında görüşleri, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri hakkında görüşlerinin yer aldığı 7 soru yer almaktadır. Sorular hazırlanırken, öğretmen adaylarının soruları kolaylıkla anlayabilecekleri açık ve anlaşılır ifadeler yer almasına ve belirli bir özel cevaba yönlendirmemesine dikkat edilmiştir. Hazırlanan soruların geçerlik ve güvenirliği için uzman görüşüne başvurulmuştur (Görüşme formu, Ek 10'da sunulmuştur). Görüşme formu öğrencilere verildikten sonra ilgili soruları cevaplamaları beklenmiştir, ön görüşme verileri yazılı olarak alınırken, son görüşme verileri öğretmen adayları tarafından online platformlar üzerinden word programı aracılığıyla yazılmıştır. Ön görüşmeler öğretmen adayları tarafından 45 dakikada tamamlamıştır. Son görüşmeler için uygulama sonrasında verilen son görev ile birlikte doküman iletilmiş, görev tamamlanma tarihinde veri toplama süreci sona ermiştir. Öğretmen adaylarının sormak istedikleri sorular ise araştırmacı tarafından cevaplanmıştır.

3.5. Veri Toplama Araçlarında Geçerlik Güvenirlik

Balçın ve Ergün (2016) geliştirmiş oldukları fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirme konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlilik ölçeği (TPAB-ÖYÖ) ölçeğin Cronbach Alpha değerini α=0,94 olarak hesaplamışlardır. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada Alpha değeri α=0,84 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler bu ölçeğin öğretmen adayları için yüksek güvenirlikte olduğunu göstermektedir.

Kaya vd. (2022) tarafından geliştirilen yapay zekâya yöneli genel tutum ölçeği Crobach Alpha değerleri pozitif tutum boyutu α=0,82 negatif tutum boyutu α=0,84 olarak

ölçülmüştür. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada ise Alpha değerleri pozitif tutum boyutu α=0,72, negatif tutum boyutu α=0,78 bulunumuştur. Ölçeğin tamamının Alpha değeri α=0,67 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler ölçeğin öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik genel tutumlarını ölçmede yüksek güvenirlikte olduğunu göstermektedir.

Akçelik ve Baran (20222) tarafından geliştirilen öğrencilerin eğitsel sanal gerçeklik ölçeği Cronbach Alpha değeri α=0,94 olarak ölçülmüştür. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada Alpha değeri α=0,84 olarak ölçülmüştür.

Çelik ve Yıldız (2022) tarafından geliştirilen öğretmenlerin metaverse kullanımlarına ilişkin tutum ölçeği Cronbach Alpha değeri α=0,83 olarak ölçülürken alt boyutları algılanan fayda boyutu α=0,90, hazırbulunuşluk boyutu α=0,84, ve memnuniyet boyutu α=0,85 olarak ölçülmüşütr. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada ise algılanan fayda boyutu Alpha değeri α=0,96, hazırbulunuşluk boyutu α=0,71 ve memnuniyet boyutu α=0,34 ölçülmüştür. Ölçeğin genel Cronbach Alpha değeri α=0,71 olarak ölçülmüştür. Bu değer bizlere ölçeğin öğretmen adaylarının metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarını ölçmede yüksek güvenirlikte bir araç olduğunu göstermektedir.

Nitel veriler için içerik analizi yapılırken geçerlik güvenirliği sağlamak adına 5 öğretmen adayının ön ve son görüşme formları bir bağımsız puanlayıcı tarafından incelenmiştir. Kodlayıcılar arası uyumun belirlenmesi amacıyla Miles ve Huberman formülü uygulanmıştır. Bu formül şu şekilde ifade edilmiştir: Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) X 100 (Miles ve Huberman,1994). Puanlayıcılar arasındaki uyuma göre hesaplanan Miles ve Huberman katsayısı yüksek görüşbirliği 0,78 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler öğretmen adaylarının web 3.0 hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılmasında kullanılabilir bir form olduğunu göstermektedir.

3.6. Veri Analizi

Bu bölümde çalışmada kullanılan veri toplama araçlarıyla elde edilen verilerin analizlerine yer verilmiştir. Araştırma problemlerine göre kullanılan veri toplama araçları ve veri analizi yöntemleri tablo 3.4'deki gibidir.

Tablo 3.4 Araştırma Sorularına Göre Kullanılan Veri Toplama Araçları ve kullanılan veri analizi yöntemleri

Araştırma Problemi	**Veri Toplama Aracı**	**Veri Analiz Yöntemi**
Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine etkisi nasıldır?	*TPAB-ÖYÖ*	*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi*
Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonun fen bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumlarına etkisi nasıldır?	*YZYG-TÖ*	*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi*
Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutumları üzerine etkisi nasıldır?	*ESG-TÖ*	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumları nasıldır?	*ÖMKİ-TÖ*	*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi*
Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeyleri ile yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse kullanımlarına ilişkin puanlarındaki değişimleri, nitel görüşlerle nasıl açıklanmaktadır?	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	İçerik Analizi

Tablo 3.4'de görüldüğü üzere araştırma verilerinin analizi iki boyutta incelenmiştir. İlk kısımda materyal geliştirmeye karşı teknolojik pedagojik alan bilgisi öz yeterlilikleri ile yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik, metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarını ölçmek için nicel veri analizi, web 3.0 teknolojileri hakkında görüşlerini almak için ise nitel veri analizi yapılmıştır. Nicel veriler IBM SPSS 22 Programı kullanılarak Shaphiro-wilk, Tek Örneklem Wilcoxon analizi ile incelenmiştir. Ön test- Son test uygulamalarında farklılaşma incelenirken istatistiksel anlamlılığın yanında etki büyüklüğü (kısmi eta kare, η^2) değerlendirilmiştir.

Etki büyüklüğü, bulunan farkın büyüklüğünü ve önem derecesini değerlendirmek için kullanılır (Cohen, 1988). Parametrik olmayan testlerde etki büyüklüğünün değerlendirilmesinde genellikle Cohen (1988)'in *r* katsayısı kullanılır. Bu katsayı, testin *z*-değeri ile örneklem büyüklüğü kullanılarak hesaplanır. Yapılan analiz sonucunda elde edilen *r* değeri yani etki büyüklüğü değeri, 0.10 düzeyinde küçük, 0.30 düzeyinde orta ve 0.50 düzeyinde büyük etkiyi göstermektedir (Cohen, 1988).

$$r = \frac{z}{\sqrt{n}} =$$

Etki büyüklüğünü yorumlamak için Tablo 3.5`de bulunan ölçek incelenmiştir.

Tablo 3.5 Cohen (1988)'e Göre Etki Büyüklüğü Yorum

r değeri	Etki Büyüklüğü
0.10	Küçük
0.30	Orta
0.50 ve üzeri	Büyük

Nitel veriler ise görüşme formlarında belirlenen kategori ve kodlar çerçevesinde içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir.

3.6.1 Nicel Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizinde kullanılacak testlerin belirlenmesi için, öncelikle öğretmen adaylarının ölçeklerden elde ettikleri puanların parametrik testlerin temel varsayımlarını sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Parametrik testler, istatistiksel analizlerde sıklıkla tercih edilen analiz yollarındandır.

Normal dağılım ve varyansların homojenliği varsayımları, istatistiksel olarak birbirini tamamlayan kritik unsurlardır ve bu varsayımlar normal dağılımın uç değerler ve çarpıklık içermemesi varsayımının sağlanmasıyla birlikte birbiriyle ilişkilendirilmektedir. Bu da varyansların daha tutarlı olmasını sağlamaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Normallik ihlal edilmese bile, verilerdeki aşırı uçlar ve çarpıklıklar, varyansların homojen dağılımını bozabilir, bu da küçük örneklem büyüklüklerinde (n <30) ciddi yanlı sonuçlara neden olabilmektedir (Stevens, 2009). Parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli varsayımlar bulunmaktadır. Bunlardan birisi kullanılan ölçeklerin en az aralık ya da oran ölçeği olması, örneklem büyüklüğünün genellikle 30'dan büyük olması, verilerin normallik analizinde normal dağılım göstermesi ve varyansların homojen dağılması yer almaktadır.

Bu tezde örneklem büyüklüğünün 30'dan küçük olduğu ve veri toplamada kullanılan ölçeklerin aralık ölçeğinde olduğu belirlenmiştir.

Örneklem büyüklüğü önemli bir yere sahiptir çünkü küçük olduğu durumlarda, parametrik testlerin güvenilirliği azalabilir ve bu durumlarda parametrik olmayan testler kullanılabilir. Ancak, yeterli örneklem büyüklüğü ve varsayımların karşılanması durumunda parametrik testler, parametrik olmayan testlere göre daha hassas ve güçlü sonuçlar sunacaktır. Bu tezde veri analizinde bir diğer varsayımın bağlamında elde edilen verilerin normal dağılım sergileyip sergilemediğini değerlendirmek için normallik analizi yapılmıştır. Literatürde, normallik analizi kısmında örneklem büyüklüğü 50'den az olduğu durumlarda Shaphiro-Wilk, 50'den fazla olduğu durumlarda ise Kolmogrov-Smirnov testinden elde edilen verilerin değerlendirilmeye alınması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2018).

Bu araştırmada katılımcıların sayısı 50'den az olduğu için normallik testi olarak Shapiro-Wilk kullanılması uygun görülmüştür. Shapiro- Wilk testi sonuçları, çarpıklık- basıklık değerleri Tablo 3.6'da sunulmuştur.

Tablo 3.6 Ön Test Verileri Normallik Analizi Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Ön Test				
	Shaphiro-Wilk				
	Çarpıklık	Basıklık	İstatistik	Sd.	p
TPAB-ÖYÖ	,249	-,855	,946	13	,537*
YZYG-TÖ	-,152	-,967	,951	13	,616*
ESG-TÖ	-,556	-,787	,936	13	,411*
ÖMKİ-TÖ	,563	-,806	,932	13	,358*

*P>0,05

Tablo 3.7 Son Test Verileri Normallik Analizi Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Son Test				
	Shaphiro-Wilk				
	Çarpıklık	Basıklık	İstatistik	Sd.	p
TPAB-ÖYÖ	,425	-1,422	,895	13	,113*
YZYG-TÖ	-,061	-1,659	,888	13	,091*
ESG-TÖ	-,588	0,26	,948	13	,574*
ÖMKİ-TÖ	-,502	-,769	,931	13	,352*

*P>0,05

Tablo 3.6 ve Tablo 3.7'e göre Sapiro-Wilk testi sonuçları, öğretmen adaylarına uygulanan ölçeklerin hem ön-test hem de son-test puanlarına ilişkin normallik testinin anlamlılık düzeylerinin ,05'ten büyük olduğunu ortaya koymaktadır (p> ,05). Literatürde, anlamlılık düzeyi,05'ten büyük bir değer olduğunda verilerin normal dağılım gösterdiği, küçük ise normal dağılım göstermediği belirtilmiştir (Büyüköztürk, 2018). Dolayısıyla ön-test ve son-test uygulamalarından elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca Tablo 3.6 de yer alan çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında Tabachnick ve Fidell (2013) tarafından belirtilen sınırlara göre verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1,5 ile -1,5 aralığını geçmediği ve bu durumun verilerin normal dağılım gösterdiğini doğruladığı görülmüştür.

Ancak Steven (2009) bahsettiği gibi, örneklem grubunun 30'dan az olması normal dağılım ölçülerinde sapmalara sebebiyet vereceğinden ve analizin güvenilirliğini azaltacağından dolayı küçük örneklem gruplarının veri setlerinden elde edilen veriler normal dağılımı işaret etse bile kullanılan testlerde parametrik olmayan testlerin kullanımı önerilmektedir. Nitekim örneklem büyüklüğünün yeterli olmaması (n=13) sebebiyle istatistiksel analizlerin doğruluğunu artırmak için tez analizinde ölçek puanları ortalamaları normal dağılım gösterse bile parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar testi uygulanmıştır.

3.6.2 Nitel Verilerin Analizi

Nitel veri analizinde ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Mayring (2014)' e göre nitel içerik analizinde özetleme, açıklama ve yapılandırma olmak üzere üç temel yorumlama tekniği belirlemiştir:

Özetleme kısmında analizin amacı, veriye kapsamlı bir bakış sağlamak için veriyi, temel içerikleri korunacak şekilde soyutlama yoluyla azaltmaktır. Bu süreçte içerik taşıyan metin parçaları başka sözcüklerle ifade edilir, genelleştirilir ve anlamsal olarak aynı olan ifadeler silinerek veri indirgenir. Öğretmen adaylarıyla yapılan bu çalışmada da adayların ön ve son görüşmeleri detaylı bir şekilde okunmuş ve metinlerin temel anlamları korunacak şekilde özetlenmiştir. Verilerin açıklanması için öğretmen adaylarının cevapları dâhilinde kullandıkları konu odaklı cümleler seçilmiştir ve bu cümleleri açıklayan genel ifadeler kullanılmıştır. Bu genel ifadeler kod ve temaları oluşturmaktadır. Bu aşamada bu kodların frekansı belirlenmiştir. En merkezi yöntem olan yapılandırma adımı için ise ortak kodların kümelenmesi ve sınıflandırılması ile ulaşılan kodların frekanslarının ve yorumlanması yer almaktadır.

BÖLÜM IV. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri ile yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutum ve inançlarına etkileri ve öğretmen adaylarının Web 3.0 teknolojilerine ilişkin görüşleri hakkında bulgulara yer verilmiştir. Araştırma soruları çerçevesinde elde edilen bulgular nicel ve nitel veri analizi çerçevesinde birlikte detaylandırılmıştır. Nicel bulgular için çalışmanın alt problemlerini ölçmek için kullanılan TPAB-ÖYÖ, YZYG-TÖ, ESG-TÖ, ÖMKİ-TÖ ön test-son test sonuçları arasındaki farkların belirlenmesi için Wilcoxon işaretli sıralar analizi uygulanmıştır. Uygulamanın etki büyüklüğünü anlamlandırmak için r etki büyüklüğü hesaplamaları yapılmıştır. Nicel bulguları destekleyen nitel bulgulara ulaşmak için ise yarı yapılandırılmış görüşme formları içerik analizi yöntemiyle tematik kodlama yapılmıştır.

4.1 Verilere Yönelik Nicel Ve Nitel Bulgular

Çalışmanın problemlerine ve alt problemlerine uygun nicel ve nitel bulgular aşağıda yer almaktadır.

4.1.1. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik düzeylerine Etkisine Yönelik Bulgular

Bu bölümde "web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilik düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?" problemine cevap verecek şekilde nicel ve nitel bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu bölümde öğretmen adaylarına Balçın ve Ergün (2016) tarafından geliştirilen ve uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Materyal Geliştirme Konusundaki Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ)* sonuçlarının tek örneklem wilcoxon işaretli sıralar analizi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgular ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen nitel bulgular yer almaktadır.

4.1.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilik Ölçeği Ön Test- Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.1.'de yer almaktadır.

Tablo 4.1. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,65	,448	2,90	4,40	iyi
Son Test	13	4,13	,359	3,68	4,68	iyi

P<0,05*

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,65 son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=4,13 olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön test ve son test ortalamalarındaki artışa göre TPAB özyeterlilik düzeylerinin iki ölçümdede iyi düzeyde olduğu görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	2	2,75	5,50	-2,797*	0,005*
Pozitif Sıra	11	7,77	85,50		
Eşit					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,797, p<,05. Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son

test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Etki değeri hesaplandığında (r=0,78) uygulamanın Cohen'e göre yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.2. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının teknolojik bilgi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.3.'te yer almaktadır.

Tablo 4.3. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,32	,622	1,86	4,14	Orta
Son Test	13	3,81	,478	3,00	4,71	İyi

P<0,05*

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,32 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,81 puan olduğu görülmektedir. Bu ortalamalara göre orta düzeyde olan teknolojik bilgileri iyi düzeye yükselmiştir. TPAB-ÖYÖ teknolojik bilgi alt boyutu puanlarında artış olduğu görülmektedir. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ teknolojik bilgi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4,4'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

SonTest-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	1	9,00	9,00	-2,353*	0,019*
Pozitif Sıra	11	6,27	69,99		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.4'de yer alan TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi alt boyutuna ait analiz sonuçları araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Bilgi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,353, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,67) Cohen'e göre yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.3. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının pedagojik bilgi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.5.'te yer almaktadır.

Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	X̄	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,99	,468	3,44	4,78	İyi
Son Test	13	4,21	,487	3,33	5,00	Çok iyi

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının X̄=3,99 puan, son test ortalamalarının ise X̄=4,21 puan olduğu görülmektedir. Pedagojik bilgi boyutunda ön test sonuçlarına göre iyi derecede olan düzeyin son test sonuçlarında çok iyi düzeye yükseldiği görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ pedagojik bilgi alt boyutu ön test-son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.6'da sunulmuştur

Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

SonTest-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	6	3,83	23,00	-1,256	0,209
Pozitif Sıra	6	9,17	55,00		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı,

Tablo 4.6'da yer alan TPAB-ÖYÖ Pedogojik Bilgi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedogojik Bilgi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -1,256, p>,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,36) Cohen'e göre orta derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.4. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının teknolojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.7.'de yer almaktadır.

Tablo 4.7. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	X̄	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	1,94	,779	1,00	3,33	Az
Son Test	13	3,23	,832	1,00	4,00	Orta

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının X̄=1,94 puan, son test ortalamalarının ise X̄=3,23 puan olduğu görülmektedir. Teknolojik alan bilgisi boyutunda ön test sonuçlarına göre az derecede olan düzeyin son test sonuçlarında orta düzeye yükseldiği görülmüştür.

Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ teknolojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.8'de sunulmuştur

Tablo 4.8. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	1	2,50	2,50	-2,727*	0,006*
Pozitif Sıra	10	6,35	63,50		
Eşit	2				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.8'de yer alan TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Alan Bilgisi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,727, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,82) Cohen'e göre yüksek derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.5. Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.9.'da yer almaktadır.

Tablo 4.9. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,95	,417	3,40	5,00	İyi
Son Test	13	4,29	,451	3,80	5,00	Çok iyi

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,95 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=4,29 puan olduğu görülmektedir. Pedagojik alan bilgisi boyutunda ön test sonuçlarına göre iyi derecede olan düzeyin son test sonuçlarında çok iyi düzeye yükseldiği görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ pedagojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.10'da sunulmuştur

Tablo 4.10. Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	1	4,00	4,00	-2,409*	0,016*
Pozitif Sıra	9	5,67	51,00		
Eşit	3				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.10'da yer alan TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Pedagojik Alan Bilgisi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,409, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,76) Cohen'e göre yüksek derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.6. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.11'de yer almaktadır.

Tablo 4.11 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	4,17	,675	2,67	5,00	İyi
Son Test	13	4,35	,713	3,00	5,00	Çok iyi

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=4,17 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=4,35 puan olduğu görülmektedir. FtdaAB boyutunda ön test sonuçlarına göre iyi derecede olan düzeyin son test sonuçlarında çok iyi düzeye yükseldiği görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ fenin temel dallarına ait alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.12'de sunulmuştur

Tablo 4.12 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	2	3,00	6,00	-,954	,340
Pozitif Sıra	4	3,75	15,00		
Eşit	7				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.12'de yer alan TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -,954, p>,05). Ön test ve son test uygulamaları eşit olan öğretmen adaylarının sayıca çok olduğu (n=7) ve sıra ortalamalarının (ön test 3,00),

son test 3,75) yakın değerler aldığı görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,38) Cohen'e göre nispeten zayıf derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.7. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının fenin yan dallarına ait alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.13.'de yer almaktadır.

Tablo 4.13 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Ön Test-Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,57	,553	2,50	4,00	Orta
Son Test	13	4,07	,773	3,00	5,00	Orta

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,57 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=4,07 puan olduğu görülmektedir. Ortalamalarda artış olmasına rağmen düzeylerde bir değişim olmadığı ve öğretmen adaylarının FyadaAB boyutunda orta düzeyde oldukları belirlenmiştir. Ortalama artışının anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ fenin yan dallarına ait alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.14'de sunulmuştur.

Tablo 4.14 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	3	3,50	10,50	-2,249*	,025*
Pozitif Sıra	9	7,50	67,50		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.14'de yer alan TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Fenin Yan Dallarına

Ait Alan Bilgisi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,249, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,64) Cohen'e göre yüksek derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.8. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.15.'de yer almaktadır

Tablo 4.15 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	X̄	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,92	,973	1,33	4,67	İyi
Son Test	13	4,41	,397	3,86	5,00	Çok iyi

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının X̄=3,92 puan, son test ortalamalarının ise X̄=4,41 puan olduğu görülmektedir. TPAB boyutunda ön test sonuçlarına göre iyi derecede olan düzeyin son test sonuçlarında çok iyi düzeye yükseldiği görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ teknolojik pedagojik alan bilgisi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.16'da sunulmuştur

Tablo 4.16 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	4	4,50	18,00	-1,928	,054
Pozitif Sıra	9	8,11	73,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.16'de yer alan TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -1,928, p>,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında ise bir fark gözlenmiş ve gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,53) Cohen'e göre orta derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.9. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz Yeterlilik Ölçeği (TPAB-ÖYÖ) Teknolojik Pedagojik Bilgi Alt Boyutuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik bilgi alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.17'de yer almaktadır

Tablo 4.17 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Bilgi Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük	Düzey
Ön Test	13	3,42	,640	2,00	4,50	İyi
Son Test	13	4,50	,456	4,00	5,00	Çok iyi

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,42 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=4,50 puan olduğu görülmektedir. TPB boyutunda ön test sonuçlarına göre iyi derecede olan düzeyin son test sonuçlarında çok iyi düzeye yükseldiği görülmüştür. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için TPAB-ÖYÖ teknolojik pedagojik bilgi alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.18'de sunulmuştur

Tablo 4.18 Öğretmen Adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedogojik Bilgi Alt Boyutu Ön Test-Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	,00	,00	-3,081*	,002*
Pozitif Sıra	12	6,50	78,00		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.18'de yer alan TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Bilgi alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının TPAB-ÖYÖ Teknolojik Pedagojik Bilgi alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -3,081, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,88) Cohen'e göre yüksek derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.1.10. Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilikleri Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış formda geçen "*Güncel teknolojilerin herhangi bir fen kavramında kullanımına yönelik yeterliliğinizi nasıl ifade edersiniz?*" ve "*Sizin henüz bilmediğiniz herhangi bir sınıf düzeyinde herhangi bir konunun işleneceği fen bilgisi dersine öğretmen olarak katılacaksınız. Kendinizi nasıl hissederdiniz, derse karşı yeterliliğinizi nasıl ifade edersiniz*?" sorularına verilen cevaplar yönünde belirlenen TPAB öz yeterlilikleri ile ilgili ön görüşme ve son görüşmeden elde edilen veriler tablo 4.19'daki gibidir.

Tablo 4.19 Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterlilikleri ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri

Kategori	Alt Temalar	Ön Görüşme Kodları	f	Son Görüşme Kodları	f
TPAB algıları	Teknolojik Pedagojik Alan Yeterlilik Algısı	Bilgim yok	1	Yapay zekâ	8
		Geliştirmeliyim	5	Somutlaştırma	9
		Somutlaştırma	3	Web 3.0	2
		Yapay zekâ	4		
	Pedagojik Alan Yeterlilik Algısı	Hakimim	2	Hakimim	2
		Kısmen yeterliyim	3	Kısmen yeterliyim	4
		Hakim değilim	8	Hakim değilim	1

Öğretmen adaylarının ön ve son görüşmelerinde TPAB algıları kategorisine ait iki alt tema belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik (TPB)yetkinlik algılarıyla ilgili ön görüşmelerinde bilgilerinin olmadığını (*f*=1), geliştirmeleri gerektiğini (*f*=5), somutlaştırma için kullandıklarını ve kullanacaklarını (*f*=3), yapay zekâyı kullandıklarını ve kullanacaklarını (*f*=4) belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde oluşan kodlarda yapay zekâyı kullanan ve kullanacak olanların (*f*=8) sayısının arttığı görülmektedir. Benzeri olarak simülasyon, 3B tasarım, animasyon, modelleme gibi kavramlarla somutlaştırmayı tercih edecek ve eden öğretmen adaylarının sayısıda (*f*=9) artmıştır. Bununla beraber son görüşmelerde web 3.0 bileşenleri çokça söylenmiş ve web 3.0 kavramı(*f*=2) kullanılmıştır. Öğretmenlerin web 3.0 araçlarına karşı ilgilerinin arttığı, teknolojik pedagojik alan bilgilerine yönelik algılarının ön görüşmelere göre daha fazla olduğu söylenebilir. İkinci tema olarak kendi pedagojik alan yeterlilik algıları ile ilgili kodlar incelendiğinde ön görüşmelerde hakimim (*f*=2), kısmen yeterliyim (*f*=3), Hakim değilim (*f*=8) ifadeleri kullanılmıştır. Uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde görüldüğü üzere aynı kodların olduğu ancak dağılımların değiştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine hakimim düşünceleri (*f*=2) değişmemiş, kısmen yeterliyim düşüncesi (*f*=4) artmış, hakim değilim düşüncesinde olanların (*f*=1), değerleri

yüksek derecede azalmıştır. Bu durum bizlere Pedagojik alan bilgisi yeterlilik algılarında pozitif yönde bir değişimin olduğunu göstermektedir.

Kodlara ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

“ Eğitimde kullanılabilecek güncel teknolojiler hakkında detaylı bilgiye sahip değilim “ ($Ö_1$, Ön görüşme)

“Fen kavramlarında yapay zekâ, tasarım araçları yardımıyla kullandırtabilirim. Afiş tasarlamak, animasyon hazırlamak, 3d tasarım yapmak, kavram şarkıları, hikayeler vb.” ($Ö_1$ Son görüşme)

“2. sınıfta almış olduğum meta evren dersinde bazı yapay zeka araçlarını öğrenmiştim. Bunların bir çoğunu derslerde hem öğretmene hem öğrenciye faydalı olacak şekilde bazı kavramların aktarılmasında kullanabilirim. Ama daha kapsamlı öğrenmek isterim.” ($Ö_{13}$ Ön görüşme)

“Örneğin bilgisayar, telefon gibi teknolojik aletleri eğitimde kullanabilecek kadar yeterliğe sahip olduğumu düşünüyorum. Maksimum yeterliğe sahibim diyemem çünkü teknoloji hep geliştiği için mutlaka bilmediğim şeyler vardır. Özellikle Web 3.0 uygulamaları dersimizde öğrendiğimiz yapay zeka araçları sayesinde bilgisayar, telefon gibi teknolojilerin birçok fen kavramında kullanımına yönelik eskiye göre daha iyi bir yeterlik seviyesine ulaştığımı düşünüyorum. Çünkü bu teknolojiler üzerinde yapay zeka araçları ile dikkat çekici fen dersleri işleyebiliyoruz.” ($Ö_{13}$ Son görüşme)

4.1.2. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlara Etkisine Yönelik Bulgular

Bu bölümde “Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekaya yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu bölümde öğretmen adaylarına Kaya vd. (2022) tarafından geliştirilen ve uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ)* sonuçlarının

tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.2.1. Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeğine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının YZYG-TÖ ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.20'de yer almaktadır

Tablo 4.20 Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,33	,506	2,55	4,10
Son Test	13	3,48	,347	3,05	3,95

Son Test puan ortalamasının ($\bar{X}$=3,48) Ön Test puan ortalamasına ($\bar{X}$=3,33) göre bir miktar yükseldiği, aynı zamanda puanlardaki dağılımın (Ss: Ön Test =,506; Son Test=,347) azalarak daha homojen bir yapıya dönüştüğü görülmektedir. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için YZYG-TÖ ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.20'de sunulmuştur

Tablo 4.21 Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	5	5,20	26,00	-1,364	,173
Pozitif Sıra	8	8,13	65,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları araştırmaya katılan öğretmen adaylarının YZYG-TÖ aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -1,364, p>,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r= 0,37) Cohen'e göre orta derece bir etkiden söz edilebilir.

4.1.2.2 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ) Pozitif Tutum Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının YZYG-TÖ pozitif tutumlar alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.22'de yer almaktadır

Tablo 4.22. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Pozitif Tutum Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,60	,455	2,83	4,58
Son Test	13	3,87	,439	3,17	4,58

Son Test puan ortalamasının ($\bar{X}$=3,87) Ön Test puan ortalamasına ($\bar{X}$=3,60) göre bir miktar yükseldiği, aynı zamanda puanlardaki dağılımın (Ss: Ön Test =,455; Son Test=,439) azalarak daha homojen bir yapıya dönüştüğü belirlenmiştir. Bu artışın anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için YZYG-TÖ pozitif tutum alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.23'de sunulmuştur

Tablo 4.23. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Pozitif Tutum Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	3	6,50	19,50	-1,531	,126
Pozitif Sıra	9	6,50	58,50		
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.23'de yer alan analiz sonuçlarına göre YZYG-TÖ Pozitif Tutum alt boyutu için Wilcoxon analiz sonuçlarına bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının YZYG-TÖ pozitif tutum alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -1,531, p>,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r= 0,44) Cohen'e göre orta derece bir etkiden söz edilebilir.

4.1.2.3 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği (YZYG-TÖ) Negatif Tutum Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının YZYG-TÖ negatif tutumlar alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.24'de yer almaktadır

Tablo 4.24. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Negatif Tutum Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	2,93	,752	2,00	4,38
Son Test	13	2,90	,627	2,00	4,00

Son Test puan ortalamasının ($\bar{X}$=3,87) Ön Test puan ortalamasına ($\bar{X}$=3,60) göre bir miktar yükseldiği, aynı zamanda puanlardaki dağılımın (Ss: Ön Test =,752; Son Test=,627) azalarak daha homojen bir yapıya dönüştüğü görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için YZYG-TÖ negatif tutum alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.25'de sunulmuştur

Tablo 4.25. Öğretmen Adaylarının YZYG-TÖ Negatif Tutum Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	5	9.00	45,00	-,035	,972
Pozitif Sıra	8	5,75	46,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.25'de yer alan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçlarına göre ise bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır (z = -0,35; p = ,972). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r= 0,009) Cohen'e göre ihmal edilebilir düzeyde küçük bir etkiden söz edilebilir.

4.1.2.4.Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış formda geçen "Yapay zekâ ile donatılmış bir gelecek hakkında ne düşünüyorsunuz?" ve "*Yapay zekâ'nın sınırları hakkında ne düşünüyorsunuz*?" sorularına verilen cevaplar yönünde belirlenilen yapay zekâ tutumları ile ilgili ön görüşme ve son görüşmeden elde edilen veriler tablo 4.26'daki gibidir.

Tablo 4.26 Öğretmen Adaylarının Yapay Zeka Tutumları ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri

Kategori	Ön Görüşme Kodları	f	Son Görüşme Kodları	f
Olumlu Tutum	İşleri Kolaylaştırma	4	İşleri Kolaylaştırma	3
	Verimlilik ve Zaman Yönetimi	1	Verimlilik ve Zaman Yönetimi	4
	Eğitim ve Gelişim	2	Eğitime Katkısı	3
	Somutlaştırma	1	Teknolojik Gelişimi	3
	Destekleyicilik	3	Kullanıma Göre Değişir	4
Olumsuz Tutum	Etik ve Güvenlik Kaygıları	4	Etik ve Güvenlik Kaygıları	4
	İşgücü ve sosyal etki	3	İşgücü ve sosyal etki	5
	Bilişsel Riskler	2	Bilişsel Riskler	1
	Kontrol ve Korku	3	Kontrol ve Korku	2
	Sınırlandırılmalı	4	Sınırlandırılmalı	2
			Geliştirilmeli	3

Tablo 4.26'da öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumlarına ilişkin ön ve son görüşmeleri olumlu ve olumsuz tutum kategorilerinde toplanmıştır. Öğretmen adaylarının olumlu tutumlarında işleri kolaylaştırması ifadesi (*f*=4) son görüşmelere göre (*f*=3) daha sık tekrar ettiği görülmektedir. Öğretmen adayları verimlilik ve zaman yönetimi ifadelerini son görüşmelerde (*f*=4) ön görüşmelere göre (*f*=1) daha fazla kullanmışlardır. Ön görüşmelerde Eğitim ve gelişimi olarak belirlenen kod (*f*=2), son görüşmelerde eğitsel kullanımı vurgulayan (*f*=3) ifadelere dönüşmüştür. Ön görüşmelerde somutlaştırmayı sağladığı (*f*=1) ve Destekleyici görüldüğü (*f*=3) ifadeler bulunmaktadır. Son görüşmelerde ilaveten yapay

zekanın teknolojik gelişimini ifade eden (*f*=3) bulgular ve kullanımına göre (*f*=4) pozitif etkiler doğuracağını söyleyen bulgular yer almaktadır. Olumsuz tutumlarda ise uygulama öncesi ön görüşmelerdeki Etik ve güvenlik kaygıları ile *(f*=4) son görüşmelerdeki etik kaygı dağılımı (f=4) değişmemiştir. İşgücü ve sosyal etki ile ilgili olumsuz ifadelerde ise son görüşmedeki ifade sayısı (*f*=5), ön görüşmeden (*f*=3) daha fazla olduğu görülmüştür. Bilişsel risklerle ilgili ifadeler ön görüşmelerde (*f*=2) iken son görüşmelerde (*f*=1) azalmıştır. Öğretmen adaylarının kontrol ve korku ifadeleri ön görüşmelerinde (*f*=3), son görüşmelerine (*f*=2) göre daha fazla olduğu görülmektedir. Sınırlandırılması gerektiği ile ilgili ifadeler ön görüşmelerinde (*f*=4), son görüşmelerine (*f*=2) göre daha fazladır. Öğretmen adayları ön görüşmelerden farklı olarak son görüşmelerinde bu araçların verimliliğinin artırılması için geliştirilmesi gerektiğiyle (*f*=3) ilgili ifadelerde bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının görüşlerine göre etik kaygılar ve bilişsel kaygıların öğretmen adaylarının yapay zeka tutumunda belirleyici bir yapısı olduğu görülmektedir. Etik kaygıları, bilişsel kaygılar ve toplumsal kaygılar yapay zeka tutumunda olumsuz boyutu oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının son görüşmelerde yapay zekayı kimlerin ve nasıl kullandığının önemli olduğuyla ilgili görüşleri yapay zeka tutumlarındaki gelişmeyi gösterir niteliktedir. Verimlilik ve zaman yönetimi kısımlarında da frekansın artışı yapay zeka tutumunda olumlu bir ilerlemeyi göstermektedir.

Kodlara ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

-*"Yapay zekâ ile donatılmış bir gelecek işlerin kolaylaştığı, yalnız insanların birçoğunun yeteneklerinin köreldiği, azınlığın gücü ile çoğunluğun ileriye gideceği bir gelecek olacaktır." ($Ö_7$- Ön Görüşme)*

- *"Yapay zekâ ile donatılmış bir gelecek bir çok işin kolaylıkla görüleceği, yapay zeka yardımıyla zamanımızın çok daha verimli olacağı bir gelecek olacağını düşünüyorum. Yapay zekanın en büyük sınırlılığı verilerin bizler tarafından girilmek zorunda olmasıdır." ($Ö_7$- Son Görüşme)*

"Yapay zekanın hayatımızın her alanında kullanılması durumunda sosyal toplumun şu anki halinden çok farklı bir şekle dönüşeceğini düşünüyorum. Hizmet sektöründe çalışan

insanların yerini yapay zeka ve robotlara bırakacak bu durumda insanlara yapacak iş kalmaz soğuk ve ürkütücü olmasının yanında gerçekçi değil.

Yapay zekanın sınırı insanların izin verdiği ölçüde hareket etmeleri gerekmesidir. Aynı zamanda insanların etik kurallarına uygun davranılmalı yapay zeka ile işlenen suçlar için yeni yasalar ve cezalar getirilmeli." ($Ö_2$- Ön Görüşme)

"Yapay zeka ile donatılmış bir gelecek, daha verimli, kişiselleştirilmiş ve inovatif bir dünya sunarken iş gücü kaybı, etik sorunlar ve güvenlik risklerini de beraberinde getirebilir. Bu geleceği şekillendirmek, insan odaklı bir yaklaşım ve etik kurallara bağlı kalmayı gerektirir.

Yapay zeka, insan benzeri düşünme yeteneğine sahip olmasa da, veriye dayalı kararlar alma, öğrenme ve modelleme gibi görevlerde büyük ilerlemeler kaydetmiş olsa da, duygusal anlayış ve etik kararlar gibi insana özgü alanlarda sınırlıdır." ($Ö_2$- Son Görüşme)

4.1.3 Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları Üzerine Etkisine Yönelik Bulgular

Bu bölümde "Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sanal Gerçeklik Tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır? " problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu bölümde öğretmen adaylarına Akçelik ve Baran (2022) tarafından geliştirilen ve uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Eğitsel Sanal Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeği (ESG-TÖ)* sonuçlarının tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.3.1 Eğitsel Sanal Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeğine(ESG-TÖ) İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının ESG-TÖ ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.27'de yer almaktadır

Tablo 4.27 Öğretmen Adaylarının ESG-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,47	,422	2,72	4,06
Son Test	13	3,93	,391	3,11	4,44

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,47 son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,93 olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için ESG-TÖ ön test-son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.28'de sunulmuştur

Tablo 4.28 Öğretmen Adaylarının ESG-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	2	4,00	8,00	-2,622 *	,009 *
Pozitif Sıra	11	7,55	83,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ESG-TÖ aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,622, p<,05. Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Etki değeri hesaplandığında (r=0,72) uygulamanın Cohen'e göre yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.3.2 Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış formda geçen "*Eğitsel sanal gerçeklik uygulamaları hakkında ne düşünüyorsunuz*?" sorusuna verilen cevaplar yönünde belirlenen eğitsel sanal gerçeklik tutumları ile ilgili ön görüşme ve son görüşmeden elde edilen veriler tablo 4.29'daki gibidir.

Tablo 4.29 Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumları ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri

Kategori	Ön Görüşme Kodları	f	Son Görüşme Kodları	f
Eğitsel Sanal Gerçeklik	Eğitsel Fayda	3	Kalıcı öğrenme	4
	Somutlaştırma	7	Somutlaştırma	4
	Motivasyon geliştirici	4	Motivasyon geliştirici	6
	Uygulama kısıtlılıkları	5	Uygulama kısıtlılıkları	5
	Sağlık sorunları	4		
	Bilmiyorum	1	Deneyimsel aktif öğrenme	4
	Yeterli Bulmuyorum	1	Geliştirilmeli	1

Tablo 4.29'a göre öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik ile ilgili görüşleri incelendiğinde ön ve son görüşmelerden elde edilen kodların büyük oranda benzer olduğu frekanslarının dağılımının değiştiği görülmüştür. Öğretmen adayları sanal gerçeklik uygulamalarını ön görüşmelerde eğitsel olarak faydalı (f=3) bulmaktadır. Son görüşmelerde ise bu fayda boyutu genişlemiş öğretimsel yönünün güçlenerek kalıcı öğrenmeyi (f =4) desteklediği ifadelerinde bulunulmuştur. Somutlaştırmayla ilgili ifadeler genel olarak ön görüşmelerde (f =7) de son görüşmelerde(f =4) de sıkça bahsedilmiştir. Motivasyona etkisi ön görüşmelerde (f=4) ve son görüşmelerde (f=6) sıkça bahsedilmiş son görüşmelerde daha fazla bahsedilmiştir. Sanal gerçekliğin eğitim amaçlı kullanımının motivasyonu artırdığı ile ilgili görüşlerin artması sanal gerçeklik tutumunun olumlu etkilendiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının ön ve son görüşmelerde erişilebilirlik problemleriyle beraber uygulama kısıtlılıklarından bahsettiği ifadelerin frekansının aynı olduğu (*f* =5) görülmüştür. Ön görüşmelerde sağlık sorunlarına sebebiyet verebileceğinden bahsedilirken (*f*=4), Hangi uygulamalar yapıldığına dair bilgisi olmadığı 1 öğretmen adayı tarafından belirtilmiştir. Ön ve son görüşmede 1 öğretmen adayı yapılan uygulamaların yetersiz olduğunu belirtmiştir. Son görüşmede ise ön görüşmeden farklı olarak deneyimsel aktif öğrenmeye vurgu yapılan (*f*=4) ifadeler görülmüştür. Tüm bu açıklamalarla birlikte öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutumlarının olumlu geliştiği görülmektedir.

Kodlara ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

"Eğitsel sanal gerçeklikle ilgili ne tür uygulamalar yapıldığına dair bir bilgim yok ama uygulama yapılmasını faydalı buluyorum" ($Ö_1$- Ön görüşme)

"Eğitimde sanal gerçeklik öğrencilerin ulaşamadığı öğrenme ortamlarını onlara sunabilir. Bu açıdan çok faydalı. Öğrenciler yaparak yaşayarak öğrenirler. Bu da kalıcı öğrenme sağlar. Fakat burada öğrencilerin gerçeklik algısının bozulması konusu eğitimin amaçlarından ziyade birinci sırada gelmelidir. Mesela ben ödevlerimi yaparken bilgisayara fazlasıyla maruz kaldım, bilgisayardan kalktığım zaman bir anlığına hayatı bilgisayar gibi görmeye başladım. Örgü örerken yanlış ilmek attığımda etrafımda ctrl+z aramak gibi." ($Ö_1$- Son görüşme)

"Eğitimde mevcut uygulamaların kullanmak için yetersiz olduğunu düşünüyorum." ($Ö_7$- Ön görüşme)

"Geliştirilmeli, şu anki mevcut sistemler birçok konuda verimsiz, gelecekte var olacağını düşünüyorum." ($Ö_7$- Son görüşme)

"Eğitsel sanal gerçeklik uygulamaları örneğin eğitimde yani okullarda ders sırasında bir konuyu somutlaştırıken o konunun öğrenci zihninde daha iyi yapılandırılmasını sağladığı için bu uygulamaların faydalı olduğunu düşünüyorum" (Ö13- Ön görüşme).

"Bence Eğitsel Sanal Gerçeklik uygulamaları teorik olarak öğrenilen bilgilerin somutlaştırılmış (hailou.ai ile animasyon vb.) halini öğrenciye sunduğundan dolayı ve

eğlenceli çalışmalar [magicschool, gemini(hikaye üretme), suno (şarkı üretme) vb.] ile bilgilerini pekiştirmelerini sağladığı için kalıcı öğrenmeye katkıda bulunur." ($Ö_{13}$- Son görüşme)

4.1.4. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Bulgular

Bu bölümde "Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metaverse Tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır? " problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Dolayısıyla bu bölümde öğretmen adaylarına Çengel ve Yıldız (2022) tarafından geliştirilen ve uygulama öncesi ve sonrasında uygulanan *Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ)* sonuçlarının tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.4.1. Öğretmenlerin Metaverse Kullanmaya İlişkin Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.30'da yer almaktadır.

Tablo 4.30 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Ön Test- Son Test puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,01	,503	2,35	3,88
Son Test	13	3,52	,451	2,76	4,12

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,01 son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,52 olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için ÖMKİ-TÖ ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.31'de sunulmuştur.

Tablo 4.31 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	2	5,50	11,00	-2,412 *	,016 *
Pozitif Sıra	11	7,27	80,00		
Eşit					

*Negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (z= -2,412, p<,05). Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test uygulama puanı lehine olduğu görülmektedir. Etki değeri hesaplandığında (r=0,66) uygulamanın Cohen'e göre yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.4.2 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (Ömki-Tö) Algılanan Fayda Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ algılanan fayda ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.32'de yer almaktadır.

Tablo 4.32 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,70	,805	1,83	4,83
Son Test	13	3,84	,936	2,00	5,00

Öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ algılanan fayda ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,70 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,84 puan olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için ÖMKİ-TÖ algılanan fayda alt boyutu ön test- son test puan

ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.33'de sunulmuştur

Tablo 4.33 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	5	7,40	37,00	-594	,552
Pozitif Sıra	8	6,75	54,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.33'de yer alan ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ Algılanan Fayda alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -594, p>,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,16) Cohen'e göre oldukça düşük derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.4.3 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ) Hazırbulunuşluk Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ hazırbulunuşluk alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.34'de yer almaktadır.

Tablo 4.34 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	3,20	,561	2,50	4,17
Son Test	13	3,46	,612	2,33	4,33

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=3,20 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,46 puan olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için ÖMKİ-TÖ hazırbulunuşluk alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.35'de sunulmuştur.

Tablo 4.35 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	6	5,33	32,00	-,945	,345
Pozitif Sıra	7	8,43	59,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.35'de yer alan ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ Hazırbulunuşluk alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -945, p>,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,26) Cohen'e göre oldukça düşük derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.4.4 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği (ÖMKİ-TÖ) Memnuniyet Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ memnuniyet alt boyutu ön test- son test puanlarına yönelik dağılımları Tablo 4.36'de yer almaktadır.

Tablo 4.36 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Memnuniyet Alt Boyutu Ön Test- Son Test Puanları Betimsel İstatistikleri

Ön Test-Son Test	N	$\bar{X}$	Ss	En Düşük	En Büyük
Ön Test	13	1,96	,515	1,40	2,80
Son Test	13	3,20	,642	2,00	4,20

Öğretmen adaylarının ön test ortalamalarının $\bar{X}$=1,96 puan, son test ortalamalarının ise $\bar{X}$=3,20 puan olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlılık düzeyinin belirlenmesi için ÖMKİ-TÖ memnuniyet alt boyutu ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

amacıyla tek örneklem Wilcoxon işaretli sıralar analizi yapılmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.37'de sunulmuştur

Tablo 4.37 Öğretmen Adaylarının ÖMKİ-TÖ Memnuniyet Alt Boyutu Ön Test- Son Test Ortalamalarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Analizi

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	,00	,00	-3,184*	,001*
Pozitif Sıra	13	7,00	91,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.37'de yer alan ÖMKİ-TÖ Memnuniyet alt boyutuna ait analiz sonuçları, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ÖMKİ-TÖ Memnuniyet alt boyutundan aldıkları ön test- son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir (z= -3,184*, p<,05). Uygulamanın etki değeri hesaplandığında (r=0,88) Cohen'e göre oldukça yüksek derecede bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

4.1.4.5 Öğretmen Adaylarının Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumları Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formuna Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış formda geçen "*Eğitimde metaverse kullanımı size ne ifade ediyor?*" sorusuna verilen cevaplar yönünde belirlenen eğitsel sanal gerçeklik tutumları ile ilgili ön görüşme ve son görüşmeden elde edilen veriler tablo 4.38'deki gibidir.

Tablo 4.38 Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımı ile İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri

Kategori	Ön Görüşme Kodları	f	Son Görüşme Kodları	f
Eğitimde Metaverse Kullanımı	Bilmiyorum	3	Aktif ve kalıcı öğrenme	3
	Somutlaştırma	2	Somutlaştırma	6
	Sanal karakter	1	Amaç dışına çıkar	1
	Sanal ortam	2	Sanal ortam	4
	Motivasyon artırıcı	1	Motivasyon artırıcı	2
	Zihnen yorucu	1	Sanal gerçeklik	1
	Geliştirilmeli	1	Yeni neslin ilgi odağı	1
	Sınırlı olmalı	2		
	Oyunlaştırma	2		
	Yapay zeka	2		

Öğretmen adaylarının eğitimde metaverse kullanımına ait ön görüşme ve son görüşmelerde belirttiği ifadeler Tablo 4.38'de yer aldığı gibi kullandıkları ifadelere göre çeşitli kodlara ayrılmıştır. Ön görüşmelerde bilmiyorum (*f*=3) ifadesini kullanan öğretmen adaylarının son görüşlerinde bilmiyorum diyen kimsenin olmadığı görülmüştür. Somutlaştırma kavramı ön ve son görüşmelerde sıkça bahsedilen ifadelerden birisidir. Son görüşmede (*f*=6) bu ifadenin frekansının Ön görüşmede (*f*=2) kullanılan ifadelere göre arttığı ve öğretmen adaylarının somutlaştırma ifadesini metaverse için sıkça kullandıkları görülmüştür. Bunun yanında sanal ortam olduğunu ön görüşmede (*f*=2) olarak belirten öğretmen adayın sayısı son görüşmede artmıştır(*f*=4) . Ayrıca ön görüşmede motivasyon artırıcı diyen (*f*=1) öğretmen adayı sayısı son görüşmelerle birlikte (*f*=2) artmıştır. Bunların dışında ön görüşmelerde sanal karakter (*f*=1), sınırlı olmalı (*f*=2), oyunlaştırma (*f*=1), zihnen yorucu (*f*=1), geliştirilmeli (*f*=1), yapay zeka (*f*=2) ifadeleri kullanılmıştır. Bu ifadelerin yanında uygulamadan sonra yapılan son görüşmelerde aktif öğrenme (*f*=3), yeni neslin ilgi odağı(*f*=1), amaç dışında kullanılabilir (*f*=1) ifadelerinin yer aldığı görülmüştür. Genel anlamda eğitimde metaverse kullanmaya karşı tutum ve düşüncelerinde olumlu değişimler gözlenmiştir.

Kodlara ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

" Bilgim yok kullanımına denk gelmedim." ($Ö_4$- Ön görüşme)

"Kolay sabote edilebilir, amaç dışına kolay çıkabilir gibime geliyor." ($Ö_4$- Son görüşme)

"Öğrencilerin zihnen yorulduğu, idrakının zorlanacağı geliştirilmesi gereken bir uygulama" ($Ö_7$- Ön görüşme)

"Çocukların ulaşamadığı ortamları onlara sağlamada oldukça önemli, sanal sınıflar ile öğrencilerle her durumda beraber olunabileceği için çok kıymetli" ($Ö_7$- Son görüşme)

4.1.5. Web 3.0 Araçlarının Fen Eğitimine Entegrasyonunun Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri İle Yapay Zekâ, Sanal Gerçeklik Ve Metaverse Kullanımlarına İlişkin Puanlarındaki Değişimlerin Nitel Görüşlerle Açıklanmasına Yönelik Bulgular

Bu bölümde "Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeyleri ile yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse kullanımlarına ilişkin puanlarındaki değişimleri, nitel görüşlerle nasıl açıklanmaktadır?"

problemine cevap verecek şekilde bulgulara yer verilmiştir. Araştırmadan elde edilen nitel ve nicel verilerin tümüne yönelik bulgular tablo 4.39'da yer almaktadır.

Tablo 4.39 Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgileri ile Yapay Zekâ, Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımlarına İlişkin Puanlarındaki Değişimlerin Nitel Görüşlerle Açıklanması

Araştırma Sorusu	Alt Boyut	Nicel Bulgular	Nitel Bulgular	Nicel ve Nitel Bulguların Sentezi
1) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine etkisi nasıldır?	TPAB öz-yeterlilik düzeyi	Düzey: uygulama öncesi ve sonrasında "iyi" düzey İstatistiksel anlamda son test lehine anlamlı bir etkiye sahip. Yüksek etkiye (r=0,78) sahiptir.	Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara göre TPAB ölçeği alt boyutlarıyla örtüşen teknolojik pedagojik yeterlilik algısı ve pedagojik alan yeterliliği algısı olmak üzere iki alt tema belirlenmiştir. Teknolojik pedagojik yeterlilik algısı temasında görüldüğü üzere öğretmen adaylarının Ön görüşmelerde (f=4) olan yapay zekâ kavramını, son görüşmelerde iki katına çıkarak (f=8) en güçlü gelişim alanlarından biri olmuştur. Somutlaştırma yönündeki görüşler ön görüşmelerde (f=3) seviyesinden, son görüşmelerde (f=9) seviyesine yükselerek en yüksek frekansa ulaşmıştır. Ön görüşmelerde "bilgim yok" (f=1) ve "geliştirmeliyim" (f=5) kodların oluştuğu görülmüştür. Son görüşmelerde bu kodların olmadığı görülmektedir Son görüşmelerde ön görüşmelerden farklı olarak doğrudan Web 3.0 (f=2) kodunun oluştuğu görülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen alt temalardan bir diğeri ise pedagojik alan yeterlilik algısıdır. Bu kısımda öğretmen adaylarının görüşlerinde Hâkim değilim kodu Ön görüşmelerde en yüksek frekansa sahip olan bu kod (f=8), son görüşmelerde keskin bir düşüş göstererek f=1 seviyesine gerilemiştir. Kısmen yeterliyim kodu Adayların kendilerini orta düzeyde yeterli görme eğilimi, ön görüşmelere (f=3) oranla son görüşmelerde artış göstererek f=4 olarak kaydedilmiştir. Hâkimim koduAdayların tam yeterlilik algısı hem ön görüşmelerde hem de son görüşmelerde f=2 değeriyle sabit kalmıştır.	Araştırmanın nicel verilerinde TPB (r=0,88) ve PAB (r=0,76) boyutlarında görülen yüksek etki değerleri, nitel verilerdeki yapay zekâ/somutlaştırma odağındaki artış ve "hâkim değilim" ifadesindeki keskin düşüşle doğrudan örtüşmektedir. Bununla birlikte nicel sonuçlarda genel TPAB boyutunda (p=0,054, r=0,53) anlamlılık ve etki değerleri yapılan uygulamanın bu boyutta orta etkililik düzeyinde olduğunu, istatistiksel anlamda etkisinin sınırda bir değerde kaldığını göstermektedir.Görüşmelerde oluşan bulgulara göre bu boyutta gelişmeler olduğu görülmüştür ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ölçekten alınan puanlar ile belirlenen düzeylerde TPB,PAB ve TPAB boyutları iyi düzeyinden çok iyi düzeyine yükseldiği görülmüştür.
	TB	Düzey: uygulama öncesinde "Orta" sonrasında "İyi" düzey TB alt boyutunda son test lehine anlamlı bir etkisi vardır. Uygulama yüksek etkiye sahiptir (r=0,67).		
	PB	Düzey: uygulama öncesinde "İyi" sonrasında "Çok iyi" düzey PB alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir. Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,36).		
	TAB	Düzey: uygulama öncesinde "Az" sonrasında "Orta" düzey TAB alt boyutunda son test lehine anlamlı bir etkisi vardır. Uygulama yüksek etkiye sahiptir (r=0,82).		
	PAB	Düzey: uygulama öncesinde "İyi" sonrasında "Çok iyi" düzey PAB alt boyutunda son test lehine anlamlı bir etkisi vardır. Uygulama yüksek etkiye sahiptir (r=0,76).		
	FtdaAB	Düzey: uygulama öncesinde "İyi" sonrasında "Çok iyi" düzey FtdaAB alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir. Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,36).		
	FydaAB	Düzey: uygulama öncesinde ve sonrasında "İyi" düzey FydaAB alt boyutunda son test lehine anlamlı bir etkisi vardır. Uygulama yüksek etkiye sahiptir (r=0,64).		
	TPAB	Düzey: uygulama öncesinde "İyi" sonrasında "Çok iyi" düzey TPAB alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir. Uygulama orta derecede etkiye sahiptir (r=0,53).		
	TPB	Düzey: uygulama öncesinde "İyi" sonrasında "Çok iyi" düzey TPB alt boyutunda son test lehine anlamlı bir etkisi vardır. Uygulama yüksek etkiye sahiptir (r=0,88).		

2) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonun fen bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumlarına etkisi nasıldır?	YZ'ye yönelik genel tutum	Yapılan uygulamanın öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür (p=,054). Uygulama düşük etkiye sahiptir (0,37).	Ön ve son görüşmelere göre olumlu tutumlar değerlendirdirildiğinde Verimlilik ve zaman yönetimi ön görüşmelerde düşük olan vurgu (f=1), son görüşmelerde belirgin bir şekilde artmıştır (f=4) Ön görüşmelerdeki genel "eğitim ve gelişim" (f=2) algısı, yerini doğrudan "eğitsel kullanım" (f=3) odağına bırakmıştır. Son görüşmelerde "teknolojik gelişim" (f=3) ve "pozitif etkiler" (f=4) kodları eklenmiş; "işleri kolaylaştırma" ifadesi ise hafif bir düşüş (f=4'ten f=3'e) göstererek yerini daha teknik ifadelere bırakmıştır. Olumsuz tutumlar incelendiğinde adayların kaygıları, korku odaklı olmaktan çıkıp yapısal ve toplumsal bir boyuta taşınmıştır: "Etik ve güvenlik" (f=4) her iki dönemde de sabit kalarak en temel endişe kaynağı olarak görülmektedir. "İş gücü ve sosyal etki" kaygısı (f=3'ten f=5'e) yükselirken; "bilişsel riskler" (f=2'den f=1'e), "kontrol ve korku" (f=3'ten f=2'ye) ve "sınırlandırma gerekliliği" (f=4'ten f=2'ye) kodlarında düşüş saptanmıştır. Son görüşmelerde adaylar, kaygılara rağmen araçların "geliştirilmesi gerektiğini" (f=3) savunarak yapıcı bir yaklaşım sergilemişlerdir.	Nicel bulgularda tutum puanlarının anlamlı bir değişim göstermemesi, nitel verilerde bir taraftan pozitif verimlilik algısı artarken diğer taraftan yapısal kaygıların derinleşmesiyle oluşan dengeleyici süreç tarafından doğrulanmaktadır. Bu durum, uygulamanın toplam tutum puanını istatistiksel olarak etkilemediğini ancak adayların zihinsel şemalarında yüzeysel korkulardan teknik ve toplumsal farkındalığa doğru niteliksel bir dönüşüm yarattığını kanıtlamaktadır.
	Pozitif tutum	Pozitif tutum alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir (p=,126). Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,44).		
	Negatif tutum	Negatif tutum alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir (p=,972). Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,009).		

3) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun , fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutumları üzerine etkisi nasıldır?	ESG'ye yönelik tutum	Yapılan uygulamanın öğretmen adaylarının Eğitsel Sanal gerçeklik tutumlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. (p=,009). Uygulama yüksek etkiye sahiptir (0,72).	Ön görüşmelerde uygulamalar genel bir "eğitsel fayda" (f=3) olarak görülürken; son görüşmelerde bu algı, öğretimsel derinlik kazanarak "kalıcı öğrenmeyi destekleme" (f=4) vurgusuna dönüşmüştür. Soyut kavramları somutlaştırma özelliği, hem ön görüşmelerde (f=7) hem de son görüşmelerde (f=4) en baskın ve temel görüşlerden biri olmayı sürdürmüştür. Adayların erişilebilirlik ve uygulama kısıtlılıklara yönelik görüşleri hem uygulama öncesinde hem de sonrasında değişmeden (f=5) sabit kalmıştır. Ön görüşmelerde "sağlık sorunları" (f=4) ve "uygulama bilgisizliği" (f=1) gibi endişeler ön plandayken, son görüşmelerde bu kaygıların yerini deneyim odaklı çıktılar almıştır. Yapılan uygulamaların yetersiz olduğuna dair görüş, hem ön hem de son görüşmelerde 1 öğretmen adayı tarafından istikrarlı şekilde dile getirilmiştir. Son görüşmelerde, ön görüşmelerden farklı olarak "deneyimsel aktif öğrenme" (f=4) kodunun ortaya çıkması, sürecin adaylarda uygulama odaklı bir farkındalık yarattığını göstermektedir	Nicel bulgularda saptanan istatistiksel anlamlılık ve yüksek etki düzeyi, nitel verilerdeki "kalıcı öğrenme" ve "deneyimsel aktif öğrenme" gibi yeni, güçlü temaların oluşumuyla tam bir uyum içerisinde doğrulanmaktadır. Somutlaştırma ve eğitsel fayda gibi temel olumlu görüşlerin korunmasıyla birlikte kaygıların deneyim odaklı bir farkındalığa dönüşmesi, uygulamanın adayların tutumlarını niteliksel olarak güçlendirdiğini ve nicel artışı desteklediğini kanıtlamaktadır.
4) Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumları nasıldır?	Metaverse kullanımlarına ilişkin tutum	Yapılan uygulamanın öğretmen adaylarının Metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.(p=,016). Uygulama yüksek etkiye sahiptir (0,66).	Ön görüşmelerde "bilmiyorum" (f=3) diyen adayların, son görüşmelerde bu ifadeyi tamamen terk ettikleri saptanmıştır. Teknolojiyi bir "sanal ortam" olarak nitelendirenlerin sayısı son görüşmelerde (f=2'den f=4'e) yükselmiştir. Ön görüşmelerde Metaverse ile bağdaştırılan "yapay zeka" (f=2), "sanal karakter" (f=1) ve "oyunlaştırma" (f=1) gibi kodlar sürece dair ilk algıları yansıtmaktadır. Metaverse'ün soyut kavramları somutlaştırma potansiyeline yönelik vurgu, son görüşmelerde (f=2'den f=6'ya) en belirgin artışı gösteren bulgu olmuştur. Uygulama sonrasında ortaya çıkan "aktif öğrenme" (f=3) kodu, Metaverse'ün pedagojik potansiyelinin adaylarca deneyimlendiğini kanıtlamaktadır. "Motivasyon artırıcı" (f=1'den f=2'ye) görüşündeki artışın yanı sıra, son görüşmelerde teknolojinin "yeni neslin ilgi odağı" (f=1) olduğu	Nicel bulgularda genel tutum (p=,016) ve memnuniyet (p=,001) boyutlarında saptanan anlamlı ve yüksek etkili artış, nitel verilerdeki "bilmiyorum" ifadesinin yerini güçlü bir "somutlaştırma" (f=6) ve "aktif öğrenme" (f=3) farkındalığına bırakmasıyla doğrudan desteklenmektedir. Algılanan fayda ve hazırbulunuşluk boyutlarındaki nicel durağanlık ise nitel sonuçlarda teknolojinin hâlâ "amaç dışı kullanım" gibi risklerle ilişkilendirilmesi ve sistemin "sanal ortam" sınırlılığına dair teknik tanımların baskın kalmasıyla açıklanarak bütüncül bir tutarlılık
	Algılanan Fayda	Algılanan fayda alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir (p=,552). Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,16).		
	Hazırbulunuşluk	Hazırbulunuşluk alt boyutunda anlamlı bir etki görülmemiştir (p=,345). Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,26).		
	Memnuniyet	Memnuniyet alt boyutunda anlamlı bir etki görülmüştür (p=,001). Uygulama düşük etkiye sahiptir (r=0,88).		

	vurgulanmıştır. Ön görüşmelerde "zihnen yorucu" (f=1) ve "sınırlı olmalı" (f=2) şeklindeki kısıtlayıcı görüşler yer alırken; son görüşmelerde teknolojinin "amaç dışında kullanılabilirliği" (f=1) bir risk faktörü olarak belirtilmiştir. Sistemin henüz eksiklikleri olduğu düşünülerek "geliştirilmeli" (f=1) önerisi ön görüşmelerde kayda geçmiştir.	sergilemektedir.

Öğretmen adaylarının Web 3.0 kavramıyla ilgili ön görüşme ve son görüşmeden elde edilen veriler tablo 4.40'daki gibidir.

Tablo 4.40 Öğretmen Adaylarının Web 3.0 Kavramıyla İlgili Ön ve Son Görüşmeden Elde Edilen Görüşleri

Kategori	Ön Görüşme Kodları	f	Son Görüşme Kodları	f
Kavramsal bilgi ve farkındalık	Bilmiyorum	5	Yapay zekâ entegrasyonu	9
	Yapay zekâ entegrasyonu	6	3B Tasarım	3
	3B Tasarım	1	Teknolojik Gelişim	3
	Kullanıcı Merkezli İnternet	1	Akıllı ve Kullanıcı merkezli	2
	İnternette Kullanılan Kavram	1	Gelişmekte olan teknolojik araçlar	3
	Sanal ortam	1	Kolaylık	3
			Sanal gerçeklik	1

Tablo 4.40'da öğretmen adaylarının web 3.0 kavramıyla ilgili düşünceleri kavramsal bilgi ve farkındalık olmak üzere bir kategoride toplanmıştır. Uygulama öncesindeki görüşlerde öğretmen adaylarının bir çoğu (*f*=5) web 3.0'ı duymadığını ve bilmediğini ifade etmiştir. Uygulamadan sonra yapılan son görüşmelerde ise bilmediğini ifade eden bir öğretmen adayı yoktur. Ön görüşmelerde yapay zekâ entegrasyonu ifadesi sıkça kullanılmış (*f*=6) son görüşmelerde bu oran artmıştır (*f*=9). 3B tasarım ifadesi 1 kez kullanılmışken son görüşmelerde bu ifade daha sık geçmiştir. *(f*=3). Ön görüşmelerde kullanıcı merkezli bir interneti ifade ettiği (*f*=1) söylenmiş son görüşmelerde akıllı ve kullanıcı merkezli olarak bahsedilmiştir (*f*=2). Ayrıca ön görüşmelerde internette kullanılan kavram (*f*=1) ve sanal ortam (*f*=1) kodları da görülmüştür. Son görüşmelerde ön görüşmelerden farklı olarak web 3.0 kavramının bilgi ve farkındalığına yönelik gelişmekte olan teknolojiler (*f*=3), kolaylık sağladığı (*f*=3) ve sanal gerçeklik (*f*=1) kodları oluşmuştur.

Kodlara ilişkin bazı öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

-"Web 3.0 kavramını daha önce duymadım ama internette kullanılan bir kavram web-sitesi gibi bir şeyi ifade ediyor." ($Ö_2$- ön görüşme)

-"Web 3.0, internetin bir sonraki evrim aşamasını ifade eden bir kavramdır. Temel olarak, daha akıllı, daha kullanıcı merkezli ve daha güvenli bir internet deneyimi sunmayı amaçlar. Web 3.0, kullanıcıların internet üzerinde daha fazla söz sahibi olmasını ve daha etkileşimli bir deneyim yaşamasını sağlayacak bir teknolojik dönüşümü temsil eder."($Ö_2$- son görüşme)

-"Yapay zekâ araçları,sanal ortamda yapılan uygulamalar" ($Ö_{10}$- ön görüşme)

-"Derslerde öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştıracak 3 boyutlu yapay zeka araçları ($Ö_{10}$- son görüş

BÖLÜM V. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmanın bulguları ve ilgili alan yazın incelemeleri sonucunda yapılan tartışmalar alt problemlere göre sunulmuştur. Ana problemimiz olan "web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun, öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerine, yapay zeka, eğitsel sanal gerçeklik ve eğitimde metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarının incelenmesi" sorusunun cevabına alt problemlere verilen cevaplar doğrultusunda ulaşılmıştır. Bu doğrultuda araştırma soruları, bulgular ve alan yazınla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

5.1.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine Yönelik Tartışma

Araştırmadan elde edilen bulgular, fen eğitiminde Web 3.0 araçlarının kullanımının Fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirmeye karşı TPAB öz-yeterlilik puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve son test lehine olacak şekilde bir fark oluşturduğunu göstermektedir. Her ne kadar uygulama öncesinde ve sonrasında TPAB öz-yeterlilik düzeyleri iyi düzeyde kalsa da son test ortalamasının ön test ortalamasına göre yükselmesi ve hesaplanan etki değerinin Cohen'e göre yüksek bir etkiyi gösteriyor olması, yapılan uygulamanın oldukça başarılı olduğunu ve düzey artışı yaşadıklarını kanıtlamaktadır. Nitekim bu bulgunun literatür ile benzer olduğu görülmektedir (Sungur Gül, 2023; Canbazoğlu Bilici ve Baran, 2015; Kırındı ve Durmuş, 2019). Bu bulgu, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterliliklerini doğrudan artırdığını savunan Sungur Gül (2023)'ün bulduğu sonuçlarla örtüşmektedir. Benzer şekilde Canbazoğlu Bilici ve Baran (2015), yapmış olduğu boylamsal çalışmalarında TPAB odaklı eğitimlerin öğretmenlerin öz-yeterlik inançlarını anlamlı düzeyde artırdığını ve yapmış olduğu izleme testleriyle bu artışın kalıcı yönde olduğunu vurgulamışlardır.

Balçın ve Ergün (2018) yaptığı boylamsal tarama çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterlilik düzeylerini belirlemiş ve adayların PAB ve TPB

boyutlarında çok iyi diğer boyutlarda iyi düzeyde olduklarını belirlemişlerdir. Nitekim yapılan bu çalışmada öğretmen adayları PAB, TPAB, TPB, PB ve FtdaAB alt boyutlarında uygulama sonrasında çok iyi düzeyde oldukları ölçülmüştür.

Kırındı ve Durmuş (2019), 75 fen bilgisi öğretmeni ile yaptığı tarama çalışmasında teknolojik yeniliklerin derse entegre edilmesiyle öğretmenlerin öz-yeterlik inançlarının geliştiğini ifade etmiştir bu da ulaşılan bu sonucu desteklemektedir. Ayrıca, Honra (2022) tarafından yapılan meslek içi eğitim çalışmalarının TPAB üzerindeki etkilerini ölçtüğü çalışmada belirtildiği üzere, özellikle uzaktan veya teknoloji destekli öğretim modellerinde öğretmenlerin TPAB öz yeterlilik ve becerilerinin gelişimi, eğitim materyallerini dijital ortamlara uyarlayabilme yetenekleriyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle bu çalışmada belirtildiği üzere Z kuşağı ve Milenyum kuşağının TPAB öz yeterliliklerinin daha fazla oluşu onların teknoloji öğrenmeye ve uygulamaya karşı öz yeterliliklerini destekleyen bir olgu olabilir. Bundan dolayı bu çalışmanın sonuçlarının yapılan uygulamayı destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Araştırmanın Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) alt boyutunda öğretmen adaylarının uygulama öncesinde öz-yeterlilik düzeyleri iyi ölçülse bile son testlerle birlikte çok iyi düzeye yükseldikleri ve en fazla farklılaşmanın olduğu alt boyut olduğu söylenebilir. Ortalamanın yükselmesi ve yüksek bir etki değerine ulaşılması, öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarını pedagojik yöntemlerle harmanlama konusunda büyük bir gelişim gösterdiklerini kanıtlamaktadır. Bu durum, Dereli ve Taşkın Ekici (2025)'nin dijital öyküleme süreci ile TPAB gelişimi arasında bulduğu anlamlı ilişkiyle paralellik gösterir. Dereli ve Taşkın Ekici (2025)'e göre TPAB nicel çalışmalarında öğretmen adaylarının teknoloji kullanımlarının pedagojik bilgiyi desteklediği ve gelişimine katkı sağladığını savunmaktadır. Nitekim yapılan çalışmanın sonuçları da bu yöndedir. Bununla beraber öğretmen adaylarının görüşleri nicel verilerini destekler nitelikte oluşmuştur. Bu veriler fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik ölçeği alt boyutları bulgularıyla TPB boyutu ile doğrudan örtüştüğü ve dolaylı olarak TB, TAB, PAB, FydaAB boyutlarından elde edilen nicel bulgularla da örtüştüğü ve desteklediği görülmüştür. Bu bağlamda Teknolojik Bilgi (TB) boyutunda da anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ortalamaların değişiminin anlamlılığı, öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarının kullanımı konusundaki bilgilerinin arttığını

göstermektedir. Hava ve Babayiğit (2025), öğretmenlerin dijital yeterlilikleri olarak adlandırılabilecek olan TB'nin onların TPAB yeterliliklerini yordayan en önemli değişkenlerden biri olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, bu araştırmadaki TB artışı, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımlarındaki bilgi seviyelerini artırmıştır denilebilir.

Araştırmada Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) boyutunda ve Fenin Yan Dallarına Ait Alan Bilgisi boyutunda anlamlı artışlar kaydedilmiştir. TAB boyutundaki az düzeyinden orta düzeyine geçiş ve ortalamalardaki bu yükseliş, Web 3.0 araçlarının sadece genel bir teknoloji kullanımı değil, fen eğitimine ait içeriklerin (simülasyonlar, animasyonlar, 3B tasarım, modelleme, ders planları, görsel oluşturma.) oluşturulmasında etkili ve yenilikçi araçlar olduğunu göstermektedir. Kıray vd. (2018) tarafından geliştirilen yapısal eşitlik modelinde, TAB'ın genel TPAB üzerinde doğrudan ve pozitif bir etkisi olduğu bulunmuştur. Mevcut araştırmadaki TAB artışı, öğretmen adaylarının fen konularını teknolojiyle nasıl daha destekleyeceklerini, alana özgü yetkinliklerini nasıl daha iyi artıracaklarını geliştirdiklerini göstermektedir. Fenin yan dallarına ait alan bilgisi ortalamalarındaki bu artış da teknolojinin fenin bir yan dalı oluşuyla yakından ilişkili görülmektedir.

Buna ek olarak, Dönmez vd. (2025), öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri ile TPAB düzeyleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Web 3.0 araçlarının doğası gereği işbirliği yapmayı ve eleştirel düşünmeyi desteklemesi (21. yy becerileri), adayların yan dallardaki fen kavramlarını daha etkin bir şekilde teknolojik materyallerinde kullanabilmelerini sağlamış olabilir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu ise , Pedagojik Bilgi (PB) ve Fenin Temel Dallarına Ait Alan Bilgisi (FtdaAB) alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın oluşmamış olmasıdır.

Çalışmada uygulama öncesinde iyi düzeyde olan PB ve FtdaAB boyutları son testlerde çok iyi düzeyine yükselmiştir. Anlamlı fark çıkmamasının nedeni, öğretmen adaylarının almış oldukları lisans derslerinde hali hazırda pedagojik ve alan derslerinin yer alması ve ön pedagoji bilgilerinin yüksek seviyede olmasıdır. Benzer şekilde, Ormancı vd. (2020) çağdaş yaklaşımlar eğitiminin fen öğretimine yönelik genel öz-yeterlik ve teknolojik pedagojik alan bilgileri (TPAB) öz güvenlerine etkisini araştırdığı çalışmada TPAB öz güvenlerinin artarken, fen öğretimine yönelik genel öz- yeterliliğin artmadığını görmüştür. Bu durum,

teknoloji odaklı eğitimlerin özellikle pedagojik bilginin yerine teknoloji ile destekli pedagojik bilgiyi yani teknolojik pedagojik bilgiyi yüksek oranda etkilediğini göstermektedir.

Fenin temel dallarına ait alan bilgisinde anlamlı fark görülmemesi, uygulamanın mevcut fen müfredatlarındaki kavramların çoğunu kapsamaması ya da öğretmen adaylarının fizik, kimya ve biyoloji gibi temel alanlarda zaten güçlü bir akademik bilgiye sahip olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Göksün (2025), 206 öğretmen adayı ile yaptığı çalışmada yapay zeka temelli TPAB durumlarını incelediği çalışmasında, alan bilgisinin değişim göstermeden sabit bir değişken olarak kaldığını ancak bu bilginin teknolojiyle uyarlanması biçiminin (TAB ve TB) gelişime açık olduğunu ve TPAB ile birlikte tüm alt boyutların orta düzeyde toplandığını belirtmiştir. Benzeri olarak yapılan bu araştırmada da Web 3.0 eğitimi, öğretmen adaylarının fenin temel alanlarına ait alan bilgisini artırmadığı görülmüştür. Teknolojinin nasıl kullanılacağının eğitimine odaklandığı için fenin temel alanlarına ait alan bilgisinde istatistiksel bir değişim görülmemiş olması muhtemeldir.

Son olarak, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) alt boyutunda son test puanlarında bir artış gözlenmesine rağmen, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Ancak düzey değişimine bakıldığında iyi düzeyde olan TPAB boyutu yükselerek uygulama sonunda çok iyi düzeye çıkmıştır. Bu bulgu, zaten iyi olan düzeyin geliştirilmesi için TPAB ana bileşenlerin (TB, PB, AB) en üst düzeyde birleşimi olan TPAB'ın gelişiminin daha uzun süreli ve kapsamlı uygulamalar gerektirdiğine işaret etmektedir. Ancak etki değerinin orta düzeyde olması, iyi düzeyin ortalama artışı ile çok iyi düzeye çıkması uygulamanın istatistiksel bir farkı olamasa bile bu alanda güçlü bir potansiyel oluşturduğunu göstermektedir. Canbazoğlu Bilici ve Baran (2015)'ın belirttiği gibi, TPAB'ın tam olarak içselleştirilmesi için öğretmenlerin bu araçları sınıf ortamında defalarca uygulaması ve aşamalı kontrol uygulama süreçlerinden geçmesi, tekrarlı testlere maruz kalması gerekmektedir.

Araştırmanın nitel bulgularında görüldüğü üzere görüşmelerde TPB yetkinliklerine dair "bilgi sahibi olmama" ve "geliştirme ihtiyacı" hissetme durumları, uygulama sonrasında yerini yapay zekâ, simülasyon ve 3B tasarım gibi somutlaştırma araçlarının kullanımına bırakmıştır. Özellikle yapay zekâ kullanımına yönelik algının ve somutlaştırma odaklı araç

kullanımının artışı, öğretmen adaylarının teknolojiyi sadece teknik bir araç olarak değil, pedagojik bir destekleyici olarak görmeye başladıklarını kanıtlamaktadır. Bu durum nicel bulguları destekleyecek şekilde TPB alt boyutuyla doğrudan bağlantılı olarak bir gelişimi anlatmaktadır.

Bu durum, Kırındı ve Durmuş (2019) çalışmasında öğretmenlerin teknolojiyi dersleri "hızlı, rahat ve dikkat çekici" hale getirmek için kullanma eğilimleriyle paralellik göstermektedir. Ayrıca, yapay zekâ ifadesinin kullanımındaki artış, Göksün (2025) ve Hava ve Babayiğit (2025) çalışmalarında vurgulanan YZ-TPAB modelinin işlevsel boyutunun öğretmen adayları tarafından benimsenmeye başlandığını işaret etmektedir. Son görüşmelerde Web 3.0 bileşenlerinin ve kavramının öğretmen adaylarınca dile getirilmeye başlanması, öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik içerik bilgilerinde niteliksel bir derinleşme olduğunu göstermektedir.

Pedagojik alan bilgisi (PAB) yeterlilik algısındaki pozitif değişim için Nitel bulgular incelendiğinde, başlangıçta pedagojik alan bilgisine "hakim olmadığını" belirtenlerin sayısındaki radikal düşüş ve "kısmen yeterliyim" diyenlerin artışı, pedagojik öz-yeterlik algısında nicel bulguları destekler nitelikte pozitif bir ivmeyi temsil etmektedir. Her ne kadar "hakimim" diyenlerin sayısı değişmese de, yetersizlik algısının kırılmış olması mesleki gelişim açısından kritik olarak görülmektedir.

Kıray vd. (2018) tarafından ortaya konan Yapısal Eşitlik Modeli'nde, PAB ve TAB'ın TPAB'ı en fazla etkileyen değişkenler olduğunu belirtmesi, çalışmadaki bu pozitif değişim ile beraber genel teknoloji entegrasyonunun başarısı için gerekli olduğunu doğrulamaktadır. Öğretmen adaylarının pedagojik yeterlilik algısının, Guzey ve Roehrig (2009) çalışmasında belirtilen "pedagojik muhakeme" yeteneğinin gelişmesiyle açıklanabilir; zira pedagojik altyapısı güçlenen öğretmen, teknolojiyle dersini nasıl somutlaştıracağına daha sağlıklı karar verebilmektedir.

Bu çalışma özelinde TPAB'nin öğretmen adaylarının görüşlerinde TPB ve PAB'ye yönelik kodlar neticesinde gelişim gösterdiği görülmüştür Sungur Gül (2023)'ün mülakatlarında belirttiği "teknolojiyi verimli kullanma ve öz-yeterlikte artış" kodlarıyla doğrudan örtüşmektedir. Ayrıca, uygulama sürecinin sonunda öğretmen adaylarının karmaşık

teknolojik bileşenleri (Web 3.0 vb.) telaffuz etmeye başlaması, Dereli ve Taşkın Ekici (2025)'nin dijital içerik hazırlama sürecinin TPAB'ı geliştirdiği yönündeki gözlemlerini destekler niteliktedir. Ancak TPAB'ndeki istatistiksel değişimin görülmemesinin sebepleri Guzey ve Roehrig (2009) çalışmasında belirtilen "pedagojik muhakeme" yeteneğinin gelişmesiyle açıklanabilir; zira pedagojik altyapısı güçlenen öğretmen, teknolojiyle dersini nasıl somutlaştıracağına daha sağlıklı karar verebilmektedir. Buna ek olarak Bu bulgu, Kıray ve diğerlerinin (2018) önerdiği "doğrudan teknoloji odaklı eğitim yerine derinlemesine çalışmalarla AB ve PAB'ı kapsayan aşamalı model" ihtiyacını sahada doğrulamaktadır.

Sonuç olarak; Fen eğitiminde Web 3.0 araçlarının kullanımı, öğretmen adaylarını dijital çağa hazırlamada kritik bir rol oynamaktadır. Araştırma, özellikle teknolojinin pedagoji ve alan bilgisiyle kesiştiği "teknoloji-odaklı" ara boyutlarda (TPB, TAB, TB) yüksek bir artış sağlandığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda Bu çalışmada alınan öğretmen adaylarının görüşlerindeki değişimlere göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının pedagoji temelli bir teknoloji eğitimi aldıklarında, hem alan bilgilerini öğretme konusundaki kaygılarının azaldığını hem de teknolojiye karşı ilgilerinin arttığını nitel verilerle ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının TPAB öz- yeterliliklerindeki gelişim geleceğin fen öğretim alanlarında daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş, bireysel farklara uygun, etkileşime açık ve verimli olabilmesi için ve öğretmenlerin yönlendirme ve materyal hazırlama süreçlerinde daha etkin ve donanımlı yaklaşmaları adına büyük sonuçlar doğuracaktır.

5.1.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlarına Yönelik Tartışma

Araştırmadan elde edilen bulgular, fen eğitiminde Web 3.0 araçlarının kullanımının Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumları puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir Öğretmen adaylarının uygulama öncesi genel tutum puan ortalamasının son testlerde yükseldiği görülmüştür. Sayısal olarak gözlenen bu artışa istatistiksel olarak anlamlı olmaması, Web 3.0 araçları kullanımın öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumlarında anlamlı bir değişim oluşturmadığını göstermiştir.

Bu sonuç, literatürdeki benzer çalışmalarla uyum göstermektedir. Özellikle Aydoğdu ve Özaydın Aydoğdu (2025) tarafından yapılan ve yapay zekâ araçlarının öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumlarına etkisini inceleyen çalışmada, deneysel işlem sonucunda anlamlı bir fark bulunamamış olması bu bulguyu destekler niteliktedir. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının YZ'ye yönelik tutumlarının genellikle "orta" ve "kararsız" düzeyde toplandığı görülmüştür (Yeniçeri ve Kenan, 2025; İmamoğlu Akman ve Akman, 2025). Bu durumun ise öğrencilerin yüksek etik kaygıları ve çekincelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim öğretmen adaylarının görüşmelerinden elde edilen nitel bulgularda görülen etik kaygıların yoğunlukta olması ve son görüşmelerde değişim göstermemesi bu sebeplerin başında gelmektedir.

Araştırmada puan dağılımının azalarak daha homojen bir yapıya bürünmesi, müdahalenin adaylar arasında yapay zekaya yönelik genel tutumlarında gelişmeler olduğunu göstermektedir. Ancak fen bilgisi öğretmenlerinin YZ gibi teknolojilerde kendilerini hala "sınırlı bilgi düzeyinde" görmeleri, kaygı seviyesinin yüksek olması (Yeniçeri ve Kenan, 2025) ve YZ okuryazarlığı konusundaki eksiklikleri (Skalka vd., 2025) ve ayrıca literatürde görüldüğü üzere kadınların yapay zeka tutumlarının erkeklere göre daha az olduğu (Yeniçeri ve Kenan, 2025; Shalka vd., 2025) ve çalışma grubunun kadın yoğunluklu olduğu tutum puanlarında istatistiksel olarak fark oluşturmamasının gerekçesi olarak literatürle örtüşmekte olduğu söylenebilir. Çalışma özelinde öğretmen adaylarının YZ alanında bilgi ve becerilerin geliştiği ancak Yeniçeri ve Kenan (2025)'in bulgularıyla örtüşecek şekilde kaygı seviyelerinin değişmediği özellikle etik kaygılara odaklanıldığı görülmüştür.

YZYG-TÖ Pozitif Tutum alt boyutu puanları incelendiğinde, ön test ve son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın saptanmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, uygulamanın etki değerinin "orta" düzeyde olması, Web 3.0 araçlarının pozitif tutum üzerinde bir gelişim potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Literatürde öğretmen adaylarının YZ'yi "ders materyali hazırlama", "öğrenciyi bireysel değerlendirme" ve "öğretmen asistanlığı" noktalarında büyük bir fırsat olarak gördükleri belirtilmektedir (Çam vd., 2021; Nayir ve Torun, 2025). Bu araştırmadaki pozitif tutumlardaki puan artışı, fen eğitiminde YZ destekli asistanların ve üretken yapay zekâ uygulamalarının öğretmen adaylarının yapay zekâ tutumlarını olumlu yönde etkilediğini

belirten çalışmalarla ilişkilendirilebilir (Karabacak vd., 2025; Nayir ve Torun,2025; Meço ve Coştu, 2021; Çam vd., 2021). Nitekim öğretmen adaylarının görüşmelerinde elde edilen nitel bulgularda "verimlilik ve zaman yönetimi" vurgusunda yaşanan belirgin artış bu bulgularla örtüşmektedir. Bu durum, Dişlioğlu vd. (2025) tarafından yapılan ve öğretmenlerin YZ'yi "idari yükü hafifleten bir asistan" olarak tanımladıkları bulgularla tam bir paralellik göstermektedir. Sürecin başında bu boyuta yönelik farkındalık oldukça sınırlıyken, son görüşmelerde katılımcıların YZ'yi iş süreçlerini optimize eden stratejik bir araç olarak konumlandırdıkları gözlemlenmiştir. Bunun yanında adayların Adayların ilk aşamadaki genel "eğitim ve gelişim" algısının yerini doğrudan "eğitsel kullanım" odağına bırakması, teknolojinin teorik bir yenilikten pratik bir sınıf içi uygulama aracına dönüştüğünü göstermektedir. Işık ve Köse (2025) fen bilimleri öğretmenlerinin YZ konusundaki pedagojik bilgide sınırlılıklara dikkat çekse de, bu çalışmadaki adayların son görüşmelerde daha teknik ifadeler kullanmaya başlaması ve "teknolojik gelişim" kodunun eklenmesi pozitif etkiler doğuracağının söylenmesi ve teknik kullanıma dikkat çekilmesi adayların YZ okuryazarlığı seviyesinin yükseldiğini ve Skalka vd., (2024) tarafından vurgulanan hazırlık düzeyinin olumlu yönde ivme kazandığını göstermektedir. Ancak, üretken yapay zekâ araçlarının eğitim fakültesi öğretim elemanları ve öğretmenler tarafından kullanımının düşük olması ve etik kaygıların yüksek olması yapay zekâ tutumunu etkileyerek YZ araçlarının ders ortamına taşınmasını zorlaştırmaktadır (Uğur vd., 2025), adayların mevcut programlarda YZ araçlarıyla tanışması gerekmektedir. Ayrıca, Magic School gibi spesifik YZ araçlarının akademik başarıyı artırmadaki etkisi kanıtlansa da (Khan vd., 2024), öğretmen adaylarının bu araçları kendi alanlarına entegre etme konusundaki öz yeterliliklerinin henüz tam gelişmemiş olması (Nayir ve Torun, 2025), pozitif tutumun istatistiksel anlamlılığa dönüşmesini engellemiş olabilir.

Negatif Tutum alt boyutu sonuçları, müdahalenin adayların kaygı düzeyleri üzerinde neredeyse hiç değişim yaratmadığını ortaya koymuştur Etki değerinin oldukça düşük seviyede olması, Web 3.0 araçlarıyla yapılan uygulamanın adayların YZ'ye yönelik önceki korku, ön yargı ve etik kaygılarını etkilemediğini göstermektedir. Nitekim adayların görüşmelerinde en çok bahsettikleri durumun etik kaygılar olduğu görülmektedir. Olumsuz tutumlara yöenlik görüşler incelendiğinde, adayların kaygılarının nitelik değiştirdiği görülmektedir. Başlangıçtaki kontrol kaybı ve korku odaklı yaklaşımlar süreç sonunda

zayıflarken, iş gücü ve sosyal etkiye yönelik endişelerde belirgin bir yükseliş saptanmıştır. Öğretmen adaylarının YZ araçlarını tembellik ve sosyal etki ile bağdaştırdıkları görülmüştür. Bu bulgu, Çam vd. (2021) çalışmasında öğretmen adaylarının YZ'yi "işsizlik" bağlamında bir tehdit olarak görmeleriyle doğrudan örtüşmektedir.

Adayların düşünme becerilerinin zayıflayacağına dair "bilişsel riskler" ve "sınırlandırma gerekliliği" konusundaki vurguların azalması, adayların YZ ile rekabet etmek veya onu yasaklamak yerine, onunla birlikte yaşama ve onu yönetme stratejilerine daha çok odaklandıklarını ve bir sonraki aşamada elde ettikleri bu bilgileri YZ'yı etkili ve verimli hale getirmek üzere kullanacaklarını düşündürmektedir.

Bu bulgu, YZ teknolojilerine yönelik genel olarak bir ön yargılarının olduğu görülmektedir. Bayram ve Çelik (2023), fen bilgisi öğretmen adaylarının YZ'ye karşı ciddi bir tehdit algısı ve etik kaygı taşıdıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde, YZ'nın insani etkileşimi azaltacağı, işsizliğe yol açacağı ve öğrencileri tembelliğe iteceği yönündeki korkuları (Çam vd., 2021; Dişlioğlu vd., 2025), uzun süreli eğitimler ve sosyal yaklaşımla değiştirilebilir. Öğretmen adaylarını öğretim sürecinde en yoğun maruz kaldıkları alan yapay zeka araçları olmuştur. TPAB gelişimlerinin yüksek olduğuna bakıldığında aslında yapay zekanın eğitsel kullanımının değil sosyal kaygıların tutum gelişiminde yüksek rol oynadığı görülmektedir.

Nitekim Yeniçeri ve Kenan, (2025) YZ araçları kullanan öğretmen adaylarının ya bütün işlerini ona yaptırıldığı ya da bir asistan gibi çoğu sorunun YZ araçlarına yönlendirildiğini bulmuştur. Bu durumun Yapay zekânın çalışma öncesinde yanlış kullanımının çalışma sonrasında tutum gelişimini engelleyen büyük faktörlerden birisi olabilir. Çalışmada negatif tutumlarda değişimin olmaması etik kullanım ve veri gizliliği kaygılarından kaynaklanıyor olabilir (Uğur vd.,2025).

Yapılan analizlerden elde edilen bulgularda fen eğitiminde Web 3.0 araçlarının kullanımı, fen bilgisi öğretmen adaylarının yapay zekaya yönelik tutumlarında sayısal bir iyileşme ve görüş birliği (homojenleşme) sağlasa bile, bu durumunun istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Meço ve Coştu (2022) tarafından yapılan içerik analizi, YZ'nın eğitimde kullanımının yeni bir paradigma olduğunu ancak yol haritasına ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Güzey vd. (2023) ise eğitimde YZ araştırmalarının henüz

emekleme aşamasında olduğuna dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, mevcut araştırma bulguları; Öğretmen yetiştiren programlarda YZ'nın sadece bir teknolojik araç veya materyal tasarlama sürecinde yardımcı olarak tanıtılması yerine etik farkındalığı yüksek, pedagoji ve alan bilgisiyle desteklenmiş uzun soluklu eğitimlerin verilmesi "YZ okuryazarlığı" eğitimlerinin derinlemesine ele alınması (Skalka vd., 2025; Uğur vd.,2025) gerektiğini desteklemektedir.

Sonuç olarak, adayların son görüşmelerde sergiledikleri "geliştirilmesi gerektiği" yönündeki düşünceleri ile, eğitimin insani dokusunun korunması şartıyla teknolojik entegrasyona açık olduklarını vurgulamaktadır. Korku temelli direncin yerini, sistemik eleştiri ve iyileştirme önerilerine bırakması, öğretmen yetiştirme programlarında YZ etiği ve uygulamalı kullanım rehberlerinin ne denli kritik bir öneme sahip olduğunu bir kez daha kanıtlamaktadır. Bu değişim, literatürdeki "teknolojiyi tüketen değil, teknolojiyi etik değerlerle yöneten öğretmen" modeline (Nayir ve Torun 2025) doğru atılmış önemli bir adımdır.

5.1.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumlarına Yönelik Tartışma

Araştırma bulgularına göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının ESG tutumlarında ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. hesaplanan etki değeri uygulanan müdahalenin adayların sanal gerçekliğe yönelik tutumlarını yüksek düzeyde olumlu etkilediğini göstermektedir.

Tutum puanlarındaki bu yükseliş, sanal gerçekliğin fen eğitiminde yapılan benzeri çalışmaları destekler niteliktedir. Saka (2019), sanal gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin derse karşı ilgilerini canlı tutarak teknolojiye yönelik pozitif bir duruş sergilemelerine olanak tanıdığını belirtmektedir. Benzer şekilde Zhang vd. (2025), işbirlikli sanal gerçeklik deneylerinin katılımcılarda süreçten alınan keyfi ve teknolojik kabulü artırdığını saptamıştır. Bu araştırmada, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde de belirli bir tutum seviyesine sahip olmalarına rağmen son testteki anlamlı artış web 3.0 araçlarının eğitsel sanal gerçeklik alanında kullanımının oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim öğretmen adaylarının görüşleri de bu yöndedir Çalışmada dikkat çeken en önemli unsurlardan biri, motivasyon boyutundaki frekans artışıdır. Ön görüşmelerde kısıtlı bir ifade alanı bulan

motivasyon faktörü, son görüşmelerde daha baskın bir tema haline gelmiştir. Bu artış, ESG tutumunun olumlu yönde geliştiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Literatürde Sarıçam (2019) ve Dağdalan (2019), SG'nin duyusal süreçleri tetikleyerek motivasyonu artırdığını savunmuştur; mevcut bulgular da adayların bu teknolojik entegrasyonun öğrencileri derse bağlama potansiyelini bizzat deneyimleyerek içselleştirdiklerini doğrulamaktadır. Motivasyondaki bu yükseliş, Balcı Çömez (2025)'in vurguladığı 21. yüzyıl becerilerinden "öğrenme istekliliği" ile doğrudan ilişkilidir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerine göre tutumlarındaki bu değişimin sebeplerinden biri, sanal gerçekliğin somutlaştırma potansiyeli olduğu söylenebilir. Nitekim Avcı ve Taşdemir (2019) ile Yağcı ve Şentürk (2023), tüm eğitim kurumlarında fiziksel bir laboratuvar imkanının olmadığını, sanal gerçekliğin ise bu eksikliği gidererek öğrencilere sanal deneyimleri gerçekmiş gibi sunduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, öğretmen adayların soyut olan kavramları somutlaştırma, erişilemeyecek materyallerin sanal ortamlarda erişilebilir olması yönüyle sanal gerçekliği eğitsel kullanılabilirliği yüksek araçlar olarak değerlendirmelerine sebep olduğu görülmektedir. Literatürde yer alan diğer çalışmalar da tutumdaki bu iyileşmeyi desteklemektedir. Sarıçam (2019), dolaşım sistemi gibi soyut fen kavramlarının sanal gerçeklik ile öğretilmesinin öğrenci tutumlarını geleneksel yöntemlere göre daha etkili bir şekilde geliştirdiğini ifade etmektedir. Dağdalan (2019) ise sanal gerçeklik ve animasyon destekli öğretimin fen derslerine yönelik genel tutumu pozitif yönde etkilediğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada saptanan yüksek etki büyüklüğü, fen bilgisi öğretmen adaylarının ESG'yi fen müfredatındaki karmaşık ve soyut konuların (Avcı ve Taşdemir, 2019; Sarıçam, 2019) somutlaştırılmasında önemli bir noktada olduğunu göstermektedir.

Tutumdaki bu artışın sebeplerinden birisi uygulamanın öğretmen adaylarına deneyimsel öğrenme şansı sunmasıdır. Aynı zamanda öğretmen adayları son görüşmelerde ESG deneyimsel aktif öğrenmeyi desteklediklerini belirtmişlerdi. Nitekim Gün ve Durmuş Öz (2024) ile Yılmaz (2024) sanal gerçeklik türlerini başlangıçta ayırt edemediklerini ancak yapılan çalışmalarla uygulamalı eğitimlerle zihinsel karmaşayı gidermede başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir. Öğretmen adaylarının sanal gerçeklik (SG) uygulamalarına yönelik görüşleri, teknolojinin eğitimsel potansiyeline dair farkındalığın süreç içerisinde "fayda"

odağından "deneyimsel ve kalıcı öğrenme" odağına doğru evrildiğini göstermektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular, ön görüşmelerde genel bir "eğitsel fayda" algısı mevcutken, uygulama sonrası son görüşmelerde bu algının kalıcı öğrenmeyi destekleyen öğretimsel bir boyuta ulaştığını kanıtlamaktadır. Bu durum yeniden Balcı Çömez (2025)'in sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenme üzerindeki kalıcılık etkisine dair nitel bulgularıyla örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının son görüşmelerde deneyimsel aktif öğrenmeye yaptıkları vurgu, teknolojinin sadece bir sunum aracı değil, Saka (2019)'nın meta-sentez çalışmasında belirttiği gibi içine çeken (immersive) bir deneyim tasarımı olarak algılandığını göstermektedir.

Ayrıca Balcı Çömez (2025), sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin motivasyonlarını ve 21. yüzyıl becerilerini artırarak teknolojiye olan bağlılıklarını güçlendirdiğini saptamıştır. Bu araştırmadaki adayların tutum ortalamalarındaki artış, Gün ve Durmuş Öz (2024) tarafından saptanan "öğretmenlerin sanal ortamların materyalleri zenginleştirdiğine dair olumlu görüşleri" ile örtüşmektedir. Adaylar, periyodik cetvel veya biyolojik sistemler gibi konularda sanal gerçekliğin sunduğu etkileşimli modellerin (Avcı ve Taşdemir, 2019; Sarıçam, 2019) eğitsel değeri yüksek sanal gerçeklik ortamları ve 3B görselleştirmenin önemi yeniden ortaya çıkmıştır.

Ön görüşmelerde dile getirilen sağlık sorunlarına yönelik kaygılar ve uygulama bilgisizliği, uygulama süreciyle birlikte yerini daha teknik ve pedagojik bir eleştiri olan "uygulama yetersizliği" görüşüne bırakmıştır. Bu durum, öğretmen adaylarının teknolojinin sadece varlığıyla yetinmediklerini, Saka (2019)'nın vurguladığı gibi daha nitelikli, kapsamlı ve eğitsel senaryosu güçlü içeriklere ihtiyaç duyduklarını göstermektedir.

Sonuç olarak, Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek bir etkiyle iyileşme sağlamıştır adayların "deneyimsel aktif öğrenme" vurgusundaki artış, SG'nin geleneksel yöntemlerin aksine öğrenciyi pasif izleyici konumundan çıkarıp etkin bir laborant veya gözlemci konumuna taşıdığına dair güçlü bir inanç geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Bu akademik gelişim, öğretmen adaylarının mesleki hayatlarında ESG teknolojisini kullanmaya yönelik tutumlarının olumlu yönde pekiştiğini ve teknolojiyi pedagojik bir gereklilik olarak gördüklerini (Balcı Çömez, 2025; Sarıçam, 2019), sanal

gerçekliğin fen eğitiminde motivasyonu yükselttiği (Saka, 2019; Balcı Çömez, 2025), soyut kavramları somutlaştırdığı (Sarıçam, 2019; Dağdalan, 2019) ve laboratuvar uygulamalarında fırsat eşitliği sunduğu (Avcı ve Taşdemir, 2019; Yağcı ve Şentürk, 2023) yönündeki geniş literatür verileriyle örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının bu tutum artışı, gelecekteki fen öğretim alanlarını değişim potansiyellerinde güçlü ve uzman yaklaşan öğretmenlerin bulunacağını göstermektedir.

5.1.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Tartışma

Araştırma bulguları, fen eğitiminde Web 3.0 araçlarının kullanımının fen bilgisi öğretmen adaylarının metaverse kullanımlarına ilişkin tutumları üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ön test tutum ortalamasının uygulama sonrasında yükselmesi ve Cohen'e göre yüksek bir etki değeri göstermesi, web 3.0 araçlarının kullanımının öğretmen adaylarını metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarını değiştirmede tutumlarının eğitimle geliştirilebileceğini savunan Öz (2024) ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Özellikle fen eğitiminde kullanılan Web 3.0 araçlarının "anlamsal web" olması sebebiyle bilgiye ulaşımı kolaylaştırması, bu tutum artışının temel sebeplerinden birisi olabilir (Gün ve Durmuş Öz, 2024) .

Bulgularda görüldüğü üzere Memnuniyet alt boyutunda gözlenen yüksek değişim. Ön test ortalamaları uygulama sonrası yükselmiştir. Uygulamanın istatistiksel olarak anlamlı ve oldukça yüksek bir etkiye sahip uygulama olduğunu göstermektedir. Wickramasinghe ve Liyanage (2024), Metaverse ortamlarının öğrenmeyi daha eğlenceli ve etkileşimli kıldığı görüşü memnuniyetteki bu yükselişi desteklemektedir. Nitekim öğretmen adaylarının görüşleri de bu yöndedir Öğretmen adaylarının görüşlerinde uygulama sonunda ortaya çıkan "aktif öğrenme" ve "yeni neslin ilgi odağı" gibi yeni ifadeler, Metaverse'in öğrenci merkezli bir pedagojik dönüşüm vaat ettiğini kanıtlamaktadır. Wickramasinghe ve Liyanage (2024), Metaverse ekosisteminin 21. yüzyıl becerilerini, özellikle eleştirel düşünme ve iş birliğini nasıl "oyunlaştırma" yoluyla artırdığını belirtmektedir. Mevcut bulgularda motivasyon

artırıcı etkide gözlenen yükseliş, bu teknolojinin öğrencilerin derse olan ilgisini diri tutma konusunda potansiyeller taşıdığını göstermektedir.

Zhang ve arkadaşları (2025) tarafından yapılan çalışmada, Metaverse tabanlı iş birliğine dayalı deneylerin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini ve "aidiyet hissini" artırdığı vurgulanmıştır. Nitekim öğrenci görüşleri incelendiğinde memnuniyet alt boyutunu destekleyecek şekilde en çok öne çıkan ve frekansı giderek artan "somutlaştırma" teması olduğu görülmektedir. Adayların şemalarında oluşan metaverse algılarında somutlaştırma kavramı soyut materyallerin somut halde sunulmasının yanında dijital aidiyeti de anlattığı düşünülmektedir.

Somutlaştırma, öğretmen adayları için Metaverse'in fen bilimleri başta olmak üzere soyut kavramların yoğun olduğu alanlardaki en güçlü yönünü temsil etmektedir. Yağcı ve Şentürk (2023), bu teknolojinin özellikle fizik, kimya ve biyoloji gibi alanlarda karmaşık yapıları görselleştirme potansiyelini vurgulayarak bu bulguyu desteklemektedir. Katılımcıların sanal ortam vurgusunun artması, fiziksel gerçekliğin dijital sanallıkla birleştiği "gerçeklik sonrası evren" algısının güçlendiğine işaret etmektedir. Bu araştırmadaki 13 katılımcının tamamının memnuniyet puanında artış gözlenmesi sebebiyle, bu aidiyet ve etkileşim faktörlerinin öğretmen adaylarında benzeri şekilde etkili olduğu düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının görüşlerindeki değişime göre Metaverse teknolojisinin eğitim süreçlerine entegrasyonu, katılımcıların başlangıçtaki belirsiz tutumlarından daha somut ve pozitif bir eğitsel perspektife doğru evrildiğini göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen, başlangıçta "bilmiyorum" şeklinde ifade edilen bilgi eksikliğinin uygulama süreciyle birlikte tamamen ortadan kalkması, literatürdeki öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojik farkındalık süreçleriyle örtüşmektedir. Nitekim Gün ve Durmuş Öz (2024), öğretmen adaylarının başlangıçta Metaverse bileşenlerine dair oldukça sınırlı bir bilgiye sahip olduklarını saptamıştır. Uygulama sonrası bilgi düzeyindeki bu radikal artış, Metaverse'in deneyimsel bir öğrenme aracı olarak bireyler üzerindeki doğrudan etkisini doğrular niteliktedir.

Metaverse ilişkin tutumda ölçek puanlarına göre genel olarak artış gözlenmiş, memnuniyet alt boyutunda da istatistiksel anlamlılıkta bir değişim gerçekleşmiştir, ancak Algılanan

Fayda ve Hazırbulunuşluk alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu durum, Türkiye'deki öğretmen adaylarının yarısından fazlasının Metaverse ve ilgili kavramları henüz tam anlamıyla açıklayamamasıyla (Gün ve Durmuş Öz, 2024), metaverseyi öğrenmeyi kalıcı kılması bakımından avantajlı bulurken; aynı zamanda bağımlılık, sosyal izolasyon ve sağlık sorunları gibi konularda ciddi kaygılar taşıdığının (Yılmaz, 2024) düşünülmesiyle ya da yüksek maliyet ve altyapı yetersizliklerinin bu teknolojinin fen eğitimine tam entegrasyonu önünde büyük bir engel olduğunun (Yağcı ve Şentürk, 2023) düşünülmesi ile açıklanabilir. Nitekim adayların görüşlerinde görülen süreçlerin "sınırlı ve kontrollü" olması gerektiği, "zihnen yorucu" ve "amaç dışında kullanılabilir" şeklindeki çekinceleri, literatürdeki etik ve psikolojik kaygılarla eşleşmektedir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarında anlamlı bir değişim yaşadıkları görülmüştür. Genel olarak memnuniyetlerinin yüksek olduğu ancak algılanan fayda ve hazırbulunuşluk alt boyutlarında anlamlı değişimler yaşamadıkları belirlenmiştir. Adayların görüşlerinde "yapay zekâ" ve "sanal karakter" gibi teknik bileşenlere dair farkındalıklarının uygulama ile derinleşmesi, eğitimde dijital dönüşümün sadece teorik değil, pratik deneyimle mümkün olduğunu göstermektedir. Işık ve Köse (2025), fen öğretmenlerinin bu teknolojilere karşı olumlu bir eğilimde olduklarını ancak uygulama eksikliği hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu bulgular ve literatür ışığında Metaverse'in eğitimde kalıcı bir araç olabilmesi için teknolojik altyapı kadar pedagojik ve etik bir çerçevenin de inşa edilmesi gerektiğini göstermektedir Işık ve Köse (2025). Uygulama sonrası öğretmen adaylarının metaverse kullanımlarını fen öğretim alanlarına taşıyacakları ve eğitsel faaliyetlerinde dijital yetkinlik olarak kullanacakları düşünülmektedir.

5.2 SONUÇ

5.2.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz-Yeterlilik Düzeylerine Yönelik Sonuç

Web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunda yapay zekâ, sanal gerçeklik ve metaverse uygulamalarının TPAB gelişimi açısından incelenmesi eğitim alanında yapılan çalışmalarda önemli bir yere sahiptir. Yapılan bu çalışmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlilik düzeylerinde belirgin etkililik göstermiştir ve öz yeterliliklerini artırıcı etiye sahip olmuştur. Öğretmen adaylarının TPAB öz yeterllik düzeyleri uygulama öncesinde ve sonrasında da iyi düzeyde ölçüldüğü görülmesine rağmen yapılan uygulamada elde edilen veriler neticesinde TPAB öz-yeterlilik düzeylerinde artış yaşanmıştır.

Öğretmen adaylarının teknoloji odaklı bu müdahale sonucunda özellikle teknolojinin pedagoji ile birleştiği tüm alt boyutlarda düzey değişimi yaşaması yalnızca teknik becerilerinin değil, alan bilgisi ve pedagoji bilgisini birleştirerek derin TPAB anlayışını güçlendirdiklerinin bir yansıması olarak görülmektedir. Bu süreçte özellikle teknolojinin pedagoji ve alan bilgisiyle kesiştiği ara boyutlardaki düzeylerin yükselmesi, adayların dijital içerik üretme ve ders tasarlama süreçlerinde daha yenilikçi bir duruş sergilemelerine olanak tanımıştır.

Uygulama sonucunda, öğretmen adaylarının teknolojik bilgiyi pedagojik yöntemlerle harmanlama yetenekleri belirgin bir ivme kazanarak, kuramsal bilgiyi somut ve işlevsel materyallere dönüştürme kapasitelerini artırmıştır. Adayların fen kavramlarını yapay zeka, animasyon, metaverse ve üç boyutlu modelleme gibi Web 3.0 bileşenleriyle destekleme eğilimleri, teknolojiyi salt bir araç olmaktan çıkarıp öğretimin ayrılmaz bir bileşeni haline getirdiklerini göstermektedir. Her ne kadar temel pedagojik ve alan bilgisi seviyeleri lisans eğitimine bağlı olarak başlangıçta da orta ve iyi düzeyde olsa da bu bilgilerin güncel teknolojik imkanlarla yeniden yapılandırılması, TPAB öz-yeterlik düzeylerinde radikal bir iyileşme sağlamıştır. Nitel ve nicel görüşlerin kesiştiği nokta, fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik "yetersizlik" kaygılarının,

uygulama sonrasında yerini "mesleki özgüven" ve "niteliksel derinleşmeye" bıraktığını kanıtlamaktadır. Özellikle yapay zeka ve Web 3.0 terminolojisinin adaylar tarafından birer öğretim stratejisi olarak benimsenmesi, fen öğretiminde soyut kavramların somutlaştırılması adına kritik bir başarıdır. Bu durum, teknoloji destekli pedagojik muhakeme yeteneğinin geliştiğini ve adayların karmaşık fen içeriklerini dijital çağa uygun şekilde yönetebilecek, yeniden üretebilecek ve fen bilimleri konularıyla entegre bir şekilde kullanabilecek donanıma ulaştıklarını göstermektedir.

Web 3.0 tabanlı bu eğitim modeli, geleceğin fen sınıflarının daha etkileşimli, bireysel farklılıklara duyarlı ve verimlilik odaklı tasarlanması için sağlam bir temel oluşturmuştur. Öğretmen adaylarının materyal geliştirme sürecinde sergiledikleri bu yüksek gelişim düzeyi, dijital dönüşümün fen eğitimindeki sürdürülebilirliği açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Sonuçlar, öğretmen yetiştirme programlarında teknoloji odaklı derinlemesine uygulamaların yaygınlaştırılmasının, adayların mesleki kimlik inşasında ve öğretimsel yeterliklerinde çok boyutlu ve kalıcı etkiler yaratacağını ortaya koymaktadır.

5.2.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâya Yönelik Genel Tutumlarına Yönelik Sonuç

Araştırmadan elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Web 3.0 araçları ile desteklenen fen öğretimi sürecinin, öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik genel tutumlarında sayısal bir sıçramadan ziyade, algısal bir standartlaşma ve görüş birliği sağladığı görülmektedir. Müdahale süreci, adayların yapay zekâ'ya karşı mesafeli duruşunu ve düşük tutumunu teknik bir farkındalığa dönüştürse de, yerleşik bir pozitif tutuma döüşmediği görülmüştür. Bunun önündeki en temel engelin, adayların sahip olduğu yüksek düzeydeki etik hassasiyetler olduğu ve sorgulayarak yapay zeka okuryazarlığı kazanma yolunda önemli bir yol kat ettikleri sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, eğitimde yapay zekâ kullanımının öğretmen adayları nezdinde kabul görmesinin, aracın teknik yetkinliğinden

ziyade pedagojik güvenilirliği ve etik çerçevesiyle doğrudan ilişkili olduğu akademik bir gerçeklik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sürecin öğretmen adayları üzerindeki en çarpıcı etkisi, yapay zekânın "teorik bir yenilik" algısından sıyrılarak "stratejik bir eğitsel asistan" kimliğine bürünmesidir. Başlangıçta teknolojiyi genel bir gelişim unsuru olarak gören öğretmen adaylarının, uygulama sonunda yapay zekâyı iş süreçlerini optimize eden, verimliliği artıran ve doğrudan sınıf içi pratiklere entegre edilebilen teknik bir araç olarak tanımlamaya başlamaları, yapay zekâ okuryazarlığı noktasında niteliksel bir derinleşme yaşandığını kanıtlamaktadır. Bu dönüşüm, adayların teknolojiyi sadece tüketen değil, onun eğitsel potansiyelini teknik bir dille analiz edebilen profesyonel bir hazırlık düzeyine eriştiklerini göstermektedir.

Sonuç olarak, adayların yapay zekâya yönelik başlangıçtaki kontrol kaybı ve korku odaklı kaygılarının, süreç sonunda yerini sistemik bir eleştiri ve "iyileştirme" odaklı bir yaklaşıma bıraktığı saptanmıştır. Adayların teknolojiyi koşulsuz bir reddediş yerine, onun toplumsal risklerini ve bilişsel sınırlarını yönetme stratejilerine odaklanmaları, etik değerlerle donatılmış bir " süreç yönetici öğretmen" modeline doğru evrildiklerini göstermektedir. Bu durum, geleceğin fen eğitiminde yapay zekâ kullanımının başarısının; sadece araç kullanım becerisine değil, adayların insani dokuyu koruma kararlılığı ile teknolojik imkânlar arasında kuracakları etik dengeye bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

5.2.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutumlarına Yönelik Sonuç

Fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel sanal gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumları, uygulama süreciyle birlikte pozitif yönde köklü bir dönüşüm sergilemiştir. Başlangıçta genel bir "eğitsel fayda" algısıyla sınırlı olan yaklaşımlar, deneyim sonrası yerini kalıcı öğrenmeyi merkeze alan pedagojik bir bilince bırakmıştır. Bu değişim, teknoloji entegrasyonunun sadece teorik bir kabullenme değil, adayların mesleki kimliklerine dahil ettikleri somut bir tutum gelişimi olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle motivasyonel

unsurların süreç sonunda baskın bir tema haline gelmesi, sanal gerçekliğin duyusal süreçleri tetikleyerek öğrenme istekliliğini artıran kritik bir değişken olduğunu doğrulamaktadır.

Sanal gerçekliğin sunduğu somutlaştırma potansiyeli, fen eğitimindeki soyut ve karmaşık kavramların anlaşılmasında devrimci bir araç olarak nitelendirilmektedir. Fiziksel laboratuvar imkânlarının kısıtlı olduğu durumlarda sanal ortamların sunduğu deneyim imkanı, eğitimde fırsat eşitliğini destekleyen etik bir çözüm olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adayları, bu teknolojiyi sadece görsel bir materyal olarak değil, erişilemeyen mikroskobik veya makroskobik evrenleri ulaşılabilir kılan, deneysel süreçleri gerçeklik algısı içinde sunan stratejik bir unsur olarak içselleştirmişlerdir.

Uygulama süreci, adayların teknolojiye bakış açısını kendi ifadeleriyle "pasif izleyicilikten" "deneyimsel aktif öğrenmeye" dönüştürmüştür. Başlangıçta sağlık sorunları veya kullanım bilgisizliği gibi çekincelerle öne çıkan kaygıların yerini, pedagojik içerik kalitesine ve uygulama senaryolarının derinliğine yönelik teknik eleştirilere bırakması, adayların teknolojik okuryazarlık düzeyindeki artışın bir göstergesidir. Bu durum, öğretmen adaylarının sanal gerçeklik türleri arasındaki farkı kavramaya başladıklarını ve bu araçları zihinsel karmaşayı gideren birer deneyim tasarımı olarak görmeye başladıklarını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Web 3.0 araçlarıyla desteklenen sanal gerçeklik deneyimleri, öğretmen adaylarının gelecekteki öğretim pratiklerinde bu teknolojiyi pedagojik bir gereklilik olarak görmelerini sağlamıştır. Motivasyonu yükselten, soyut kavramları somutlaştıran ve öğrenciyi sürecin merkezine koyan bu yaklaşım, 21. yüzyıl becerileriyle uyumlu bir öğretmen profilinin oluşumuna hizmet etmektedir. sanal gerçeklik uygulamalarının fen müfredatındaki karmaşık yapıların çözümlenmesinde yüksek bir eğitsel değere sahip olduğunu ve öğretmen adaylarının bu dönüşüme uzman bir yaklaşımla hazırlandıklarını göstermektedir.

5.2.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimde Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutumlarına Yönelik Sonuç

Web 3.0 araçları ile desteklenen eğitim süreci, öğretmen adaylarının metaverse teknolojisine yönelik tutumlarını sadece olumlu yönde dönüştürmekle kalmamış, aynı zamanda başlangıçtaki belirsizliğin yerini nitelikli bir farkındalığa bırakmasını sağlamıştır. Bu dönüşüm, teknolojik araçların "anlamsal web" özellikleri sayesinde bilgiye erişimi kolaylaştırmasının ve teorik bilgiyi deneyimsel bir sürece dökmesinin doğal bir sonucudur. Öğretmen adaylarının süreci aktif birer paydaş olarak deneyimlemeleri, metaverse'i sadece bir kavram olmaktan çıkarıp, eğitim ortamlarında uygulanabilir bir vizyona dönüştürmüştür.

Araştırmanın en dikkat çekici çıktılarından biri, katılımcıların deneyim sonrası hissettikleri yüksek memnuniyet düzeyidir. Metaverse ortamının sunduğu etkileşimli ve oyunlaştırma temelli yapının, öğrenmeyi daha eğlenceli hale getirdiği ve bireylerde güçlü bir dijital aidiyet hissi uyandırdığı görülmektedir. Özellikle fen bilimleri gibi soyut kavramların yoğun olduğu disiplinlerde, bu teknolojinin sunduğu "somutlaştırma" imkânı, öğretmen adayları tarafından en güçlü pedagojik avantaj olarak kodlanmıştır. Bu durum, sanal ortamların gerçeklik sonrası evrende kompleks yapıları görselleştirmedeki benzersiz rolünü teyit etmektedir.

Buna karşın, öğretmen adaylarının metaverse'in sunduğu olanaklardan duyduğu memnuniyet, algılanan fayda ve hazırbulunuşluk düzeylerine aynı doğrultuda yansımamıştır. Bu durum, katılımcıların teknolojinin potansiyeline duydukları heyecanın yanında; altyapı yetersizlikleri, yüksek maliyetler, sosyal izolasyon riski ve etik kaygılar konusunda rasyonel bir mesafe koruduklarını göstermektedir. Adayların teknolojiyi "sınırlı ve kontrollü" kullanma eğilimi ile "zihnen yorucu" bulmalarına yönelik çekinceleri, teknolojik coşkunun etik ve pedagojik bir süzgeçten geçirilerek dengelendiğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, eğitimde metaverse entegrasyonu, basit bir araç kullanımının ötesinde derin bir dijital yetkinlik dönüşümü vaat etmektedir. Öğretmen adaylarının başlangıçtaki bilgi

eksikliği, pratik uygulama süreciyle birlikte yerini aktif öğrenme ve yeni nesil pedagojik yaklaşımlara bırakmıştır. Geleceğin eğitimcileri için metaverse, sadece bir görselleştirme aracı değil; yapay zeka ve sanal bileşenlerle zenginleştirilmiş, etik bir çerçeveyle yapılandırılması gereken bütüncül bir öğrenme ekosistemi olarak görülmektedir. Bu sonuçlar, dijital dönüşümün sürdürülebilirliği için teknolojik deneyimin mutlaka pedagojik rehberlik ve etik farkındalıkla harmanlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.3 Öneriler

Bu çalışmada web 3.0 araçlarının fen eğitimine entegrasyonunun fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri öz yeterliliklerine, yapay zeka, sanal gerçeklik ve metaverse kullanımlarına ilişkin tutumlarına etkisi incelenmiş ve web 3.0 teknolojileri hakkında görüşleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmanın Sonuçlarına Yönelik Öneriler

- Araştırmada öğretmen adaylarının YZ'ye yönelik tutumlarının, teknik becerileri artsa dahi etik kaygılar nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değişmediği görülmüştür. Bu bağlamda, eğitim fakültelerinde sadece araç kullanımını değil; veri gizliliği, dijital etik, akademik dürüstlük ve YZ-insan etkileşimini kapsayan kapsamlı bir "Yapay Zeka Okuryazarlığı" dersi zorunlu hale getirilmelidir.
- Sanal Gerçeklik (ESG) ve Metaverse'in somutlaştırma konusundaki yüksek etkisi göz önüne alındığında; Öğretmen eğitiminde kullanılmak üzere alana özgü içerik ve model oluşturulmasını kolaylaştırıcı nitelikte soyut konular (atom modelleri, hücre bölünmesi, astronomi vb.) için kazanımlar bazında fen öğretimi uygulama kılavuzları ve yön gösterici teknik kitapların sayısı artırılmalıdır.
- Araştırmada TPAB'ın teknoloji bileşenlerinde artış olurken, üst düzey TPAB sentezinin "sınırda" kalması, teknolojinin pedagojiyle birleştirilmesi için daha fazla zamana ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarına ve mevcut

öğretmenlere yönelik eğitimler, sadece araç tanıtımı değil disiplinler dahilinde senaryo odaklı atölyeler halinde daha uzun süreli uygulamalar düzenlenmelidir.

- Metaverse ve ESG tutumlarındaki "Algılanan Fayda" ve "Hazırbulunuşluk" puanlarındaki sınırlılığın temelinde yatan altyapı kaygısını gidermek adına, Üniversitelerde düşük bant genişliğinde de çalışabilen Web 3.0 tabanlı hafifletilmiş eğitim platformları yaygınlaştırılmalıdır. Karar alıcılarla işbirliği halinde çalışılmalı gerekli desteklerin sağlanması için girişimlerde bulunulmalıdır.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırmada TPAB ve Metaverse tutumlarındaki gelişim kısa süreli bir müdahale ile ölçülmüştür. Gelecek çalışmalarda, bu eğitimleri alan öğretmen adaylarının meslek hayatlarına başladıklarında bu araçları sınıflarına ne derece transfer ettiklerini inceleyen 1-3 yıllık boylamsal araştırmalar yapılmalıdır.
- Adayların YZ'ye yönelik negatif tutumlarının (işsizlik korkusu, tembellik, sosyal izolasyon) nedenlerini daha derinlemesine anlamak için, psikoloji ve eğitim sosyolojisi disiplinleriyle iş birliği içinde karma desenli çalışmalar kurgulanabilir.
- Web 3.0 ve Metaverse araçlarının etkisi; matematik, sosyal bilgiler veya dil eğitimi gibi farklı disiplinlerdeki öğretmen adaylarıyla karşılaştırmalı olarak incelenerek "alana özgü teknoloji entegrasyonu" modelleri geliştirilmelidir.
- Gelecek araştırmalarda, yüksek donanım gerektiren araçlar ile web 3.0 teknolojilerinin akademik başarı ve tutum üzerindeki etkisi deneysel olarak test edilmelidir.
- Gelecek araştırmalarda üniversite 4.0 çalışmalarının öğretmen adayları, öğretmenler, eğitim yöneticileri ve öğretim üyeleriyle yürütülmesi gerektiği literatürde bir ihtiyaç olarak görülmektedir.

KAYNAKÇA

Abdioğlu, R, Engin, O. ve Erçetin, H. (2025). Eğitim 4.0 ve dijital dönüşüm: Endüstri ve modern işgücüne uyum sağlayan yaklaşımlar. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *17*(3), 287-311.

Açıkgül Fırat, E. & Fırat, S. (2020). Web 3.0 in learning environments: A systematic review. *Turkish Online Journal of Distance Education*, *22*(1), 148-169.

Açıkgül Fırat, E. (2020). Web destekli fen bilimleri eğitimi. M. S. Köksal, Ö. Koray, E. Açıkgül Fırat (ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi (Sistematik ve Kanıt Odaklı Öğretim)*. Nobel Akademik Yayıncılık (226-229).

Aggarwal, V., Gupta, A. K., Naved, M. ve Sharma, V. (2023). Education 4.0 and Web 3.0 Technologies Application for enhancement of distance learning management Systems in the Post–COVID-19 ERa. In *The Role of Sustainability and Artificial Intelligence in Education Improvement* (pp. 66-86). Chapman and Hall/CRC.

Ağgül, E., Altun Yalçın, S. ve Yalçın, P. (2023). Öğretmen adaylarının metaverse ve web 3.0 kavramı hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, *7*(2), 292-307. https://doi.org/10.47525/ulasbid.1246357

Akar, B. , Aksan, E., Akar, S., Karabacak, H., & Özden, A. (2025). Yapay zekâ destekli artırılmış gerçeklik kimya asistanı geliştirilmesi ve öğrencilerin artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Journal of the Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education*, *10*(2), 167-208. https://doi.org/10.37995/jotcsc.1701600

Akbaba, A.İ.ve Mühürdaroğlu, A. (2022). Endüstri 4.0 bağlamında üniversite 4.0 uygulamaları. N. İyit, Y. Akyıldız ve B. Hastaoğlu Özbek (Ed.) *Sosyal ve Beşerî Bilimlerde Güncel Araştırmalar – II.* Ankara: Gece Kitaplığı Yayıncılık. (s.297)

Akbulut, H. İ. ve Tatlı, Z. (2017). Öğretmen adaylarının alanda teknoloji kullanımına yönelik yeterlilikleri. *Ege Eğitim Dergisi*, *18*(1), 31-55. https://doi.org/10.12984/egeefd.328375

Akçelik, M. ve Baran, B. (2022). Developing a scale to ınvestigate learners' attitudes towards educational virtual reality applications (EdVR- AS). *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 12* (1), 21-40. https://doi.org/10.17943/etku.935285

Akdeniz, M. ve Özdinç, F. (2021). Eğitimde yapay zekâ konusunda türkiye adresli çalışmaların incelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932.https://doi.org/10.33711/yyuefd.938734

Aksu, M. ve Atmacasoy, A. (2018). Blended learning at pre-service teacher education in Turkey: A systematic review. *Education and Information Technologies*, *23*(6), 2399-2422.

Alan, M. A. ve Yıldız, S. (2025). Endüstri 6.0 döneminde pazarlamaya genel bir bakış: pazarlama 6.0. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, *11*(1), 220-237.

Almusharraf, N. ve Imran, M. (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. *Smart Learning Environments*, *11*(1), 22. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00310-z

Al-Zyoud, H. M. M. (2020). The role of artificial intelligence in teacher professional development. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(11B), 6263-6272.

Amal, T. A. ve Shofiyuddin, M. (2025). The effectiveness of SUNO AI based English songs to improve student's vocabulary. *IDEAS: Journal on English Language Teaching and Learning, Linguistics and Literature*, *13*(1), 578-604.

Andriukaitiene, R., Kharchenko, J., Kliuienko, E., Nikitenko, V., Oleksenko, R. ve Voronkova, V. (2023). Digital technology evolution of the ındustrial revolution from

4g to 5g ın the context of the challenges of digital globalization. *TEM Journal.*, *12*(2), 732-742.

Anıl, F. ve Alankuş, Z. (2022). Metaverse evreninde pazarlama: 7p pazarlama karması üzerinden bir değerlendirme. *Uluslararası Halkla İlişkiler ve Reklam Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 134-168

Asıl, M., & Asıl, E. (2024). Eğitim 4.0 perspektifinde öğretmen niteliklerinin incelenmesi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 21-39.

Aslan, A. ve Turgut, Y. E., (2021). Factors affecting ıct ıntegration ın turkish education: a systematic review. *Education and Information Technologies*, *26*(4), 4069-4092.

Ataç, B. A. ve Karataş, F. (2025). When TPACK meets artificial ıntelligence: Analyzing TPACK and AI-TPACK components through structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, *30*(7), 8979-9004.

Athar, M. H. Çakır, O., Güzey, C.ve Yurdaöz, E. (2023). Eğitimde yapay zekâ üzerine gerçekleştirilmiş araştırmalardaki eğilimlerin incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, *5*(1), 67-78. https://doi.org/10.53694/bited.1060730

Atıf Alkan, S., & Bolat, Y. (2022). Eğitimde metaverse: Bilgilendirici bir literatür taraması. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Der-gisi*, *9*(32), 267-295.

Atteraya, M. S., Nabiyev, R.ve Ziatdinov, R. (2024). The fifth industrial revolution as a transformative step towards society 5.0. *Societies*, *14*(2), 19. **https://doi.org/10.3390/soc14020019**

Avcı, A. F., & Taşdemir, Ş. (2019). Artırılmış ve sanal gerçeklik ile periyodik cetvel öğretimi. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, *18*(2), 68-83.

Aydin, F., Demir-Kaya, M., Kaya, F., Rodway, P., Schepman, A. ve Yetişensoy, O. (2022). The roles of personality traits, al anxiety, and demographic factors in attitudes toward artificial intelligence. *International Journal of Human–Computer Interaction,* 1-18. https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2151730

Aydın Günbatar, S., Boz, Y. ve Yerdelen Damar, S. (2017). A closer examination of TPACK-Self efficacy construct: Modeling Elementary Pre-service Science Teachers' TPACK-Self Efficacy. İlköğretim Online (elektronik), 16(3), 917 - 934. T32:

Aydın, Ş., & Güntepe, E. T. (2025). Öğretmen adaylarının eğitim 4.0 yeterliliklerinin belirlenmesi ve öğrenme sürecindeki kullanım durumunun incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, *39*(3), 613-631.

Aydoğdu, M., Doğru, M. ve Gencosman, T. (2019). Investigation of science teachers' technological pedagogical content knowledge according to activity theory. *Trakya Eğitim Dergisi,* 9(2), 222-243.

Aydoğdu, Ş. & Özaydın Aydoğdu, Y. (2025). Yapay zekâ araçlarının kullanımının öğretmen adaylarının tutumlarına ve görüşlerine etkisi. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, *38*(ITEAC2024-Kalite Süreçlerinde Dijital Dönüşüm, Uluslararasılaşma ve Kültürel Yaklaşımlar), 63-95.

Babayiğit, Ö. ve Hava, K. (2025). Exploring the relationship between teachers' competencies in AI-TPACK and digital proficiency. *Education and Information Technologies*, *30*(3), 3491-3508.

Baker, S. C., Wentz, R. K., & Woods, M. M. (2009). Using virtual worlds in education: second life as an educational tool. teaching of psychology, 36(1), 59–64. https://doi.org/10.1080/00986280802529079

Balcı Çömez, C. (2025) *Fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar uygulamalarıyla zenginleştirilmiş beyin temelli öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları, motivasyonları ve 21. yüzyıl becerileri üzerine etkisinin*

incelenmesi. (Yayın No. 918294). [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.

Balçın, M. D. ve Ergün, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirme konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) öz-yeterlik ölçeği: geliştirme, güvenirlik ve geçerlik çalışması. *Turkish Journal of Education*, *5*(3), 130-143.

Balçın, M. ve Ergün, A. (2018). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının sahip oldukları teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) özyeterliklerinin belirlenmesi ve çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1* (45), 23-47.
https://doi.org/10.21764/maeuefd.311316

Balım, A. G., Kaçar, S., Ormancı, Ü. ve Özcan, E. (2020). The effect of contemporary approaches education on prospective teachers' self efficacy towards science teaching and technological pedagogical content knowledge self confidence. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi, 10(1), 01-28.

Baran, E. ve Canbazoğlu-Bilici, S. (2015). A review of the research on technological pedagogical content knowledge: The case of Turkey teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) üzerine alanyazın incelemesi: Türkiye örneği. *Hacettepe Egitim Dergisi*, *30*(1).

Başgül, M. ve Coştu, B. (2024). Eğitim 4.0 Araçlarının fen öğretiminde kullanımı: bir eylem araştırması. *International Journal of Social Science Research,* 12(3), 108-147.

Batdı,V., Akyol, A. ve Arslan, M.(2022), Eğitimde metaverse kullanımı.Tarık Talan (Ed.). *Teknoloji Çağında Eğitim ve Güncel Yaklaşımlar*, 23. İstanbul: Efe Akademi Yayıncılık.

Baran, E., & Canbazoğlu Bilici. S. (2015). A review of the research on technological pedagogical content knowledge: The case of Turkey.

Baran, E., Phillips, M., Koehler, M. J. & Mishra, P., (2025). Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for Educators. *(No Title)*.

Basmacı, S., Dönmez, İ. & Turan, A. E. (2025) Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri ve teknolojik pedagojik alan bilgisinin (TPAB) incelenmesi1 Investigation of prospective teachers' 21st century skills and technological pedagogical content knowledge (TPACK). https://doi.org/10.51460/baebd.1609098

Bayburt, B. ve Eğin, F. (2021). Teknoloji ve sanayideki gelişimlerin yansıması olarak eğitim 4.0. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, *16*(2), 137-154. https://doi.org/10.54860/beyder.1010372

Bayram, K. & Çelik, H. (2023). Yapay zekâ konusunda muhakeme ve girişimcilik becerileriyle bütünleştirilmiş sosyo-bilim etkinliği: fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 11 (1), 41-78. https://doi.org/10.56423/fbod.1241946

Bhemde, S., Lade, R., Rajguru, V., Raut, N. ve Ugile, P., Vayadande, K. (2023, November). AI-based ımage generator web application using OpenAI's DALL-E system. In *2023 International Conference On Recent Advances in Science and Engineering Technology (ICRASET)* (pp. 1-5). IEEE.

Bozkurt, A. (2023). ChatGPT, üretken yapay zeka ve algoritmik paradigma değişikliği. *Alanyazın*, *4*(1), 63-72.

Bozkurt, G. ve Yıldız, S. K.(2023). Sanal gerçekliğin yeni anakarası: Metaverse. *TRT Akademi*, *8*(17), 268-293.

Braud, T., Bermejo, C., Hui, P., Kumar, A., Lee, L. H., Lin, Z., Wang, L., Xu, D. And Zhou, P., and (2021). All one needs to know about metaverse: a complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. arXiv preprint arXiv:2110.05352.

Bülbül, H., & Ersöz, B. (2022). Eğitimde yapay zekâ sanal gerçeklik ve sanal evren (Metaverse). *Yapay zekâ ve büyük veri kitap serisi (4. Baskı, s. 149-183) içinde. Nobel Akademik Yayıncılık*.

Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı İstatistik, Araştırma Deseni.* Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Demirel, F., Erkan Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. Ve Kılıç Çakmak. 2019. *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi. Ankara

Canbay, P. ve Demircioğlu, Z. (2021). Endüstri 5.0'a doğru: Zeki otonom sistemlerde etik ve ahlaki sorumluluklar. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, *12*(45), 106-123. https://doi.org/10.5824/ajite.2021.02.006.x

Canva, 2021 https://www.canva.com/ Erişim Tarihi: 17.12.2025)

Cascio, J., Smart, E.J. ve Paffendorf, J. (2007). Metaverse roadmap overview, Acceleration Studies Foundation

Cengel, M., Yıldız, E.P. (2022). Teachers' attitude scale towards metaverse use: A scale development study. *Education Quarterly Reviews, 5*(4), 520-531. Doi: 10.31014/aior.1993.05.04.682

Chen, H., Qian, J., Yi, L., Zhai, X. & Zhang, X. (2025). Collaborative science experiments based on the educational metaverse: Research on the impact and mechanisms of collaborative science experiments on elementary students' creative thinking. *STEM Education*, *5*(2), 250-274.

Civek, F., Özkahveci, E. ve Ulusoy, G. (2022). Endüstri 5.0 döneminde metaverse (kurgusal evren)'ün yeri. *Sciences (Joshas Journal)*, *8*(50), 398-409.

Clarizia, F., Colace, F., Lombardi, M., Pascale, F., & Santaniello, D. (2018, October). Chatbot: An education support system for student, ın ınternational symposium on cyberspace safety and security (291-302), Springer, Cham.

Cognimates. (2024). Cognimates- AI and coding for kids. https://cognimates.me/ (Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Cohen, J.(1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Lawrence Erlbaum Associates.

Coşkun, V. Fen öğretiminde simülasyon kullanımı . 2025. G. Uyanık (ed.) *EĞİTİM & BİLİM 2025: Fen Eğitiminde Geleneksel ve Modern Uygulamalar.* Efe Akademi Yayınları. (s.361-380).

Coştu, F ve Meço,G. (2022). Eğitimde yapay zekânın kullanılması: betimsel içerik analizi çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, *12*(23), 171-193.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Karma yöntem araştırmaları Tasarımı ve Yürütülmesi. (Çev. Ed. Dede, Y. & Demir SB)* Ankara: Anı Yayıncılık.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.

Çakır, H. (2013). *Semantik Web (Web 3.0) teknolojisi kullanılarak örnek bir e-ders içeriği hazırlama* (Yayın No. 341625). [yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. Yök Ulusual Tez Merkezi

Çakır, M ve Dede, H. (2023). Türkiye'de fen eğitiminde web aracılığıyla öğretimin yapıldığı lisansüstü tezlerin betimsel içerik analizi . *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, *13*(4), 2262-2281.

Çam, E., Çukurbaşı, B. ve Kıyıcı, M. (2022) Web 2.0, 3.0, 4.0 ilerlemenin neresindeyiz? B. Çukurbaşı, E. Çam ve M. Kıyıcı (ed.) *Öğretim Teknolojilerinde Web Araçları Uygulamalar, Araştırmalar ve Eğilimler. Pegem Yayınları,* 5-13.

Çam, M. B., Çelik, N. C., Güntepe, E. T., ve Durukan, Ü. G. (2021). Öğretmen adaylarının yapay zeka teknolojileri ile ilgili farkındalıklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *18*(48), 263-285.

Çelik, İ., Çolakoğlu, M. H. ve Kıray, S. A. (2018). Fen öğretmenlerinin TPAB öz yeterlik algıları: Bir yapısal eşitlik modeli çalışması. Eğitim ve Bilim, 43(195), 253 – 268

Çengel, M. (2023). Eğitimde metaverse uygulamaları. Ezgi Pelin Yıldız (Ed.). *Eğitimde Yeni Nesil Teknolojiler-2023*, 41. İstanbul: Efe Akademi Yayıncılık.

Çoban, E., & Uzun, H. (2022). Endüstri 4.0'ın eğitim alanına etkileri. *Fırat Üniversitesi Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *6*(1), 97-124.

Dagien, V., Dolgopolovas, V., Farana, R., Klimeš, C., Przybyła-Kasperek, M., Skalka, J. & Smyrnova-Trybulska, E. (2025). Artificial ıntelligence literacy structure and the factors ınfluencing student attitudes and readiness in central Europe universities. *IEEE Access*.

Dağdalan, G. (2019). *Sanal gerçeklik ve animasyon destekli fen bilimleri öğretiminin öğrencilerin bazı öğrenme ürünlerine etkisi* (Tez No. 594128.) [Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi

Dağlı, A., Güneş, B., & Özkaplan, H. (2025). Eğitimde yapay zekâ ve etik. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, *14*(28), 187-198.

Damar, M. (2021). Metaverse ve eğitim teknolojisi.Tarık Talan (Ed.), *Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar* (1. Baskı) içinde(s. 169-192).

Davey, L. (1990). The application of case study evaluations. elementary education online, 8(2), ç:1-3.

Demir, A. (2018). Endüstri 4.0'dan eğitim 4.0'a değişen eğitim öğretim paradigmaları. *Electronic Turkish Studies*, *13*(15).

Demirli, C., & Kütük, Ö. F. (2010). Anlamsal web (web 3.0) ve ontolojilerine genel bir bakış. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *9*(18), 97-71.

Dişlioğlu, T.A., Ateş, V. ve Medeni, T.D. (2025). Yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanılması: öğretmen değerlendirmeleri. *Kaytek Dergisi*,2(7), 167 – 191.

Duan, H., Cai, W., Fan, S., Li, J., Lin, Z. &Wu, X. (2021, October). Metaverse for social good: A university campus prototype. In Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia. 153-161.

Durmuş, G. ve Kırındı, T. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1340-1375.

Dereli, F., & Taşkın Ekici, F. (2025). Dijital öykü hazırlama sürecinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisi. *Eğitim ve Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, *8*(1), 33-49.
https://doi.org/10.52974/jena.1598249

Elevenlabs (2022). https://elevenlabs.io/app (Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Erol, İ., Bayrak, T., & Yengin, D. (2021) Eğitimin dijitalleşmesi sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı: Dört Model Müzesi.

Fidell, L. S. &Tabachnick, B, G. (2013). Using multivariate statistics. Pearson.

Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial networks, ın proceedings of the 27th ınternational conference on neural ınformation processing systems - (NIPS'14), 2, (pp.2672–2680). Montreal, Canada, December.

Göçen, A. (2022). Eğitim bağlamında metaverse. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, *6*(1), 98-122.

Göksün, D. O. (2025). Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri tabanlı teknolojik pedagojik içerik bilgisi durumlarının belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (50), 196-230. https://doi.org/10.14520/adyusbd.1688360

Gözet, M., Filiz, U., & Yılmaz, A. E. (2023). Üretken yapay zekâ. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, *7*(1), 32-40.

Gully, A. ve Schutten, M. (2025). Properties of ENF ınterference in audio deepfakes: an exploratory study using ElevenLabs. *IAFPA 2025*, 40.

Guzey, S. S., & Roehrig, G.H. (2009). Teaching science with technology: case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. contemporary ıssues in technology and teacher education. (9)1, 25-45.

Güdek, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *16*(4), 1129-1142. https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1331731

Güler, C., Güler, E. ve Uğur, S., (2025). Eğitim fakültesi öğretim elemanlarının üretken yapay zekâya yönelik farkındalıklarının belirlenmesi ve öğretmen yetiştirmede kullanımına yönelik öneriler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (74), 618-647.
https://doi.org/10.21764/maeuefd.1627851

Gün, M., & Durmuş Öz, B. (2024). Türkçe öğretmeni adaylarının web 3.0 ve metaverse kavramlarına ilişkin görüşleri. *Çukurova Üniversitesi Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, *9*(1), 329-344.
https://doi.org/10.32321/cutad.1433195

Gündüzalp, C. 2022. Web 2.0 teknolojileri ve eğitim. S. Karabatak (ed.) *EĞİTİM & BİLİM 2022-II.* (2022a). Efe Akademi Yayınları (s. 23-38).

Gürleroğlu, L. (2019). *5E modeline uygun web 2.0 uygulamaları ile gerçekleştirilen fen bilimleri öğretiminin öğrenci başarısına, motivasyonuna tutumuna ve dijital*

okuryazarlığına etkisinin incelenmesi. (Yayın No. 573537.) [yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.

Haleem, A. ve Javaid, M (2020). Critical components of ındustry 5.0 towards a successful adoption in the field of manufacturing. *Journal of Industrial Integration and Management*, *5*(03), 327-348.

Harris, J., Mishra, P. ve Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: curriculum-based technology ıntegration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416.

Hattori, T., Kawakami, Y., Imai, Y., Masuda, R., Moritoh, Y. ve Tanaka, T. (2020, December). Utilization of both free 3DCG software "Blender" and 3D printing for early STEM education. In *2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 879-882). IEEE.

Holmes, W., Miao, F. (2024). *Eğitim ve araştırmada üretken yapay zekâ kılavuzu. I.* Boy Ergül (çev.). UNESCO Publishing.

Honra, J. R. (2022). Examining teachers' technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) in remote teaching and learning modality. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, *3*(12), 2537-2545.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis. (2. baskı). Thousand.

Işık, E., & Köse, M. (2025). Fen bilimleri öğretmenlerinin artırılmış gerçeklik, metaverse, yapay zekâ ve eğitimde uygulamalarıyla ilgili görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Individual Differences in Education*, *6*(2), 149-169.

İmamoğlu Akman, G. ve Akman, Y. (2025). Eğitim inançları ve yapay zekâ: öğretmen adayları üzerine bir araştırma. batı anadolu eğitim bilimleri dergisi, 16(1), 911-928. https://doi.org/10.51460/baebd.1601530

İncemen, S., & Öztürk, G. (2024). Farklı eğitim alanlarında yapay zekâ: uygulama örnekleri. *International Journal of Computers in Education*, *7*(1), 27-49.

İşler, B., & KILIÇ, M. (2021). Eğitimde yapay zekâ kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, *5*(1), 1-11.

Kaleci, D. ve Karsen, M. (2021) Eğitim alanında web 3.0 konusunda yapılan çalışmaların incelenmesi. Digital Communication Journal http://dx.doi.org/10.51295/dicoj.22

Karabulut, B ve Okutan,İ. (2024). Geçmişten günümüze web sürümleri ve bu eksende yapay zeka uygulamalarına yönelik öngörüler. Ö. Alanka (ed.). *İletişim ve Medya Araştırmaları 3*, Efe Akademi Yayınları. (s.109).

Karaismailoğlu, F. ve Yıldırım, M. (2022). *Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen 3d modellemenin fen bilgisi öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi.* (Tez No: 731976). [yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi). Yök Ulusal Tez Merkezi.

Karalar, H., Özdemir, S. (2013). Anlamsal web temelli öğretimde yönlendirmenin kazanıma ve kalıcılığa etkisi. Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi. 1(1). 1-16.

Kenan, A. & Yeniçeri, Ü. (2025). Öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik tutum ve kaygılarının çeşitli değişkenler açısından betimsel analizi. *Ege Eğitim Dergisi*, *26*(2), 226-245. https://doi.org/10.12984/egeefd.1625648

Khan, A. A., Tabassum, M. A. ve Umar, Z. (2024). Effect of Magic School AI tool on elementary students' academic achievement. *Al Khadim Research Journal of Islamic Culture and Civilization*, *5*(4), 13-28.

Koçak, D. (2023). Web 1, 0'dan Web 3, 0'a Metaverse'nin gelişimi ve sunduğu fırsatlar. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, *7*(2), 97-113.

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, *9*(1), 60-70.

Korucuk, M. (2024). Program geliştirme ve eğitim 4.0. *Eğitimin temellerine bakış: Program geliştirmede yeni yaklaşımlar*, *1*, 7-24.

Kozlova, I. N. ve Sheverev, D. A. (2018). The development of a virtual laboratory based on Unreal Engine 4. In *Сборник трудов IV международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии»(ИТНТ-2018)-Самара: Новая техника* (pp. 2248-2252).

Kumar, S., Tiwari, G. ve Tiwari, N. (2024). Evolving ındustries: a journey from ındustry 1.0 to 5.0. In *Artificial Intelligence and Communication Techniques in Industry 5.0* (pp. 73-86). CRC Press.

Kuş, O. (2021). Metaverse:'dijital büyük patlamada'fırsatlar ve endişelere yönelik algılar. *Intermedia International e-journal*, *8*(15), 245-266.

Kuşcuoğlu, A. (2022). Endüstri 4.0 ve eğitim. M. Demirbilek (ed.). *Mutidisipliner Yakşalımlarla Endüstri 4.0* , Efe Akademi Yayınları. (s.83).

Lal, M. (2011). Web 3.0 in Education & research. *BVICAM's International Journal of Information Technology*, *3*(2).

Li, D., Stecke, K. E.ve Yin, Y. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, *56*(1-2), 848-861.

Liu, C., , Liu, Y., Sang, Z., Wang, H., Xu, X. Zheng, P. ve Zhong, R. Y. (2018). Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering*, *13*(2), 137-150.

Liu, L., Skryabin, M., Zhang, D. ve Zhang, J. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. Computers & Education, 85, 49–58. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.004

Liyanage, S. R. &Wickramasinghe, M. H. M., (2024, December). Metaverse to enhance experimental learning in higher education. In *2024 9th International Conference on Information Technology Research (ICITR)* (pp. 1-6). IEEE.

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., Shannon, C. E. (1955). A Proposal for the dartmouth summer research project on artificial ıntelligence. AI Magazine 27 (4): 12–14.

Mystery Science, (2024) https://mysteryscience.com/ (Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Nayir, S., & Torun, F. (2025). Yapay zekâ destekli görsel materyal tasarımına yönelik öğretmen adaylarının tutum ve yetkinlikleri. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, (Sosyal Bilimlerde Yapay Zeka: Kuram, Uygulama ve Gelecek Perspektifleri), 207-228.

O'Reilly, T. (2005). What ıs web 2.0: design patterns and business models for the next generation of software. https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html

OpenAI. (2022). ChatGPT: Optimizing language models for dialogue. https://openai.com/blog/chatgpt/ (Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Öz, Z. (2024). *Öğretmenlerin metaverse kullanımına ilişkin tutumlarının incelenmesi* (Tez No.893759.) [Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi].

Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Journal of University Research*, *1*(1), 25-30.

Öztürk, H, Tümtürk, A. Y. ve Uzun, Y.. (2021). Günümüzde ve gelecekte eğitim alanında kullanılan yapay zekâ. 1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences.

Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, *6*(2), 25-36.

Pilevari, N. & Yavari, F. (2020). Industry revolutions development from Industry 1.0 to Industry 5.0 in manufacturing. *Journal of Industrial Strategic Management*, *5*(2), 44-63.

Poe, 2023 https://poe.com/ (Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017

Sadıç, Ş. (2022). Endüstri 5.0 ve sürdürülebilirlik. *Endüstri 5.0 Dijital Toplum*, *22*.

Saka, E. (2019). *Eğitsel amaçlı sanal gerçeklik oyunlarına yönelik araştırmaların incelenmesi: bir meta-sentez çalışması* . (Yayın No. 546392). [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.

Sakin, A. N. ve Yıldırım, H. İ. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi öz yeterlik inanç düzeyleri üzerine bir araştırma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi,* 13(2), 1111-1140.

Sarıca, A. G. S. (2023). Yapay zekâ uygulamalarının deneysel tasarım atölyesi derslerine entegrasyonu: öğrenci bakış açısıyla değerlendirme Öz.

Sarıçam, S. (2019). *Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının dolaşım sistemi kavramlarının öğretimi üzerine etkisinin incelenmesi.* (Yayın No.580867). [Yüksek lisan tezi, Marmara Üniversitesi). Yök Ulusal Tez Merkezi.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, *57*(1), 1-23. **https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411**

Stevens, J. P. (2009). Applied multivariate statistics for the social sciences. Routledge.

Su, J. &Yim, I. H. Y. (2025). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, *12*(1), 93-131.

Sungur Gül, K. (2023). Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, *37*(2), 489-507. https://doi.org/10.33308/26674874.2023372574

Suno AI. 2024. *"Microsoft's Copilot and Suno AI team up to create a music generator extension". The Verge. Vox Media. December 19, 2023. Retrieved January 4, 2024.*

Şekerci, C. (2017). Sanal gerçeklik kavramının tarihçesi. *Journal of international social research*, *10*(54).

Şentürk, C. & Yağcı, A., (2023). Fen bilimleri (fizik-kimya-biyoloji) eğitiminde metaverse. *Educatione*, *2*(2),262-288.

https://doi.org/10.58650/educatione.1299434

Tabaru Örnek, G. ve Yıldız Yılmaz, N. 2022. Web destekli fen öğretimi . Ö. Sadi ve G. Harman (ed.). *İlkokulda Uygulamalı Fen Öğretimi*. Nobel Akademik Yayıncılık (s. 261-681)

Telli, E. Geçmişten geleceğe öğretim teknolojileri. 2022. A. Aşkım Kurt (ed.) *Öğretim Teknolojilerinin Temelleri*. Nobel Akademik Yayıncılık (s.182).

Tırnak İçinde. (2024, 22 Mart). *Endüstri 1.0'dan endüstri 6.0'a üretimde dönüşüm ve yapay zeka I Selim Zaim I #HerkesİçinSosyalBilim* [Video]. YouTube. http://www.youtube.com/watch?v=j2gyQKKFpdc

Tinybop (2015) https://tinybop.com/apps/the-robot-factory_(Erişim Tarihi: 18.12.2025)

Topal, M. (2022) Çevrim içi görsel ve kreatif tasarım araçları. B. Çukurbaşı, E. Çam ve M. Kıyıcı (ed.) *Öğretim Teknolojilerinde Web Araçları Uygulamalar, Araştırmalar ve Eğilimler. Pegem Yayınları,* 550-589

Türkel, S. ve Yeşilkuş, F. (2020). Dijital dönüşüm paradigması: Endüstri 4.0. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *7*(5), 332-346.

Varol, A. (2018). *Bilginin düzenlenmesinde web 3.0 teknolojilerinin kullanılması* (Master's thesis, Ankara Universitesi (Turkey)).

Yağcı, Y. (2011). Web teknolojisinde yeni bilgi fırtınası: Web 3.0. *Bilgi Çağında Varoluş:"Fırsatlar ve Tehditler" Sempozyumu*, 138-147.

YEGİTEK, (2024).Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları: https://yegitek.meb.gov.tr/www/egitimde-kullanilanyapay-zek-araclari-ogretmen-el-kitabi-yayimlandi/icerik/3631

Yengin, D. (2015). Yeni medyanın olanakları: Semantik web. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication.*

Yılmaz, E. (2024). *Öğretmen adaylarinin metaverse farkindaliklari ve eğItimde kullanimina yönelik öngörüleri* (Tez No.913222.) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi] .

Yılmazsoy, B. (2020). Yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanılmasının önemi (Editöre Mektup). *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, *6*(2), 3-6.

EKLER

Ek 1 Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâ Destekli Ders Planı Örneği

5E MODELİ DERS PLANI:

Konu: Bitki ve Hayvan Hücrelerini Karşılaştırma

Kazanımlar:

- **FB.5.3.1.1.** Bitki ve hayvan hücrelerini temel kısımları ve özellikleri açısından karşılaştırabilme
    - a) Bitki ve hayvan hücrelerinin özelliklerini belirler.
    - b) Bitki ve hayvan hücrelerinin benzer özelliklerini listeler.
    - c) Bitki ve hayvan hücrelerinin farklı özelliklerini listeler.

Beceriler:

- Sınıflandırma
- Bilgi Toplama
- Karşılaştırma
- Yapılandırma
- Merak
- Empati
- Sorumluluk
- Oyunseverlik
- Odaklanma
- Gerçeği Arama
- Sistematik Olma
- Soru Sorma
- Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme)
- İletişim
- İş Birliği

- Karar Verme
- Çalışkanlık
- Duyarlılık
- Sabır
- Saygı
- Bilgi Okuryazarlığı
- Dijital Okuryazarlık
- Görsel Okuryazarlık
- Veri Okuryazarlığı

1. Giriş (Engage)

- **Amaç:** Öğrencilerin dikkatini çekmek ve meraklarını uyandırmak.
- **Etkinlik:**
    - Öğretmen, mikroskopla görülen bir bitki ve hayvan hücresi görseli gösterir ve öğrencilerden bu hücrelerin neleri temsil ettiğini tahmin etmelerini ister.
    - Öğrenciler, gördükleri hakkında tahminlerini ve sorularını paylaşır.

2. Keşfetme (Explore)

- **Amaç:** Öğrencilerin aktif bir şekilde keşfetmelerini sağlamak.
- **Etkinlik:**
    - Öğrenciler, mikroskop altında bitki ve hayvan hücrelerini inceler.
    - Gruplara ayrılarak bitki ve hayvan hücrelerinin farklı ve benzer yönlerini gözlemlemeleri istenir.
    - Her grup gözlemlerini not alır ve sınıfta paylaşır.

3. Açıklama (Explain)

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrendiklerini ifade etmeleri ve anlamalarını pekiştirmeleri.
- **Etkinlik:**
    - Öğrenciler, bitki ve hayvan hücrelerinin temel kısımlarını ve görevlerini açıklar.

- Öğretmen, her iki hücre türünün özelliklerini özetler ve benzerlikler ile farklılıkları vurgular.
- Öğrenciler, öğrendiklerini kavram haritaları oluşturarak görselleştirir.

4. Derinleştirme (Elaborate)

- **Amaç:** Öğrencilerin bilgilerini pekiştirmek ve genişletmek.
- **Etkinlik:**
  - Öğrenciler, bitki ve hayvan hücrelerinin modellerini yapar (oyun hamuru, resim, maket vb. kullanarak).
  - Hücre organellerinin isimlerini ve işlevlerini yazılı olarak modele eklerler.
  - Gruplar arasında model değişimi yaparak birbirlerinin çalışmalarını inceler ve değerlendirirler.

5. Değerlendirme (Evaluate)

- **Amaç:** Öğrencilerin kazanımlarını değerlendirmek.
- **Etkinlik:**
  - Öğretmen, öğrencilere kısa sorular sorar (örneğin, "Bitki hücresinin yapısındaki fark nedir?").
  - Öğrenciler, bireysel olarak bitki ve hayvan hücrelerinin benzerlik ve farklılıklarını yazılı olarak karşılaştırır.
  - Öğrenciler, grup içinde projelerini sunar ve diğer gruplardan geri bildirim alır.

Gerekli Materyaller:

- Mikroskop
- Hazırlanmış bitki ve hayvan hücre örnekleri
- Oyun hamuru, resim kağıtları, maket malzemeleri
- Bilgisayar veya tabletler (dijital kaynaklar için)
- Defter ve kalem

Dersin Sonuçları:

Bu dersin sonunda öğrenciler, bitki ve hayvan hücrelerinin temel kısımlarını ve özelliklerini karşılaştırabilecek, ayrıca kazandıkları becerilerle bilimsel düşünme yetilerini geliştirmiş olacaklardır.

HİKAYE:



GİZEMLİ HÜCRELERİN MACERASI

Bir zamanlar, Hücre Kasabası'nın iki komşu bölgesinde yaşayan bitki ve hayvan hücreleri, birbirlerinden oldukça farklı yaşam sürdürüyorlardı. Her hücre, görevlerini yerine getirmekle meşguldü ve kasabanın düzenini sağlıyorlardı. Bir gün, kasabanın en meraklı hücresi olan Merak, iki bölgenin ortak bir bilim projesi yürütmesine karar verdi.

Merak, bitki ve hayvan hücrelerinden oluşan karma bir grup topladı. Bu grupta, Bitki Hücresi'den Kloroplast, Hücre Duvarı ve Hayvan Hücresi'den Mitokondri, Ribozom gibi

organeller vardı. Bu karma grup, her iki hücre türünün temel kısımlarını ve özelliklerini belirlemek için yola koyuldu.

İlk olarak, Bitki Hücresi'nin özelliklerini incelemeye başladılar. Kloroplast, yeşil rengini ve fotosentez yapma görevini gururla anlatırken, Hücre Duvarı, bitki hücrelerine sağladığı destek ve korumadan bahsetti. Grup, bitki hücrelerinin ayrıca büyük bir merkezi vakuol içerdiğini ve genellikle dikdörtgen şeklinde olduğunu öğrendi.

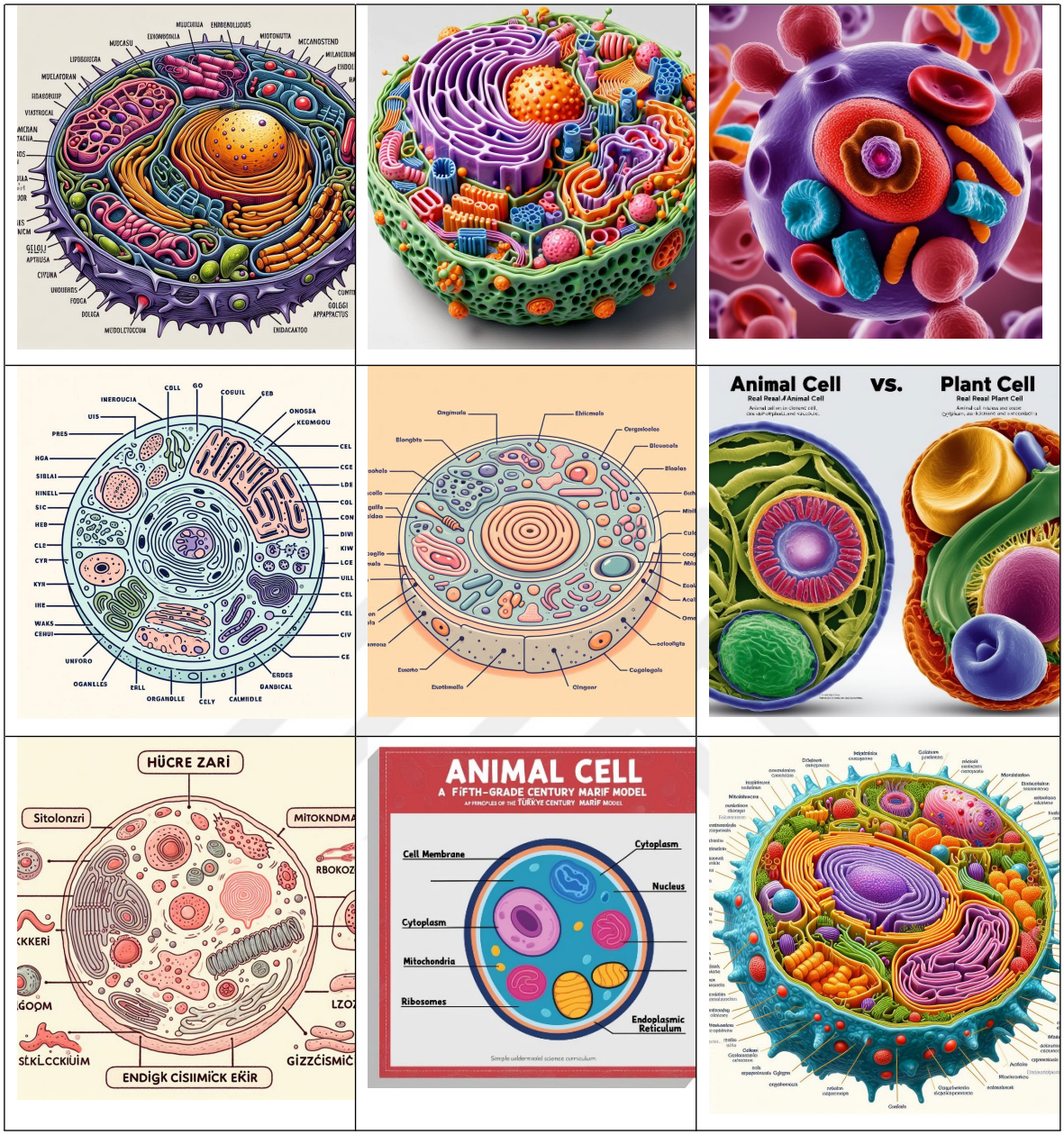
Sırada Hayvan Hücresi vardı. Mitokondri, enerjiyi nasıl ürettiğini ve hücrenin "güç evi" olduğunu anlattı. Ribozom ise protein sentezindeki rolünden bahsetti. Hayvan hücrelerinin genellikle yuvarlak veya düzensiz şekilli olduğunu, hücre duvarının olmadığını ve daha küçük vakuoller içerdiğini öğrendiler.

Karşılaştırmalarını bitirdikten sonra, Merak, öğrencilerden benzerlik ve farklılıkları listelemelerini istedi. Bitki ve hayvan hücrelerinin her ikisinin de hücre zarı, sitoplazma ,çekirdek,mitokondri,ribozom ve golgi gibi ortak yapıları olduğunu keşfettiler. Ancak, bitki hücrelerinin fotosentez yapan kloroplastları, kalın hücre duvarları ve büyük merkezi vakuolleri vardı; hayvan hücrelerinde ise bu yapılar yoktu.

Bu bilimsel keşif süreci boyunca, öğrenciler bilgi toplama, karşılaştırma, yapılandırma, merak, empati, sorumluluk ve daha birçok beceriyi kazandılar. Birbirlerine saygı göstererek ve iş birliği yaparak çalışmalarını sürdüren grup, hem eğlendi hem de çok şey öğrendi. Bu deneyim, onların sınıflandırma ve karşılaştırma becerilerini geliştirirken aynı zamanda bilimsel merakı ve bilgi okuryazarlığını da teşvik etti.

Sonunda, Merak ve grubu, keşiflerini kasabanın diğer hücreleriyle paylaştı ve büyük bir kutlama düzenlendi. Herkes, bitki ve hayvan hücrelerinin ne kadar önemli ve eşsiz olduğunu daha iyi anladı.

HÜCRE GÖRSELLERİ:



SINIF İÇİ OYUN:

HÜCRE KASABASI - KEŞİF GÖREVİ

Oyun Hedefi:

Öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerini temel kısımları ve özellikleri açısından karşılaştırmaları; aynı zamanda sınıflandırma, bilgi toplama, karşılaştırma, empati, iş birliği, öz düzenleme ve bilgi okuryazarlığı gibi becerileri geliştirmeleri hedeflenir.

Malzemeler:

- Hücre Kartları: Bitki ve hayvan hücrelerine ait çeşitli organel kartları (örneğin, Kloroplast, Hücre Duvarı, Mitokondri, Çekirdek vb.) üzerinde hücre özellikleri yazılı olarak bulunur.
- Görev Kartları: Öğrencilerin araştıracağı özellikleri ve görevleri belirten kartlar (örneğin, "Fotosentez yapan organeli bul," "Hücre zarı olmayan yapıyı bul" gibi).
- Öğrenci Kartları: Her öğrencinin rolüne göre dağıtılacak kartlar (Bitki Hücresi Araştırmacısı, Hayvan Hücresi Araştırmacısı vb.).
- Tahta veya Çizim Kağıtları: Öğrencilerin hücre şemalarını çizip karşılaştırmalarını yapabileceği alan.

Oyun Süreci:

1. Grup Oluşturma ve Görev Dağıtımı

Öğrenciler iki gruba ayrılır:

- Bitki Hücresi Araştırmacıları
- Hayvan Hücresi Araştırmacıları

Her gruba araştırma yapacağı hücre türüne ait organel kartları verilir. Her öğrenci kendi grubunda belirli bir görevi üstlenir (örneğin, Kloroplast İnceleyicisi, Hücre Duvarı Görevlisi, Mitokondri Bilgi Toplayıcısı).

2. Keşif Görevi

- Her grup kendilerine verilen hücre kartlarını inceleyerek bitki veya hayvan hücrelerinin özelliklerini belirler.
- Öğrenciler, organellerin işlevlerini ve hücre türleri arasındaki farkları keşfetmeye çalışır.

3. Karşılaştırma Çalışması

- Her iki grup, keşfettikleri özellikleri sınıfın önünde paylaşır.
- Öğrenciler sırayla organel kartlarını göstererek bitki ve hayvan hücrelerinin benzer ve farklı özelliklerini sıralar.

4. Hücre Şeması Çizme

- Her grup, bitki ve hayvan hücrelerinin temel özelliklerini gösterecek şekilde bir hücre şeması çizer.
- Öğrenciler şemada organellerin yerlerini belirleyip karşılaştırmalar yapar.

5. Tartışma ve Karşılaştırma Paneli

- Öğrenciler bitki ve hayvan hücrelerinin ortak özelliklerini listelemek ve farklılıkları belirlemek için bir panel düzenler.
- Bu aşamada öğrenciler soru sorma, empati ve iletişim becerilerini kullanarak diğer grubun bulgularını daha iyi anlamaya çalışır.

Oyunun Kazanımlar ve Beceriler Açısından Kazandırdıkları:

- Bilgi Toplama, Karşılaştırma, Sınıflandırma: Hücrelerin özelliklerini belirlerken bu becerilerini geliştirirler.
- Merak ve Gerçeği Arama: Farklı organellerin işlevlerini merak eder ve araştırırlar.
- İş Birliği ve İletişim: Grup çalışması esnasında ortak hedefe ulaşmak için iş birliği yapar.
- Öz Düzenleme ve Odaklanma: Kendi görevleri ve grup çalışması için odaklanmaları gerektiğini öğrenirler.
- Duyarlılık ve Saygı: Diğer grubun çalışmasını dikkatle dinleyerek farklı bakış açılarına saygı gösterirler.
- Bilgi, Dijital ve Görsel Okuryazarlık: Hücre kartlarıyla hücre yapısını analiz ederken çeşitli okuryazarlık becerilerini kullanırlar.

Sonuç

Oyun sonunda öğrenciler, öğrendiklerini birbirleriyle paylaşarak hücreler hakkında daha fazla bilgi edinir. Oyun aynı zamanda empati, sabır, iş birliği ve diğer sosyal becerileri de geliştirecek keyifli bir etkinlik sağlar.

SINIF DIŞI OYUN:

HÜCRE YARIŞI

Oyun Hedefi:

Öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerinin özelliklerini karşılaştırarak öğrenmesi ve sınıflandırma, iş birliği, sistematik düşünme, odaklanma, bilgi okuryazarlığı gibi beceriler kazanması.

Malzemeler:

- **Hücre İstasyonları**: Bitki ve hayvan hücrelerine ait farklı organellerin (Kloroplast, Mitokondri, Çekirdek, Ribozom vb.) yer aldığı istasyonlar. Her istasyon, öğrencilerin ulaşması gereken bir durak olacak.
- **Görev Kartları**: Her istasyonda çözmeleri gereken bir görev kartı. Kartlar, hücre yapısıyla ilgili sorular veya aktiviteler içerir.
- **Takım Kartları**: Öğrenciler oyun başında bir bitki hücresi veya hayvan hücresi takımı kartı çeker ve ona göre takım olarak yarışır.

Oyun Süreci:

1. Takım Oluşturma

Öğrenciler iki takıma ayrılır:

- **Bitki Hücresi Takımı**
- **Hayvan Hücresi Takımı**

Takımlar oyun başında kendilerine verilen takım kartına göre hangi hücreyi temsil edeceklerini öğrenir.

2. Hücre İstasyonlarına Koşu

- Bahçeye veya oyun alanına kurulan istasyonlarda, öğrenciler bitki ve hayvan hücrelerine ait organellerin bulunduğu duraklara koşarlar.
- Takımlar, kendi hücre türlerine ait istasyonları daha hızlı tamamlamalıdır.

3. İstasyon Görevleri

- Her istasyonda öğrencilere organel hakkında bilgi içeren görev kartları verilir.
- Örneğin, Kloroplast istasyonunda "Bitki hücresinde fotosentez yapan bu organeli buldunuz! Fotosentez ne işe yarar?" gibi sorular sorulur.
- Mitokondri istasyonunda ise "Mitokondri enerjiyi nasıl üretir?" gibi bir görev yer alabilir.
- Öğrenciler istasyonları bitirip görevleri tamamladıkça bir sonraki istasyona geçer.

4. Karşılaştırma Noktası

- Tüm istasyonları tamamladıktan sonra öğrenciler "Karşılaştırma Noktası" adı verilen son durakta buluşur.
- Bu noktada, bitki ve hayvan hücresi takımları öğrendiklerini paylaşarak hücrelerin ortak ve farklı özelliklerini tartışır.
- Öğretmen, öğrencilerin eksik bilgilerini tamamlayarak rehberlik eder.

Kazanan Takım Belirleme:

Her iki takımın da doğru cevapları ve görevleri tamamladığı süreye göre puanlanır. Hücre bilgisi, hızlılık, iş birliği ve doğru karşılaştırmalar üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda kazanan takım belirlenir.

Oyunun Kazanımları:

- **Sınıflandırma, Karşılaştırma ve Bilgi Toplama**: Hücre organellerini istasyonlarda öğrendikleri bilgilerle sınıflandırır ve karşılaştırır.
- **Merak ve Sistematik Olma**: Her istasyonda yeni bir bilgiyle tanışıp meraklarını artırırlar.
- **İş Birliği ve İletişim**: Takım olarak görevleri tamamlamaları gerektiğinden iş birliği yaparak iletişim kurarlar.
- **Odaklanma ve Gerçeği Arama**: Her istasyonda dikkatle görevleri tamamlamaları gerektiğinden odaklanma ve bilgiye ulaşma becerileri gelişir.
- **Duyarlılık ve Saygı**: Diğer takımın performansına saygı duymayı ve onları dinlemeyi öğrenirler.

Değerlendirme:

Oyun sonunda öğretmen her takımın öğrendiği bilgileri gözden geçirerek öğrenilenleri pekiştirir. Öğrenciler, bitki ve hayvan hücrelerinin özellikleri hakkında öğrendiklerini paylaşarak sınıf arkadaşlarına aktarma fırsatı bulur.

Ek 2 Materyal Geliştirmeye Yönelik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlilik Ölçeği Kullanım İzni



Kimden: "DOĞUKAN BALÇIN" <
Kime: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU" <
8 Haziran 2024 9:01

TPAB ölçeği.docx (33,1 KB) İndir | Evrak çantası | Kaldır

Merhaba Zehra Hocam,
Atıf yapmanız halinde ölçeği elbette kullanabilirsiniz.
İyi çalışmalar ve kolaylıklar dilerim.

Alıntı yapılan metni göster - Yanıtla - Tümüne Yanıt Ver - İlet - Daha Fazla İşlem

Kimden: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU" <
Kime: "dogukanbalcin" <
8 Haziran 2024 1:19

Merhaba sayın Muhammed Doğukan BALÇIN,
Sayın hocam ben Zehra Öztürkoğlu. Maramara Üniversitesi Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapıyorum. Gerekleştireceğim yüksek lisans tez çalışmamda geliştirmiş olduğunuz " Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Materyal Geliştirme Konusundaki Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlilik Ölçeği'ni izninizle kullanmak istiyorum. Size çalışmanın genel amaç ve hedeflerinden bahsetmek isterim. Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin incelenmesi adlı tez çalışmamda öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımı çalışmaları dönem planı dahilinde yapılan etkinliklerde ön test- son test uygulamaları ile nitel görüşmeler sonucunda ölçülmesi hedeflenen değişkenlerden birisini Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi değişimi oluşturmaktadır. Bu kapsamda planlanan yüksek lisans tez çalışmam için ilgili ölçeği kullanmak adına sizden izin talep ediyorum.

İzin vermeniz halinde benimle ölçek değerlendirme kriterlerinin ve ölçek maddelerinin yer aldığı belgeleri paylaşabilir misiniz?
İyi çalışmalar dilerim.

EK 3:MATERYAL GELIŞTIRMEYE YÖNELIK TEKNOLOJIK PEDAGOJIK ALAN BILGISI ÖZ-YETERLILIK ÖLÇEĞI

Faktör	İfadeler		Hiç katılmıyorum	Kısmen katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen katılıyorum	Tamamen katılıyorum
TB	1	Karşılaştığım teknolojik problemleri nasıl çözeceğimi bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	2	Teknolojiyi ve teknolojiyi kullanmayı kolayca öğrenebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	3	Önemli yeni teknolojilere (akıllı tahta, probeware, hesap çizelgeleri vb.) uyum sağlayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	4	Teknolojik araç-gereçlerle (bilgisayar, projeksiyon cihazı, akıllı tahta vb.) sıkça vakit geçiririm.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	5	Birçok farklı teknoloji (bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon cihazı vb.) hakkında bilgiye sahibim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	6	Kullanmam gereken teknolojiyle ilgili yeterli teknik	Å	Ç	É	Ñ	Ö

		beceriye sahibim.					
	7	Bilgisayar yazılımı ile ilgili (kurulum programlarının indirilmesi vb.) teknik problemleri çözebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
PB	8	Bilimsel süreç becerilerine sahibim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	9	Sınıfta öğrencilerin performansını nasıl değerlendireceğimi bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	10	Öğrencilerimin konuyu anlama durumlarına göre kullandığım öğretim yöntemimi değiştirebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	11	Öğretim yöntemimi farklı öğrenci sevilerine göre uyarlayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	12	Öğrencilerin öğrenmelerini alternatif ölçme araçları (rubrik, portfolyo vb.) ile değerlendirebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	13	Sınıf ortamında çok çeşitli öğretim stratejilerini (sunuş yoluyla öğretim, buluş yoluyla öğretim	Å	Ç	É	Ñ	Ö

		vb.) kullanabilirim.					
	14	Öğrencilerin genel kavramsal anlamalarını ve kavram yanılgılarını bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	15	Sınıf yönetiminin nasıl organize edilip sürdürüleceğini bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	16	Öğrencilerin fen bilimlerini öğrenme sürecine rehberlik edecek etkili öğretim yöntemlerini (argümantasyon, PDÖ, örnek olay, tartışma vb.) seçebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
TAB	17	Fen bilimlerini anlamaya ve anlatmaya yönelik kullanabileceğim teknolojileri (simülasyon, Model-ItTM, Virtual Frog, CootiesTM, BIOKids ve WISE) bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	18	Fen öğretimini geliştirebilmek için farklı eğitim yazılımı programlarını (Blackboard, Centra vb.) kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö

	19	Fen bilimleri dersinde benzeşim programlarını (simulations) kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
PAB	20	Fen bilimleri dersi programı standartlarına uygun materyaller oluşturabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	21	Fen bilimleri dersinde kimya konularının kazanımlarına uygun olarak materyal oluşturabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	22	Fen bilimleri dersinde biyoloji konularının kazanımlarına uygun olarak materyal oluşturabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	23	Derste hangi kavramları öğreteceğime karar verebilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	24	Ders sırasında konuya ait öğreteceğim kavramları (genelden özele, basitten karmaşığa) planlayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
Fenin	25	Kimya ile ilgili temel	Å	Ç	É	Ñ	Ö

Temel Dallarına Ait AB		kavramları açıklayabilirim.					
	26	Fizik ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	27	Biyoloji ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
Fenin Yan Dallarına Ait AB	28	Yer bilimi ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	29	Astronomi ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	30	Çevre bilimi ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	31	Genetik ile ilgili temel kavramları açıklayabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
TPAB	32	Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan bir konu hakkında, öğrencilerin sahip olduğu kavramsal bilgiyi tespit etmek için teknolojiyi kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	33	Sınıfta dijital teknolojilerle (bilgisayar ve iletişim teknolojileri ile internet, özel amaçlı	Å	Ç	É	Ñ	Ö

		yazılım programları vb.) bilimsel araştırma-sorgulama yapabilirim.					
	34	Fen etkinliklerini yapmayı kolaylaştıran dijital teknolojileri (bilgisayar ve iletişim teknolojileri ile internet, özel amaçlı yazılım programları vb.) kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	35	Fen bilimleri dersinde teknolojik araçlarla zenginleştirilmiş bir dersliği etkili olarak kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	36	Öğrencileri fen bilimleri dersine güdüleyebilmek için dijital teknolojileri (bilgisayar ve iletişim teknolojileri ile internet, özel amaçlı yazılım programları vb.) kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	37	Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmasını sağlamak amacıyla dijital teknolojileri	Å	Ç	É	Ñ	Ö

		(bilgisayar ve iletişim teknolojileri ile internet, özel amaçlı yazılım programları vb.) kullanabilirim.					
	38	Derslerimde interaktif beyaz tahta (akıllı tahta) kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
TPB	39	Sahip olduğum öğretim yöntemlerini teknoloji ile birlikte sınıf ortamında kullanabilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö
	40	Fen bilimlerini uygulamaya yönelik kullanabileceğim teknolojileri bilirim.	Å	Ç	É	Ñ	Ö

Ek 4 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği İzni

Kimden: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU" <
Kime: "feridunkaya25" <f

4 Haziran 2024 22:13

Merhaba sayın Doç. Dr. Feridun KAYA,
Sayın hocam ben Zehra Öztürkoğlu. Maramara Üniversitesi Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapıyorum. Gerekleştireceğim yüksek lisans tez çalışmamda Türkçeye uyarladığınız "Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği'ni iznizle kullanmak istiyorum. Size çalışmanın genel amaç ve hedeflerinden bahsetmek isterim. Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin incelenmesi adlı tez çalışmamda öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımı çalışmaları dönem planı dahilinde yapılan etkinliklerde ön test- son test uygulamaları ile nitel görüşmeler sonucunda değişimi ölçülmesi hedeflenen bağımlı değişkenlerden birisini Yapay zekaya yönelik tutumlarıdır. Bu kapsamda planlanan yüksek lisans tez çalışmam için ilgili ölçeği kullanmak adına sizden izin talep ediyorum.

İzin vermeniz halinde benimle ölçek değerlendirme kriterlerinin ve ölçek maddelerinin yer aldığı belgeleri paylaşabilir misiniz?
İyi çalışmalar dilerim.

Yanıtla - Tümüne Yanıt Ver - İlet - Daha Fazla İslem

Kimden: "feridun Kaya" <f
Kime: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU" <

4 Haziran 2024 23:40

hihc_a_2151730_sm3303.docx (21 KB) İndir | Evrak çantası | Kaldır
The Roles of Pe...I Intelligence.pdf (2,8 MB) İndir | Evrak çantası | Kaldır
Tüm ekleri indir
Tüm ekleri kaldır

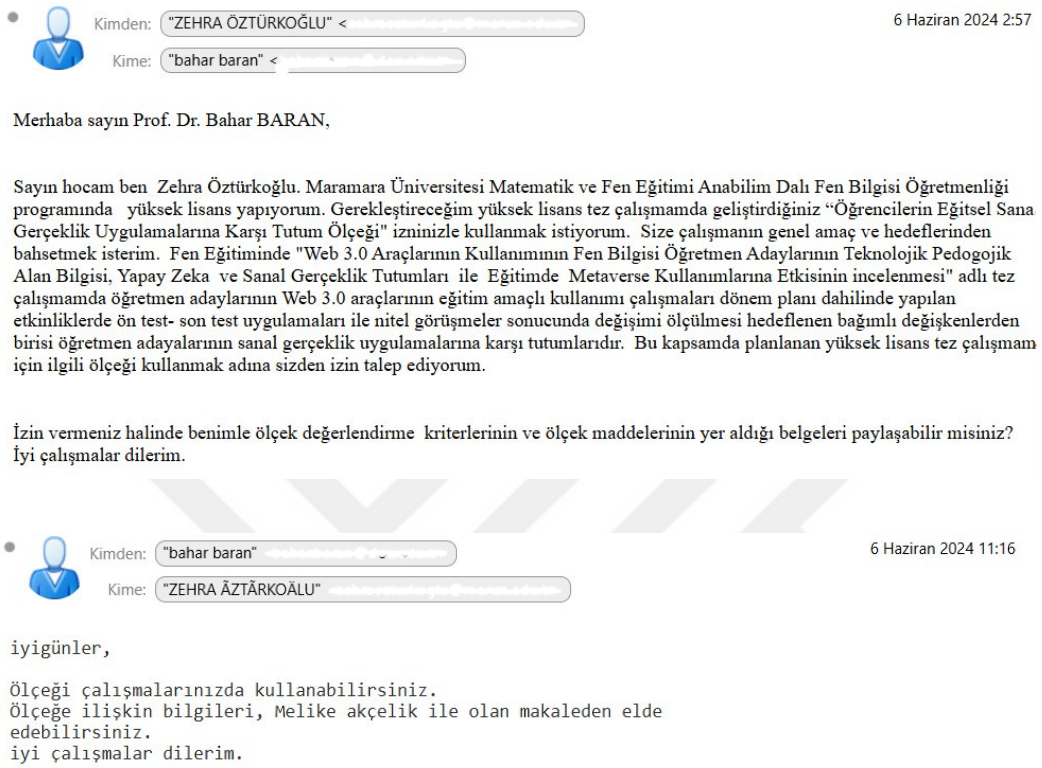
Zehra Hocam merhabalar,
Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeğini çalışmalarınızda kullanmanız bizi oldukça mutlu eder, kullanabilirsiniz.
Ekte ölçek formunu ve makalesini bulabilirsiniz.
Ölçek iki boyutlu olarak puanlanıyor. Pozitif (1-12 arasındaki 12 madde) ve negatif tutumlar (13-20 arasındaki 8 madde).
Toplam puan alınmıyor.
Negatif tutumlara ait maddeler ters kodlama yapılarak değerlendiriliyor. Bu konuda detaylı bilgi (Ölçek makalesinin data analizi bölümünde özellikle sarı renkle belirtilmiştir).
İyi çalışmalar..

Ek 5 Yapay Zekaya Yönelik Genel Tutum Ölçeği

Yönerge: Değerli katılımcı. Bu anket yapay zekaya yönelik tutumlarınız hakkında bilgi almak için tasarlanmıştır. Lütfen her bir maddeyi dikkatle okuyarak size en uygun olan seçeneği 1 ile 5 arasında işaretleyiniz.	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Günlük hayatımda yapay zekâ sistemlerini kullanmak ilgimi çekiyor.	1	2	3	4	5
2. Yapay zekânın birçok faydalı uygulaması vardır.	1	2	3	4	5
3. Yapay zekâ heyecan vericidir.	1	2	3	4	5
4. Yapay zekâ bu ülke için yeni ekonomik fırsatlar sağlayabilir.	1	2	3	4	5
5. Yapay zekâyı kendi işimde kullanmak isterim.	1	2	3	4	5
6. Yapay zekâya sahip bir yazılım/robot, birçok rutin işi bir insandan daha iyi yapabilir.	1	2	3	4	5
7. Yapay zekânın yapabileceklerinden etkilendim.	1	2	3	4	5
8. Yapay zekanın insanların iyi oluşları üzerinde olumlu etkileri olabilir.	1	2	3	4	5
9. Yapay zekâlı sistemler insanların daha mutlu hissetmelerine yardımcı olabilir.	1	2	3	4	5
10. Yapay zekâlı sistemler insanlardan daha iyi performans gösterebilir.	1	2	3	4	5
11. Toplumun çoğu, yapay zekâ ile donatılmış bir gelecekten faydalanacaktır.	1	2	3	4	5
12. Rutin işlemler için, bir insan yerine yapay zekâlı bir sistemle etkileşime girmeyi tercih ederim.	1	2	3	4	5
13. Yapay zekânın tehlikeli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
14. Kuruluşlar yapay zekâyı etik olmayan bir şekilde	1	2	3	4	5

kullanırlar.					
15. Yapay zekâyı şeytani/kötü niyetli buluyorum.	1	2	3	4	5
16. Yapay zekâ insanları gözetlemek için kullanılır.	1	2	3	4	5
17. Yapay zekânın gelecekteki kullanımlarını düşündüğümde üzüntüden titriyorum.	1	2	3	4	5
18. Yapay zekâ insanların kontrolünü ele geçirebilir.	1	2	3	4	5
19. Yapay zekâlı sistemlerin birçok hata yaptığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
20. Yapay zekâ gitgide daha fazla kullanılırsa benim gibi insanların zarar göreceğini düşünüyorum.	1	2	3	4	5

Ek 6 Öğrencilerin Eğitsel Sanal Gerçeklik Tutum Ölçeği (Esg-Tö) Kullaım İzni



Kimden: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU" <
Kime: "bahar baran" <
6 Haziran 2024 2:57

Merhaba sayın Prof. Dr. Bahar BARAN,

Sayın hocam ben Zehra Öztürkoğlu. Maramara Üniversitesi Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapıyorum. Gerekleştireceğim yüksek lisans tez çalışmamda geliştirdiğiniz "Öğrencilerin Eğitsel Sana Gerçeklik Uygulamalarına Karşı Tutum Ölçeği" izninizle kullanmak istiyorum. Size çalışmanın genel amaç ve hedeflerinden bahsetmek isterim. Fen Eğitiminde "Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin incelenmesi" adlı tez çalışmamda öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımı çalışmaları dönem planı dahilinde yapılan etkinliklerde ön test- son test uygulamaları ile nitel görüşmeler sonucunda değişimi ölçülmesi hedeflenen bağımlı değişkenlerden birisi öğretmen adayalarının sanal gerçeklik uygulamalarına karşı tutumlarıdır. Bu kapsamda planlanan yüksek lisans tez çalışmam için ilgili ölçeği kullanmak adına sizden izin talep ediyorum.

İzin vermeniz halinde benimle ölçek değerlendirme kriterlerinin ve ölçek maddelerinin yer aldığı belgeleri paylaşabilir misiniz?
İyi çalışmalar dilerim.

Kimden: "bahar baran"
Kime: "ZEHRA ÄZTÄRKOÄLU"
6 Haziran 2024 11:16

iyigünler,

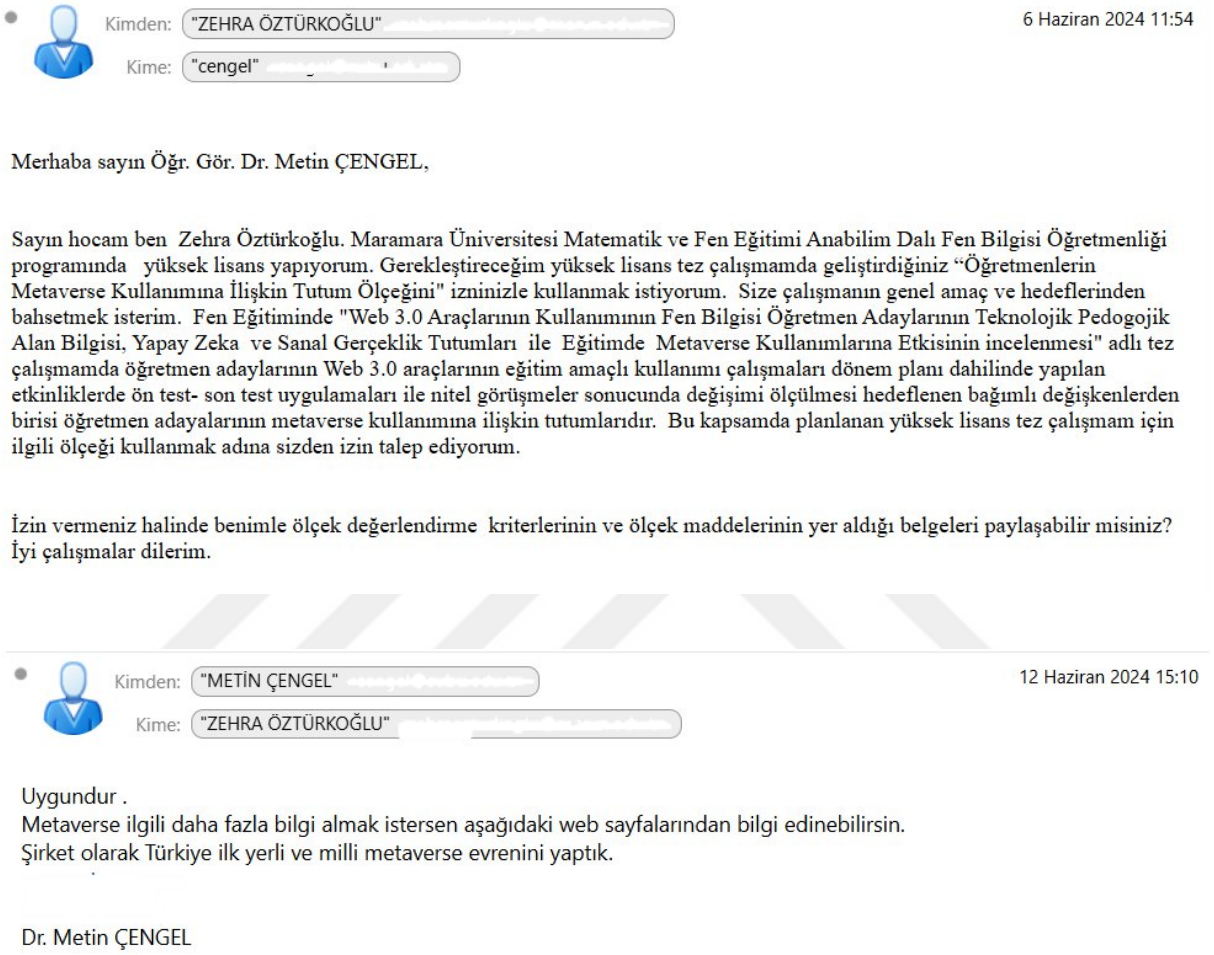
Ölçeği çalışmalarınızda kullanabilirsiniz.
Ölçeğe ilişkin bilgileri, Melike akçelik ile olan makaleden elde edebilirsiniz.
iyi çalışmalar dilerim.

Ek 7 Eğitsel Sanal Gerçeklik Uygulamaları Tutum Ölçeği (Esg- Tö)

(1: Kesinlikle Katılmıyorum; 2: Katılmıyorum; 3: İki Aradayım; 4: Katılıyorum; 5: Kesinlikle Katılıyorum)	Kesinlikle	Katılmıyorum	İki Aradayım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Eğitsel Sanal Gerçeklik (ESG) uygulamalarının kullanıldığı derslere ilgi duyarım					
2. ESG uygulamalarını severek kullanırım.					
3. Derslerde ESG uygulamalarını kullanmak istemem.*					
4. ESG uygulamalarının kullanıldığı derslere daha istekli katılırım.					
5. Derste ESG uygulamalarını kullanmaktan zevk alırım.					
6. ESG uygulamalarının kullanıldığı derste zamanın nasıl geçtiğini anlamam.					
7. ESG uygulamalarını kullanmak beni heyecanlandırır.					
8. ESG uygulamalarını kullanmak dersi eğlenceli hale getirir.					
9. ESG uygulamalarını kullanmak gereksizdir.*					
10. ESG uygulamalarını kullanmak daha kolay öğrenmemi sağlar.					
11. ESG uygulamaları sayesinde karmaşık konuları daha iyi anlarım.					
12. ESG uygulamalarını sınıf dışı öğrenmelerimde de kullanmak isterim.					

13. ESG uygulamaları gidip göremediğimiz yerleri deneyimleme fırsatı sunar.					
14. ESG uygulamalarında elde ettiğim deneyimleri arkadaşlarımla paylaşmaktan hoşlanırım.					
15. ESG uygulamaları kullanılarak işlenen konuları daha fazla hatırlarım.					
16. ESG uygulamalarının yaygınlaşmasını isterim.					
17. ESG uygulamalarını kullanmak dersteki kaygılarımı azaltır.					
18. ESG uygulamalarını kullanmak kafamın karışmasına sebep olur.*					

Ek 8 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği Kullanım İzni



Kimden: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU"
Kime: "cengel"
6 Haziran 2024 11:54

Merhaba sayın Öğr. Gör. Dr. Metin ÇENGEL,

Sayın hocam ben Zehra Öztürkoğlu. Maramara Üniversitesi Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapıyorum. Gerekleştireceğim yüksek lisans tez çalışmamda geliştirdiğiniz "Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeğini" izninizle kullanmak istiyorum. Size çalışmanın genel amaç ve hedeflerinden bahsetmek isterim. Fen Eğitiminde "Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin incelenmesi" adlı tez çalışmamda öğretmen adaylarının Web 3.0 araçlarının eğitim amaçlı kullanımı çalışmaları dönem planı dahilinde yapılan etkinliklerde ön test- son test uygulamaları ile nitel görüşmeler sonucunda değişimi ölçülmesi hedeflenen bağımlı değişkenlerden birisi öğretmen adayalarının metaverse kullanımına ilişkin tutumlarıdır. Bu kapsamda planlanan yüksek lisans tez çalışmam için ilgili ölçeği kullanmak adına sizden izin talep ediyorum.

İzin vermeniz halinde benimle ölçek değerlendirme kriterlerinin ve ölçek maddelerinin yer aldığı belgeleri paylaşabilir misiniz?
İyi çalışmalar dilerim.

Kimden: "METİN ÇENGEL"
Kime: "ZEHRA ÖZTÜRKOĞLU"
12 Haziran 2024 15:10

Uygundur .
Metaverse ilgili daha fazla bilgi almak istersen aşağıdaki web sayfalarından bilgi edinebilirsin.
Şirket olarak Türkiye ilk yerli ve milli metaverse evrenini yaptık.

Dr. Metin ÇENGEL

Ek 9 Öğretmenlerin Metaverse Kullanımlarına İlişkin Tutum Ölçeği

<u>Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği</u>

Cinsiyetiniz: K ( ) Erkek ( )

Branşınız: ……

Eğitim Kademeniz : Lisans ( ) Yüksek Lisans ( ) Doktora ( )

Mesleki Deneyiminiz (Yıl): ……

Çalıştığınız kurum Kamu ( ) Özel ( )

Bilgisayar Eğitimi Aldınız mı ?

Evet ( ) Hayır ( )

Tasarım Eğitimi Aldınız mı?

Evet ( ) Hayır ( )

Derslerinizde dijital materyallerden yararlanıyor musunuz?

Evet ( ) Hayır ( )

Derslerinizde dijital materyal geliştirdiniz mi?

Evet ( ) Hayır ( )

Öğretim Tasarımı eğitimi aldınız mı?

Evet ( ) Hayır ( )

		5	4	3	2	1
	Öğretmenlerin Metaverse Kullanımına İlişkin Tutum Ölçeği	**Kesinlikle Katılıyorum**	**Katılıyorum**	**Kararsızım**	**Katılmıyorum**	**Kesinlikle Katılmıyorum**
	Algılanan Fayda: Boyut I					
1	Öğretimde Metaverse uygulamaları yararlıdır.					
2	Metaverse uygulamaları öğretim verimliliğini arttırır.					
3	Eğitimde Metaverse kullanımı öğretimi kolaylaştırır.					
4	Eğitimde Metaverse kullanımı üretkenliği arttırır.					
5	Eğitimde Metaverse uygulamaları kullanımı akademik başarıyı arttırır.					
6	Eğitimde Metaverse uygulamaları kullanımı kalıcı öğrenmeyi arttırır.					
	Hazırbulunuşluk: Boyut II					
7	Metaverse ortamında kendi avatarımı tasarlayabilirim.					
8	Metaverse ortamında kendi ders materyalimi tasarlayabilirim.					
9	Metaverse teknolojileri sağlımızı olumlu yönde etkiler.					
10	Metaverse ortamları insanların mutluluklarına pozitif yönde katkılar sunar.					
11	Metaverse eğitim ortamları öğrencilerin gelişimine olumlu yönde katkılar sağlar.					
12	Metaverse eğitim ortamları öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını artırır.					

	Memnuniyet: Boyut III					
13	Metaverse öğretim ortamları eğitim materyallerini zenginleştirir.					
14	Metaverse tasarım programlarına hakimim.					
15	Metaverse yazılım programlarında uzmanım.					
16	Metaverse oyun motorlarında uzmanım.					
17	Metaverse donanım araçlarının kullanımında uzmanım.					

Ek 10 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Değerli Fen Bilgisi Öğretmen Adayı;

Bu çalışma ile Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının

Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zeka ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Yanıtlarınız hiçbir şekilde bireysel olarak kullanılmayacak, elde edilen toplu puanlar üzerinden bulgulara ulaşılacaktır. Toplanan veriler araştırma sorusunun cevaplanması için önemli katkıda bulunacak ve ayrıca bilimsel yayın yapmak amacıyla kullanılacaktır. Çalışmaya katkı sunduğunuz için teşekkür ederim.

Zehra ÖZTÜRKOĞLU

Ad:

Soyad:

Cinsiyet: ( ) K ( ) E

1. Web 3.0 kavramı size ne ifade ediyor.
2. Yapay zekâ ile donatılmış bir gelecek hakkında ne düşünüyorsunuz?
3. Yapay zekânın sınırları hakkında ne düşünüyorsunuz ?
4. Eğitsel sanal gerçeklik uygulamaları hakkında ne düşünüyorsunuz?
5. Eğitimde metaverse kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?
6. Güncel teknolojilerin herhangi bir fen kavramında kullanımına yönelik yeterliliğinizi nasıl ifade eersiniz? Detaylı olarak ifade edin.
7. Sizin henüz bilmediğiniz herhangi bir sınıf düzeyinde herhangi bir konunun işleneceği fen bilgisi dersine öğretmen olarak katılacaksınızkendinizi nasıl hissedersiniz, derse karşı yeterliliğinizi nasıl ifade edersiniz?

Ek 11 Marmara Üniversitesi Araştırma Ve Yayın Etik Kurul Onayı

Marmara Üni Evrak Tarih ve Sayısı: 02.10.2024-879263

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU KARARI

Sayı: ..... **Tarih:**
Araştırmacılar: Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM
Onay Tarihi ve Onay Sayısı: 20.08.2024 /08-20

Sayın: Zehra ÖZTÜRKOĞLU

''Fen Eğitiminde Web 3.0 Araçlarının Kullanımının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedogojik Alan Bilgisi, Yapay Zekâ ve Sanal Gerçeklik Tutumları ile Eğitimde Metaverse Kullanımlarına Etkisinin İncelenmesi' 'isimli çalışmanız Üniversitemiz Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.