

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN
ADAYLARININ SANAL GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ
YARDIMIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA
ÖĞRETİMİ NİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
YEŞİM TAKTAT ATEŞ**

Doktora Tezi

**Ağustos 2025
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANA BİLİM DALI
FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN
ADAYLARININ SANAL GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ
YARDIMIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA
ÖĞRETİMİ NİYETLERİNİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
YEŞİM TAKTAT ATEŞ**

**Danışman
PROF. DR. MURAT SARAÇOĞLU**

**Ağustos 2025
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- *Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,*
- *Görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,*
- *Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,*
- *Atıfta bulunduğum eserlerin bütününi kaynak olarak gösterdiğimi,*
- *Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,*
- *Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir bilimsel çalışması olarak sunmadığımı*

beyan ederim.

Yeşim TAKTAT ATEŞ
İmza

YÖNERGEYE UYGUNLUK

Fen Bilimleri Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sanal Gerçeklik Teknolojisi Yardımıyla Sürdürülebilir Kalkınma Öğretimi Niyetlerinin İncelenmesi adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Yeşim TAKTAT ATEŞ

Danışman
Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU

KABUL VE ONAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Yeşim TAKTAT ATEŞ'in hazırladığı **Fen Bilimleri Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sanal Gerçeklik Teknolojisi Yardımıyla Sürdürülebilir Kalkınma Öğretimi Niyetlerinin İncelenmesi** başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Mustafa GÜÇLÜ	.....
Jüri Üyesi (Danışman)	Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Oktay BEKTAŞ	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Neslihan ÖZBEK	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Paşa YALÇIN	.....

Bu tez Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 15/08/2025 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca ... / ... / tarihi ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Onur Alp İLHAN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu tez, fen eğitimi ve sürdürülebilirlik alanında dijital teknolojilerin benimsenmesi üzerine uzun soluklu bir araştırma sürecinin ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Araştırmanın her aşamasında karşılaştığım zorlukları aşmamda ve bilimsel bakış açımı geliştirmemde, kıymetli hocalarımla ve yakınlarımla desteği en büyük ilham kaynağım olmuştur.

Öncelikle, danışmanım Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU'na; akademik rehberliği, vizyoner yaklaşımı ve her zaman teşvik edici tutumuyla çalışmamın şekillenmesinde sağladığı katkılardan dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Kendisinin akademik birikimi, eleştirel bakış açısı ve yol göstericiliği, bu sürecin bilimsel derinlik kazanmasında belirleyici olmuştur.

Jüri üyeleri olarak çalışmaya değerli katkılarını sunan saygıdeğer hocalarıma da ayrıca teşekkür etmek isterim. Yaptıkları geri bildirimler ve yapıcı eleştirilerle, çalışmamın hem teorik hem de metodolojik olarak güçlenmesini sağlamışlardır. Bu anlamda, kıymetli zamanlarını ve bilgilerini esirgemeyen jüri üyelerime şükranlarımı sunarım.

Hayat arkadaşım ve en büyük destekçim Doç. Dr. Hüseyin ATEŞ'e, bu süreç boyunca gösterdiği sabır, anlayış ve akademik katkı için minnettarım. Onun ilham veren azmi ve bilimsel disiplini, yalnızca bu tezin değil, mesleki yolculuğumun da şekillenmesinde büyük rol oynamıştır. Aynı zamanda manevi desteğini her zaman yanımda hissettiren aileme, motivasyon ve sevgi kaynaklarım oldukları için teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum tüm öğretmenlere, öğretmen adaylarına ve katkı sağlayan tüm katılımcılara da şükran borçluyum. Ayrıca, akademik ve idari süreçlerde yardımlarını esirgemeyen tüm üniversite çalışanlarına ve dostlarıma teşekkür ederim.

Bu tezin, bilime, fen eğitimi alanına ve sürdürülebilirlik vizyonuna katkı sağlaması en içten dileğimdir.

Yeşim TAKTAT ATEŞ
Ağustos 2025, KAYSERİ

ÖZ

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ SANAL GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ YARDIMIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÖĞRETİMİ NİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Yeşim TAKTAT ATEŞ

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Doktora Tezi, Ağustos, 2025
Danışman: Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU

Günümüz eğitim sistemlerinde sürdürülebilir kalkınma odaklı bilimsel okuryazarlığın artırılması, yenilikçi dijital teknolojilerin (örneğin, sanal gerçeklik) etkili entegrasyonunu gerektirmektedir. Ancak, öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik kabulünü şekillendiren bireysel ve yapısal faktörler hâlâ tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu nedenle, bu çalışma, fen eğitimi ve sürdürülebilirlik eğitimi bağlamında sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesini etkileyen temel faktörleri bütünsel bir model çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, Türkiye genelinde 480 fen bilgisi öğretmen adayı ve 530 fen bilimleri öğretmeni olmak üzere toplam 1.010 katılımcıdan elde edilen verilerle yürütüldü. Çalışmada, UTAUT-2 ve GETAMEL modellerinin birleştirilmesiyle oluşturulan özgün bir kuramsal model, YEM ile test edildi. Bulgular, hem bireysel (öz-yeterlik, algılanan kullanılabilirlik, tutum, alışkanlık) hem de yapısal (kolaylaştırıcı koşullar, fiyat değeri, sosyal etki) değişkenlerin, sanal gerçeklik teknolojilerinin sürdürülebilir kalkınma eğitiminde kullanım niyeti üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğretmen adayı ve öğretmen grupları arasında bazı ilişkilerde mesleki durumun moderatör rol oynadığı belirlendi. Elde edilen bulgular, teknoloji entegrasyonunda yalnızca bireysel yeterliklerin değil, kurumsal destek, altyapı ve mesleki gelişimin de bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, kuramsal düzeyde fen eğitimi ve sürdürülebilirlik eğitiminde teknoloji kabulüne

yönelik literatürü, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin birleşiminden elde edilen bütünleşik bir çerçeve ile zenginleştirmektedir. Geliştirilen bu model, sonraki araştırmaların sanal gerçeklik ve diğer eğitim teknolojilerinin benimsenme süreçlerini incelemesinde kullanılabilecek özgün bir referans sunmaktadır. Uygulama ve politika düzeyinde ise, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunu destekleyecek stratejiler ve öğretmen eğitim programlarının iyileştirilmesine yönelik çok boyutlu öneriler geliştirmektedir.

Anahtar sözcükler: Sanal gerçeklik, fen eğitimi, sürdürülebilir kalkınma eğitimi, teknoloji kabulü, UTAUT-2, GETAMEL

ABSTRACT

AN ANALYSIS OF SCIENCE TEACHERS' AND PRE-SERVICE TEACHERS' INTENTIONS TO TEACH SUSTAINABLE DEVELOPMENT USING VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Yeşim TAKTAT ATEŞ

Erciyes University, Institute of Educational Sciences

Ph.D. Thesis, August, 2025

Supervisor: Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU

In contemporary education systems, enhancing scientific literacy with a focus on sustainable development requires the effective integration of innovative digital technologies such as virtual reality. However, the individual and structural factors shaping teachers' acceptance and adoption of these technologies remain insufficiently understood. Therefore, this study aims to examine the key determinants influencing the adoption of virtual reality in the context of science and sustainability education, through a comprehensive, integrated model. Data were collected from 480 pre-service science teachers and 530 in-service science teachers (total N=1,010) across Turkey. The study employed a unique theoretical framework combining the UTAUT-2 and GETAMEL models, tested via structural equation modeling (SEM). Findings indicate that both individual factors (self-efficacy, perceived usefulness, attitude, habit) and contextual factors (facilitating conditions, price value, social influence) significantly affect the intention to use virtual reality for education for sustainable development. Additionally, the results revealed that professional status moderates several of these relationships. Overall, the study demonstrates that successful technology integration requires not only individual competencies but also comprehensive institutional support, infrastructure, and continuous professional development. This study enriches the literature on technology acceptance in science education and sustainability education by proposing an integrated framework derived from the combination of the GETAMEL and UTAUT-2 models. The developed framework offers a unique reference for future research examining the adoption processes of virtual reality and

other educational technologies. At the practical and policy levels, the study provides multidimensional recommendations to support teachers' technology integration and to improve teacher education programs.

Keywords: Virtual reality, science education, education for sustainable development, technology acceptance, UTAUT-2, GETAMEL

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZ	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLOLAR LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	9
1.2. Araştırmanın Önemi.....	12
1.3. Araştırmanın Amacı/ Alt Amaçları.....	15
1.4. Sayıtlılar	16
1.5. Sınırlılıklar	17
1.6. Tanımlar	17
BÖLÜM II.....	19
ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	19
2.1. Sürdürülebilir Kalkınma.....	19
2.2. Uluslararası Anlaşmalarda Sürdürülebilir Kalkınma Eğitiminin Kökenleri ...	21
2.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisi.....	23
2.4. Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Çevre Eğitimi.....	29
2.5. Teknoloji Kabul Modelleri.....	31
2.5.1. e-Öğrenme İçin Genişletilmiş Genel Teknoloji Kabul Modeli (GETAMEL)	
.....	32

2.5.2. Genişletilmiş Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT-2)	34
2.6. Araştırma Modeli ve Hipotezler.....	39
2.7. Önceki Çalışmalar.....	42
2.7.1. GETAMEL kapsamında yürütülmüş çalışmalar.....	43
2.7.2. UTAUT-2 kapsamında yürütülmüş çalışmalar.....	51
2.7.3. GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin entegrasyonu ile yürütülen çalışmalar.....	64
BÖLÜM III	68
YÖNTEM.....	68
3.1. Araştırmanın Modeli	68
3.2. Araştırma Grubu (Evren ve Örneklem).....	70
3.2.1. Fen Bilgisi öğretmen adayları	70
3.2.2. Fen bilgisi öğretmenleri	73
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları	76
3.4. Verilerin Analizi.....	77
3.4.1. Fen bilgisi öğretmen adayları.....	78
3.4.2. Fen bilimleri öğretmenleri.....	83
3.5. Pilot Çalışma: Ölçek Geçerliği ve Güvenirliği	89
BÖLÜM IV	91
BULGULAR.....	91
4.1. GETAMEL, UTAUT-2 ve Bütünleşik Modelin Karşılaştırmalı Uyum İndeksleri ve Açıklayıcı Gücü.....	91
4.2. Fen Bilimleri Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Sürdürülebilir Kalkınma Öğretimi Niyetlerinin Yol Analizi ve Hipotez Testleri	95
4.2.1. Yol Analizi ve Hipotez Testleri: UTAUT-2 modeli	95
4.2.2. Yol Analizi ve Hipotez Testleri: GETAMEL modeli.....	99
4.2.3. Bütünleşik modelde yol analizi ve hipotez testleri: fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenleri bulguları	106
4.2.3.1. Fen bilgisi öğretmen adayları için analiz bulguları.....	106
4.2.3.2. Fen bilgisi öğretmenleri için analiz bulguları	108

4.3. Örneklem Türünün (Mesleki Durum) Bütünleşik Modelde Moderatör Etkisi	112
BÖLÜM V	116
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	116
5.1. Kuramsal Çıkarımlar	117
5.1.1. Bütünleşik modelin eğitimde teknoloji kabulü alanına katkısı	117
5.1.2. Kuramlararası geçiş ve çoklu teorik çerçeve kullanımı	118
5.1.3. Bağlam ve kültürün kuramsal modellerdeki rolü	119
5.1.4. Bireysel ve yapısal etmenlerin dinamik etkileşimi	1200
5.1.5. Kuramsal modellerin sınırları ve gelişme alanları	121
5.1.6. Fen eğitimi bağlamında teorik çıkarımlar	123
5.1.7. Sürdürülebilirlik eğitimi bağlamında teorik çıkarımlar	125
5.2. Uygulamalı Çıkarımlar.....	1266
5.2.1. Öğretmenlerin mesleki gelişiminde kapsamlı ve süreklilik içeren eğitimler	127
5.2.2. Okul ve kurum düzeyinde altyapı ve destek sistemlerinin güçlendirilmesi	129
5.2.3. Disiplinler arası ve deneyimsel öğrenme ortamlarının tasarlanması	130
5.2.4. Politika ve yönetim düzeyinde stratejik yönlendirmeler.....	131
5.2.5. Toplum, aile ve paydaş katılımının güçlendirilmesi	132
5.2.6. Süreç izleme, değerlendirme ve ölçme	134
5.2.7. Geleceğe yönelik araştırma ve geliştirme alanları	135
5.3. Öğretmen Eğitimi ve Mesleki Gelişime Yönelik Öneriler.....	136
5.4. Okul ve Kurum Düzeyinde Destekleyici Altyapı ve Liderliğe Yönelik Öneriler	137
5.5. Program ve Müfredat Geliştirmeye Yönelik Öneriler	138
5.6. Politika ve Strateji Geliştirmeye Yönelik Öneriler	140
5.7. Toplum, Aile ve Paydaş Katılımına Yönelik Öneriler	141
5.8. Değerlendirme, İzleme ve Sürekli İyileştirmeye Yönelik Öneriler	142
5.9. Geleceğe Yönelik Araştırmalar ve Yenilikçi Uygulamalara Yönelik Öneriler	143
KAYNAKÇA.....	145

EKLER.....	172
EK-1: Öğretmen Adayı Ölçeği	172
EK-2: Öğretmen Ölçeği	177
EK-3: Etik Komisyonu Onay Bildirimi	181
Ek-4: MEB İzni	182
ÖZGEÇMİŞ	184

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 Araştırma Hipotezleri.....	41
Tablo 2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri	71
Tablo 3 Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Demografik Özellikleri	74
Tablo 4 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları İçin DFA Sonuçları ve Ölçek Maddeleri .	788
Tablo 5 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Grubu için Ayrım Geçerliği (Fornell-Larcker Kriteri).....	82
Tablo 6 Fen Bilimleri Öğretmenleri İçin DFA Sonuçları ve Ölçek Maddeleri	84
Tablo 7 Fen Bilimleri Öğretmenleri Grubu için Ayrım Geçerliği (Fornell-Larcker Kriteri).....	88
Tablo 8 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları ve Fen Bilimleri Öğretmenleri için GETAMEL, UTAUT-2 ve Bütünleşik Modelin Uyum İndeksleri ve Açıklayıcılık Gücü.....	92
Tablo 9 UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve Açıklanan Varyans (Kullanım Niyeti)	99
Tablo 10 GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları ve Açıklanan Varyans.....	105
Tablo 11 Bütünleşik Model Yol Katsayıları ve Hipotezlerin Sonuçları.....	111
Tablo 12 Bütünleşik Modelde Çoklu Grup (Öğretmen Adayı ve Öğretmen) Moderatörlük Analizi Sonuçları.....	115

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Araştırma Modeli ve Hipotezler	40
Şekil 2 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler	96
Şekil 3 Fen Bilimleri Öğretmenleri için UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler	98
Şekil 4 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları	101
Şekil 5 Fen Bilgisi Öğretmenleri için GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları	103
Şekil 6 Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için Bütünleşik Modelin Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler	108
Şekil 7 Fen Bilgisi Öğretmenleri için Bütünleşik Modelin Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler	110

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AFA	: Açımlayıcı Faktör Analizi
AGFI	: Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi
AR	: Artırılmış Gerçeklik
ASD	: Otizm Spektrum Bozukluğu
AVE	: Ortalama Açıklanan Varyans
BKH	: Binyıl Kalkınma Hedefleri
CFI	: Karşılaştırmalı Uyum İndeksi
CR	: Bileşik Güvenirlilik
df	: Serbestlik Derecesi
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
GETAMEL	: E-Öğrenme için Genişletilmiş Genel Teknoloji Kabul Modeli
GFI	: Uyum İyiliği İndeksi
GFI	: Uyum İyiliği İndeksi
HMD	: Başa Monte Ekran
IFI	: Artımsal Uyum İndeksi
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin Testi
LMS	: Blackboard Öğrenme Yönetim
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
PLS-SEM	: Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modellemesi
RMSEA	: Yaklaşık Hata Kareler Ortalaması
SKH	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SRMR	: Standartlaştırılmış Ortalama Karekök Kalıntı
SS	: Standart Sapma
TAM	: Teknoloji Kabul Modeli
TLI	: Tucker-Lewis İndeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UTAUT-2	: Genişletilmiş Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi
VR	: Virtual Reality
YEM	: Yapısal Eşitlik Modeli
X ²	: Ki-kare

BÖLÜM I

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, eğitim alanında önemli bir dönüşüm yaratmış ve öğretim süreçlerini daha etkili, etkileşimli ve erişilebilir hale getirmiştir (Purdue Üniversitesi, 2024). Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte, eğitim sistemleri giderek daha fazla teknoloji tabanlı yaklaşımlar benimsemekte ve öğrenme ortamları dijital platformlara taşınmaktadır (Smith System, 2023). Bu değişim, bilgiye erişimi kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif bir şekilde katılmalarını teşvik etmektedir (Crowdmark, 2024; Kahveci ve Sondaş, 2023; Kandemir ve Demir, 2020). Geleneksel öğretim yöntemleri genellikle metin tabanlı içerik aktarımına ve öğretmen merkezli anlatımlara dayanırken, günümüz eğitim anlayışı, öğrencilerin bilgiye pasif bir şekilde maruz kalmasının yerine aktif katılım gösterdiği, deneyimleyerek öğrendiği bir yapıyı gerektirmektedir (Selçuk vd., 2019; İneç, 2020).

Dijital teknolojiler, öğrenmeyi daha dinamik, bireyselleştirilmiş ve interaktif hale getirme potansiyeline sahiptir. Özellikle sanal gerçeklik teknolojisi, eğitimde çığır açan yeniliklerden biri olarak öne çıkmaktadır. Sanal gerçeklik, öğrencilerin fiziksel dünyada deneyimleyemeyecekleri soyut kavramları somutlaştırmalarına ve doğrudan deneyimlemelerine olanak tanıyan bir ortam sunmaktadır (Kahveci ve Sondaş, 2023; Kandemir ve Demir, 2020). Öğrenciler, laboratuvar ortamında gerçekleştirilemeyecek kadar tehlikeli deneyleri sanal ortamda güvenli bir şekilde yapabilir, uzay keşiflerini gerçekçi bir şekilde simüle edebilir veya insan vücudunun iç yapısını üç boyutlu olarak inceleyebilirler (Çakır, 2022; Özdemir vd., 2019). Bu tür etkileşimli deneyimler, öğrencilerin bilişsel gelişimlerini destekleyerek bilgiyi yalnızca ezberlemelerini değil, anlamlandırmalarını ve kalıcı hale getirmelerini sağlar (Terzi, 2023; Yağcı ve Şentürk, 2023). Sanal gerçekliğin en büyük avantajlarından biri, deneyimsel öğrenmeyi teşvik

etmesidir. Öğrenciler, bir konuyu sadece teorik olarak okumak veya öğretmenlerinden dinlemek yerine, doğrudan içine dahil olabilmekte ve etkileşimli bir şekilde keşfedebilmektedirler (Kasaroğlu ve Güler, 2023; Yüksekdağ, 2021). Bu süreç, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Çilesiz ve Aydın, 2022; Yumak ve Karadeniz, 2023). Ayrıca, sanal gerçeklik ortamları, öğrencileri gerçek hayattaki durumları simüle eden senaryolara dahil ederek, onların bağımsız öğrenme becerilerini artırmakta ve aktif öğrenme sürecine katkı sunmaktadır (Fidan ve Ulvi, 2022; Vardarlı, 2021). Sanal gerçeklik teknolojisi, öğrenme motivasyonunu artırma konusunda da önemli bir role sahiptir. Geleneksel ders anlatımlarında sıkılabilen veya dikkatini toplamakta zorlanan öğrenciler, sanal gerçeklik ortamlarının sunduğu sürükleyici ve ilgi çekici deneyimler sayesinde öğrenme süreçlerine daha fazla ilgi göstermektedirler (Erdem ve Karakoç, 2020; Kandemir ve Demir, 2020). Gerçek dünyadaki deneyimleri birebir simüle eden sanal ortamlar, öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyerek derslere katılım oranlarını artırmaktadır (Şekerci, 2017; Tonbuluğlu, 2023). Özetle, sanal gerçeklik teknolojisi, eğitimde geleneksel yöntemlerin sınırlılıklarını aşarak, öğrencilere deneyimsel, etkileşimli ve bireyselleştirilmiş bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Bu nedenle, eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin entegrasyonu hem pedagojik yeniliklerin hayata geçirilmesi hem de öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesi açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır (Kahveci ve Sondaş, 2023; Kandemir ve Demir, 2020; Selçuk vd., 2019).

Çevresel sürdürülebilirlik eğitimi, teknolojik yeniliklerin eğitim süreçlerine entegrasyonunun en kritik olduğu alanlardan biridir (Sari vd., 2024). Günümüzde çevresel sorunlar, sadece belirli bölgeleri veya toplumları değil, küresel ölçekte tüm insanlığı ve ekosistemleri tehdit etmektedir. İklim değişikliği, sera gazı emisyonlarının artması, sanayileşme ve fosil yakıt tüketiminin hız kesmeden devam etmesi nedeniyle küresel sıcaklıkların yükselmesine ve hava olaylarının giderek daha aşırı hale gelmesine neden olmaktadır (Silva vd., 2023; Wijethilake ve Upadhaya, 2020). Doğal kaynakların tükenmesi, hızla artan nüfus, endüstriyel üretim ve bilinçsiz tüketim alışkanlıkları nedeniyle su, orman, enerji kaynakları ve mineraller gibi hayati önem taşıyan varlıkların sürdürülebilir şekilde yönetilmesini zorlaştırmaktadır (Konrad vd., 2021; Silvestre vd., 2020).

Çevre kirliliği, plastik atıkların okyanuslarda birikmesi, hava kirliliğinin solunum yolu hastalıklarına neden olması ve sanayi atıklarının su kaynaklarını tehdit

etmesi gibi çok boyutlu etkileriyle insan sağlığını doğrudan etkilemektedir (Hertz vd., 2020; Medeiro ve Domingo, 2021). Biyolojik çeşitliliğin azalması, doğal yaşam alanlarının tahribi, avlanma, tarımsal faaliyetler ve iklim değişikliği nedeniyle birçok bitki ve hayvan türünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına yol açmaktadır (Mierlo vd., 2010; Tribaldos vd., 2020). Tüm bu çevresel sorunlarla mücadele edebilmek için, bireylerin çevresel farkındalık kazanmaları, sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları geliştirmeleri ve bilimsel verilere dayalı bilinçli kararlar almaları gerekmektedir (Alves-Oliveira vd., 2019; Wynveen, 2017). Çevresel sürdürülebilirlik eğitimi, bireylere yalnızca ekolojik konular hakkında bilgi vermekle kalmaz, aynı zamanda çevreye duyarlı kararlar almalarını sağlayacak tutum ve davranış değişiklikleri geliştirmelerine de katkıda bulunur (Sauer vd., 2022). Sürdürülebilir bir gelecek için bireylerin enerji tasarrufu, geri dönüşüm, karbon ayak izi azaltma, sorumlu tktim alışkanlıkları gibi uygulamaları benimsemesi kritik önem taşımaktadır (Bennett ve Reyers, 2024; Lytovchenko vd., 2021). Bu noktada eğitim sistemlerinin, çevresel sürdürülebilirlik bilincini oluşturma ve çevresel etik anlayışını geliştirme misyonu büyük bir sorumluluk gerektirmektedir (Altomonte vd., 2016; Brundiers vd., 2010). Ancak, geleneksel ğretim yöntemleri, çevresel sürdürülebilirlik gibi disiplinler arası ve karmaşık konuların ğretiminde yeterli düzeyde etkileşim, deneyimleme ve anlamlandırma fırsatları sunamamaktadır. Nitekim, disiplinler arası iş birliği, aktif katılım ve problem temelli öğrenme süreçleri çevresel sürdürülebilirlik eğitimi için kritik öneme sahiptir (Barth vd., 2007; Tilbury, 2011; Wiek vd., 2011).

Sterling (2001) de geleneksel yöntemlerin bütüncül ve dönüştürücü bir öğrenme ortamı yaratmakta yetersiz kaldığını, bu nedenle sürdürülebilirlik eğitiminde deneyimsel ve etkileşimli yaklaşımların benimsenmesi gerektiğini belirtmektedir. Geleneksel eğitim yaklaşımları, genellikle ezbere dayalı bilgi aktarımı, teorik anlatımlar ve pasif öğrenme süreçleri üzerinden ilerlediği için öğrencilerin çevresel sorunları birebir deneyimlemelerini, kendi çözümlerini üretmelerini ve sorunlara eleştirel bakış açısıyla yaklaşmalarını yeterince teşvik etmemektedir (Green ve Somerville, 2014). Ayrıca, bu yöntemler öğrencilerin disiplinler arası düşünme, sistemsel bakış ve problem çözme becerilerini geliştirmede de yetersiz kalmaktadır (Reid ve Petocz, 2006). Bu noktada, sürdürülebilirlik eğitimi kapsamında aktif, işbirlikçi ve deneyimsel öğrenme yaklaşımlarının önemi ne çıkmaktadır (Mochizuki ve Fadeeva, 2010). Nitekim, disiplinler arası iş birliği, aktif katılım ve problem temelli

öğrenme süreçleri çevresel sürdürülebilirlik eğitimi için kritik öneme sahiptir (Barth vd., 2007; Tilbury, 2011; Wiek vd., 2011).

Bu noktada dijital teknolojiler ve özellikle sanal gerçeklik uygulamaları, çevresel sürdürülebilirlik eğitimiyle bütünleşerek öğrenme ortamlarını köklü biçimde dönüştürme potansiyeline sahiptir. Geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlı kaldığı deneyimleme ve anlamlandırma süreçleri, sanal gerçeklik sayesinde aşılabilmektedir (Ferry vd., 2021). Sanal gerçeklik, öğrencilerin doğrudan gözlemleyemeyeceği veya laboratuvarında tecrübe edemeyeceği çevresel olayları ve ekosistem dinamiklerini simüle ederek soyut kavramları somutlaştırmakta, öğrencilerin çevresel sorunları çok boyutlu ve etkileşimli biçimde deneyimlemesini sağlamaktadır (Rozmi vd., 2019; Liu, 2023). Bu teknolojik ortamlar; öğrencilerin iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı, su kirliliği gibi karmaşık çevresel süreçleri gerçekçi simülasyonlar aracılığıyla gözlemlemesine ve sürdürülebilirlik uygulamalarının uzun vadeli etkilerini değerlendirmesine olanak tanımaktadır (Vlachopoulos vd., 2023; Musyarofah ve Ahmad, 2021). Ayrıca, sanal gerçeklik destekli öğrenme, farklı öğrenme stillerine uyum sağlayarak her öğrencinin kendi hızında, aktif ve keşfetmeye dayalı şekilde öğrenmesini teşvik etmekte; problem çözme, eleştirel düşünme ve çözüm geliştirme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine katkı sunmaktadır (Minocha vd., 2023; Pressick-Kilborn vd., 2018). Sonuç olarak, çevresel sürdürülebilirlik eğitiminde sanal gerçekliğin kullanımı, öğrencilerin bilgiyle kalmayıp bu bilgiyi uygulamalı olarak deneyimlemelerini sağlayarak çevre bilincini ve çözüm odaklı yaklaşımı içselleştirmelerine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Surya vd., 2024).

Sanal gerçeklik teknolojisinin çevresel sürdürülebilirlik eğitimine entegrasyonu, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği ve yaratıcılık gibi becerilerin gelişimini de desteklemektedir (Suryati vd., 2025). Öğrenciler, sanal ortamda çevresel sorunlara yönelik farklı senaryoları deneyimleyerek, bu sorunlara karşı alternatif çözümler üretme fırsatı bulmaktadır (Jamei vd., 2017). Geleneksel eğitim materyalleri ile sağlanamayan bu tür interaktif deneyimler, öğrencilerin çevresel farkındalıklarını artırırken, sürdürülebilir kalkınma bilinci kazanmalarına da katkı sunmaktadır. Ancak, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde etkili bir şekilde kullanılabilmesi, öğretmenlerin bu teknolojiyi benimseme düzeyine ve pedagojik süreçlerine nasıl entegre ettiklerine bağlıdır (Sancar vd., 2023a).

Eğitim teknolojilerinin sürdürülebilir bir şekilde sınıf ortamına entegre edilebilmesi için öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumları, öz-yeterlilik algıları,

kullanım kolaylığı ve pedagojik yeterlilikleri gibi çeşitli faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Ateş ve Gündüzalp, 2024). Sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için yalnızca donanım ve yazılım altyapısının sağlanması yeterli olmamakta, aynı zamanda öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik olumlu tutum geliştirmesi ve pedagojik adaptasyon süreçlerini başarıyla yönetebilmesi de kritik bir öneme sahip olmaktadır (Ateş ve Kölemen, 2025). Öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumları, onların sanal gerçekliği ders içi uygulamalara entegre etme kararlarını doğrudan etkileyen temel unsurlardan biridir. Teknolojinin eğitimde sağladığı faydalara inanan ve yenilikçi yaklaşımları benimseyen öğretmenler, sanal gerçeklik gibi yeni nesil teknolojileri öğrenme süreçlerine daha kolay adapte edebilirken, teknolojinin eğitimde etkisiz olduğunu düşünen veya bu tür yeniliklere mesafeli yaklaşan öğretmenler, sanal gerçekliğin öğretim süreçlerine entegrasyonunu sınırlayabilmektedir (Ateş ve Kölemen, 2025). Bu nedenle, öğretmenlerin teknolojiye yönelik olumlu tutum geliştirmeleri, sanal gerçekliğin sınıf içi kullanımını artırmada önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Ateş ve Polat, 2025). Öğretmenlerin öz-yeterlilik algıları, sanal gerçeklik teknolojisini etkili bir şekilde kullanma konusundaki özgüvenlerini ve kendilerine olan inançlarını ifade etmektedir. Öz-yeterlilik düzeyi yüksek olan öğretmenler, sanal gerçeklik gibi yeni teknolojilere daha hızlı adapte olabilir ve sınıf içinde etkili bir şekilde kullanabilirler (Lemon ve Garvis, 2016). Buna karşılık, teknolojiye dair yeterlilik konusunda kendisini yetersiz hisseden öğretmenler, bu tür araçları derslerinde kullanmaya daha az istekli olabilirler (Ateş vd., 2024). Bu nedenle, öğretmenlerin sanal gerçeklik kullanımına ilişkin teknolojik becerilerini ve pedagojik yeterliliklerini geliştirmeye yönelik eğitim programlarının düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Teknoloji kaygısı da öğretmenlerin sanal gerçekliği benimseme sürecinde kritik bir faktördür (Abdullah ve Ward, 2016). Teknolojiye yönelik kaygı duyan öğretmenler, yeni sistemleri öğrenme ve uygulama konusunda zorlanabilir, bu da onların sanal gerçekliği derslerine entegre etme konusunda çekimser kalmalarına neden olabilir. Özellikle teknolojik değişimlere direnç gösteren öğretmenler, sanal gerçeklik gibi yenilikçi eğitim araçlarını benimsemekte zorlanabilir ve bu teknolojinin pedagojik faydalarına rağmen geleneksel öğretim yöntemlerini tercih etmeye devam edebilirler. Bu bağlamda, öğretmenlerin teknolojiye duydukları kaygının azaltılması için mesleki gelişim programları, teknolojiye aşinalık kazandıran uygulamalar ve rehberlik destekleri sağlanmalıdır. Kullanım kolaylığı, sanal gerçekliğin öğretim

süreçlerine entegrasyonunu etkileyen bir diğer önemli değişkendir (Yao ve Wang, 2024). Öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini hızlı bir şekilde öğrenebilmesi, derslerinde uygulayabilmesi ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine entegre edebilmesi, teknolojinin eğitimde yaygınlaşması açısından kritik bir faktördür. Kullanımı karmaşık ve yönetilmesi zor olan teknolojiler, öğretmenlerin bu araçları benimseme sürecini geciktirebilir veya tamamen kullanmamalarına neden olabilir (Aurangzeb vd., 2024). Bu nedenle, sanal gerçeklik tabanlı eğitim uygulamalarının öğretmenler için erişilebilir, kullanıcı dostu ve pedagojik olarak anlamlı hale getirilmesi gerekmektedir (Ateş ve Kölemen, 2025). Pedagojik yeterlilik, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini eğitim bağlamında nasıl kullanabileceklerini bilmeleriyle ilgilidir. Sanal gerçekliğin sınıf ortamına entegrasyonunda, öğretmenlerin bu teknolojiyi nasıl etkili bir şekilde kullanacaklarını bilmeleri, öğrencilerin öğrenme süreçlerini nasıl destekleyeceklerini anlamaları ve sanal gerçekliği ders kazanımlarıyla ilişkilendirebilmeleri büyük önem taşımaktadır. Sanal gerçeklik, yalnızca teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda pedagojik bir araç olarak değerlendirilmelidir (Oubahssi vd., 2024). Bu nedenle, öğretmenlerin sanal gerçekliği nasıl ders materyali haline getirebilecekleri, öğrencilerle nasıl etkileşimli bir şekilde kullanabilecekleri ve değerlendirme süreçlerini nasıl yönlendirebilecekleri konusunda eğitim almaları gerekmektedir. Ayrıca, sosyal etki ve mesleki destek, öğretmenlerin teknoloji entegrasyon süreçlerinde önemli bir motivasyon kaynağıdır (Zhang ve Yang, 2024). Meslektaşlarının teknolojiye yönelik tutumları, okul yönetimlerinin teknoloji kullanımını teşvik etme politikaları ve öğrenci velilerinin destekleyici yaklaşımları, öğretmenlerin sanal gerçekliği benimseme sürecini hızlandırabilir (Ateş ve Kölemen, 2025). Teknolojiyi aktif olarak kullanan öğretmenler, diğer meslektaşlarına örnek teşkil sanal gerçekliğin eğitimde yaygınlaşmasını sağlayabilir. Sonuç olarak, sanal gerçekliğin eğitimde etkili bir şekilde kullanılması, sadece donanımsal ve yazılımsal altyapının sağlanmasına bağlı değildir. Öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumları, öz-yeterlilik algıları, teknoloji kaygısı, kullanım kolaylığı, pedagojik yeterlilikleri ve sosyal etkiler gibi faktörler, sanal gerçekliğin eğitimde sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını doğrudan etkilemektedir (Chen vd., 2024). Bu nedenle, sanal gerçekliğin yaygınlaşması için öğretmenlerin bu teknolojiyi nasıl kullanacaklarına dair bilgi ve becerilerle donatılması, pedagojik destek sağlanması ve uygulamaya yönelik rehberlik hizmetleri sunulması büyük önem taşımaktadır. Öğretmenlerin sanal gerçekliğe dair farkındalıklarını artırmak ve teknolojiye yönelik olumlu tutum

geliştirmelerini sağlamak, bu yenilikçi teknolojinin eğitim sistemine entegrasyonunun önündeki en büyük engellerden biri olan öğretmen adaptasyon sürecini hızlandıracaktır. Bu bağlamda, öğretmen eğitim programlarının sanal gerçeklik teknolojisini etkili bir şekilde kullanabilecek pedagojik ve teknolojik becerileri geliştirecek şekilde yapılandırılması, eğitimde sanal gerçekliğin potansiyelinden tam anlamıyla yararlanılmasını sağlayacaktır (Ateş ve Kölemen, 2025).

Bu çalışmanın temel amacı, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini ve bu niyeti etkileyen faktörleri incelemektir. Teknolojinin eğitimde etkili biçimde kullanılabilmesi için öğretmenlerin bu araçları nasıl benimsediğini ve hangi faktörlerin bu süreci etkilediğini anlamak gerekmektedir. Bu doğrultuda, e-Öğrenme için Genişletilmiş Genel Teknoloji Kabul Modeli (GETAMEL) ve Genişletilmiş Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT-2) çerçevesinde analiz yapılmaktadır (Koroğlu, 2025). GETAMEL modeli, öğretmenlerin teknolojiye yönelik algıladıkları fayda, kullanım kolaylığı, öz-yeterlilik, teknoloji kaygısı ve sosyal destek gibi bireysel faktörleri temel alır (Alvarez vd., 2024; Abdullah ve Ward, 2016). Öğretmenler, sanal gerçekliğin öğrencilerin çevresel farkındalığını ve öğrenme motivasyonunu artıracığına, soyut kavramları somutlaştıracağına inandıklarında bu teknolojiyi benimsemeye daha istekli olmaktadır (Ateş ve Kölemen, 2025). Ayrıca öz-yeterlilik algısı yüksek olan öğretmenler, sanal gerçeklik kullanımında daha başarılı olurken; teknoloji kaygısı veya yetersiz teknik destek, benimseme sürecini olumsuz etkileyebilir (Özçakır ve Aydın, 2019).

UTAUT-2 modeli ise bireysel değişkenlerin yanı sıra performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi çevresel ve sosyal faktörleri de içermektedir (Venkatesh vd., 2012; Chang, 2012). Öğretmenler, sanal gerçeklik uygulamalarının dersleri daha etkili ve verimli kılacağına, kullanımının kolay ve eğlenceli olduğuna, çevrelerinden destek göreceklarına inandıklarında bu teknolojiyi benimsemeye daha yatkın olmaktadır (Bower vd., 2020). Ancak, maliyet, teknik altyapı gereksinimleri ve alışkanlıklar da önemli engeller olarak öne çıkmaktadır (Al Farsi, 2023). Sonuç olarak, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecinde hem bireysel hem de çevresel faktörlerin rolü bulunmaktadır ve bu faktörlerin bütüncül bir şekilde ele alınması gerekmektedir.

Bu araştırmada, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin öğretmenlerin sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklama gücü karşılaştırılacaktır. Çalışmanın amacı, hangi modelin öğretmenlerin sanal gerçekliği benimseme sürecini daha iyi açıkladığını belirlemek ve bu süreçte etkili olan faktörleri anlamaktır. Ayrıca, bu iki modelin birleşimiyle oluşturulan genişletilmiş bir teorik çerçevenin sanal gerçeklik teknolojisinin kabul sürecini nasıl açıkladığı da analiz edilecektir.

Bu araştırma, fen bilimleri öğretmenleri ve  ğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme süreçlerini açıklamak için GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin karşılaştırmalı analizini yaparak, teknoloji kabul süreçlerine dair literatüre teorik ve uygulamalı katkılar sunmayı amaçlamaktadır. Teorik açıdan, çalışma iki farklı modelin öğretmenlerin sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklama gücünü karşılaştırarak, eğitim teknolojileri bağlamında en uygun teorik çerçeveyi belirlemeye odaklanmaktadır. Bu kapsamda, GETAMEL modelinin bireysel faktörlere odaklanması ile UTAUT-2 modelinin çevresel ve motivasyonel faktörleri içermesi arasındaki farkların eğitim ortamlarındaki teknoloji kabul süreçlerine nasıl yansıdağı incelenecektir. Ayrıca, bu iki modelin birleşimiyle oluşturulan genişletilmiş teorik çerçevenin, öğretmenlerin sanal gerçekliği benimseme süreçlerini daha kapsamlı bir şekilde açıklayıp açıklamadığı test edilecektir. Böylece, eğitimde teknoloji kabul modellerine dair literatürde eksik kalan y nlerin tespit edilmesi ve bu eksiklikleri giderecek yeni bir teorik ereve oluşturulması hedeflenmektedir. Uygulamada, bu araştırmanın amacı, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim ortamlarında sürdürülebilir ve etkili biçimde kullanılabilmesi için öğretmenlerin ve  ğretmen adaylarının bu teknolojiyi benimseme süreçlerine ilişkin çeşitli öneriler geliştirmektir. Çalışma bulguları, sanal gerçekliğin  ğretim süreçlerine entegrasyonunu kolaylaştıran ya da zorlaştıran etkenleri ortaya koyarak,  ğretmen eğitim programlarının yapılandırılmasına yönelik fikirler sunabilir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma konusundaki öz-yeterlilik algıları, teknolojiye yönelik kaygıları, kullanım kolaylığı algıları ve mesleki destek gereksinimleri hakkında bulgular elde edilmesi beklenmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçların, bu faktörlerin eğitim politikalarına ve stratejilerine nasıl entegre edilebileceğine dair öneriler geliştirilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Ayrıca, alışma, öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumlarının ve mesleki gelişimlerinin desteklenmesi amacıyla tasarlanacak eğitim programlarının oluşturulmasına da ışık tutabilir. Bu doğrultuda, sanal gerçeklik teknolojisinin etkili

kullanımı için öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programlarının nasıl şekillendirilmesi gerektiği konusunda eğitim yöneticileri, politika yapıcılar ve öğretmen eğitimi programlarını düzenleyen kurumlar için stratejik öneriler sunulacaktır. Bu tür programlar, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini daha bilinçli ve pedagojik olarak etkili bir şekilde kullanmalarını sağlayarak, eğitimde yenilikçi yaklaşımların yaygınlaşmasına katkı sunacaktır. Sonuç olarak, bu araştırma, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenmesini ve çevresel sürdürülebilirlik eğitimine entegrasyonunu destekleyecek stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın çıktılarının, öğretmenlerin mesleki gelişimini destekleyerek eğitimde teknolojik yeniliklerin yaygınlaşmasına katkı sağlaması, eğitim politikalarının bu doğrultuda şekillendirilmesine yardımcı olması ve öğrencilere yönelik çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin kalitesini artırması beklenmektedir.

1.1. Problem Durumu

Küresel çevre sorunları, günümüz dünyasında giderek artan bir şekilde insan yaşamını, ekosistemleri ve ekonomik yapıları tehdit eden karmaşık ve çok boyutlu problemlerdir (Rockström vd., 2009; Steffen vd., 2015). İklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, doğal kaynakların hızla tükenmesi, çevre kirliliği ve su kıtlığı gibi sorunlar, yalnızca mevcut nesilleri değil, gelecekteki kuşakları da derinden etkilemektedir (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021). Bu tür sorunların ortaya çıkışı, büyük ölçüde insan faaliyetlerinin doğal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır (Foley vd., 2005). Özellikle sanayileşme, kentleşme, fosil yakıt tüketimi ve ormansızlaşma gibi faktörler, çevresel tahribatı hızlandırarak sürdürülebilir bir geleceğin önündeki en büyük tehditlerden biri haline gelmiştir (MEA, 2005). Örneğin, iklim değişikliği sadece sıcaklık artışı ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda tarım üretimi, su kaynakları, sağlık sistemleri ve ekonomik istikrar gibi kritik alanları da doğrudan etkilemektedir (IPCC, 2018). Benzer şekilde, biyolojik çeşitliliğin azalması, ekosistemlerin dayanıklılığını zayıflatmakta ve insanların gıda güvenliği, temiz suya erişim ve ilaç kaynakları gibi temel gereksinimlerini tehlikeye atmaktadır (Díaz vd., 2019).

Bu kapsamlı ve giderek daha karmaşık hale gelen çevresel sorunlarla mücadele edebilmek için bireylerin çevresel farkındalık geliştirmesi, sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları kazanması ve bilimsel veriye dayalı bilinçli kararlar alması büyük bir önem taşımaktadır (Kollmuss ve Agyeman, 2002; Sterling, 2010). Ancak, geleneksel

eğitim yöntemleri çevresel sürdürülebilirlik eğitimi açısından yeterli düzeyde etkileşim, deneyimleme ve anlamlandırma fırsatları sunamamakta; dolayısıyla, öğrencilerin çevresel sorunları derinlemesine kavrayıp çözüm üretme becerilerini geliştirmelerini sınırlamaktadır (Ardoın vd., 2020). Mevcut eğitim yaklaşımlarının büyük bir kısmı, öğretmen merkezli ve pasif öğrenmeye dayalı olup, öğrencilerin çevresel konulara yönelik eleştirel düşünme becerileri kazanmalarını zorlaştırmaktadır (Scott, 2009). Geleneksel eğitimde sıkça karşılaşılan teorik ve ezbere dayalı öğrenme süreçleri, çevresel sürdürülebilirlik gibi disiplinler arası ve dinamik konuların öğretimi açısından yetersiz kalmaktadır (UNESCO, 2017). Çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin doğrudan katılımını teşvik eden, aktif öğrenme süreçlerini destekleyen ve soyut kavramların somutlaştırılmasına olanak tanıyan yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Stevenson vd., 2017; Tilbury, 2011). Bu noktada, sanal gerçeklik teknolojisi, çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin daha etkili ve anlamlı bir şekilde sunulmasını sağlayan yenilikçi bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Fowler, 2015). Sanal gerçeklik, öğrencilerin çevresel konuları yalnızca teorik düzeyde öğrenmek yerine, bu konulara doğrudan katılım sağlayarak deneyimleyebileceği, interaktif ve sürükleyici öğrenme ortamları oluşturma potansiyeline sahiptir (Markowitz vd., 2018). Geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlılıklarını aşmada önemli bir araç olarak değerlendirilen sanal gerçeklik teknolojisi, öğrencilerin çevresel sistemleri doğrudan gözlemleyebilmesini, çevresel sorunların neden-sonuç ilişkilerini analiz edebilmesini ve sürdürülebilir çözümleri sanal bir ortamda test edebilmesini mümkün kılmaktadır (Mikropoulos ve Natsis, 2011). Örneğin, sanal gerçeklik tabanlı bir simülasyon aracılığıyla öğrenciler, bir orman ekosisteminin nasıl bozulduğunu gözlemleyebilir, ekolojik denge üzerindeki olumsuz etkileri analiz edebilir ve ekosistemin yeniden iyileştirilmesi için sürdürülebilir stratejiler geliştirebilirler. Bu tür deneyimsel öğrenme ortamları, öğrencilerin çevresel farkındalıklarını artırmakta ve sürdürülebilirlik ilkelerini içselleştirmelerine katkıda bulunmaktadır.

Sanal gerçeklik teknolojisi, yalnızca bilgi aktarımına dayalı geleneksel eğitim modellerinin ötesine geçerek, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine de katkı sağlamaktadır (Dede, 2009; Johnson-Glenberg, 2018). Gerçekçi ve sürükleyici öğrenme deneyimleri sunarak, öğrencilerin çevresel sorunlara karşı duyarlılığını artırmakta ve onların bu sorunlara yönelik yaratıcı çözümler geliştirme kapasitelerini güçlendirmektedir

(Makransky ve Petersen, 2021). Örneğin, bir sanal gerçeklik uygulaması aracılığıyla öğrenciler, iklim değişikliğinin belirli bir bölge üzerindeki etkilerini gözlemleyebilir ve bu etkileri azaltmak için alternatif sürdürülebilir kalkınma stratejileri geliştirebilirler (Markowitz vd., 2018). Bu tür interaktif öğrenme deneyimleri, öğrencilerin çevresel sorunlara yalnızca pasif gözlemciler olarak değil, aktif çözüm üreticileri olarak katılmalarını teşvik etmektedir (Bailenson, 2018). Ancak, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim süreçlerine entegrasyonunun başarısı, öğretmenlerin bu teknolojiyi benimseme düzeyine bağlıdır (Hew ve Brush, 2007; Rogers, 2003). Öğretmenlerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaları, öğrencilerin sanal gerçeklik destekli öğrenme ortamlarından en üst düzeyde yararlanabilmesini sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir (Kimmons, 2015). Dolayısıyla, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini öğretim süreçlerine entegre etme niyetleri ve bu niyeti etkileyen faktörlerin belirlenmesi, eğitimde sanal gerçeklik kullanımını teşvik etmek açısından önemli bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır (Vanderlinde ve van Braak, 2010). Öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumları, öz-yeterlilik algıları, kaygı düzeyleri ve sosyal etkiler gibi faktörler, sanal gerçekliğin eğitim süreçlerine entegrasyonunu doğrudan etkilemektedir (Teo, 2011). Bu nedenle, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisine yönelik tutumlarını ve bu teknolojiyi kullanma konusundaki yeterliliklerini artırmak, eğitimde sanal gerçekliğin etkin bir şekilde uygulanabilmesi açısından kritik bir adımdır (Yuen vd., 2003).

Bu bağlamda, bu araştırmanın temel problemi, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak sürdürülebilir kalkınma eğitimi yapma niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemek ve bu süreci destekleyecek stratejiler geliştirmektir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecini açıklamak için iki teorik model GETAMEL ve UTAUT-2, araştırma çerçevesinde ele alınmaktadır. GETAMEL modeli, bireylerin belirli bir teknolojiyi kabul etme süreçlerini açıklamak için geliştirilmiş bir model olup, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecinde algılanan fayda, kullanım kolaylığı, öz-yeterlilik ve sosyal etki gibi faktörleri ele almaktadır. Öte yandan, UTAUT-2 modeli, teknoloji benimseme süreçlerini daha geniş bir çerçevede inceleyerek, bireysel ve çevresel faktörleri içeren kapsamlı bir model sunmaktadır.

Bu araştırma, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetlerini açıklamak için en uygun modeli belirleyerek, eğitim teknolojileri ve çevresel sürdürülebilirlik eğitimi alanındaki bilgi birikimine katkı

sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışmanın bulgularının, öğretmen eğitim programlarının sanal gerçeklik teknolojisini kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılmasına yönelik öneriler geliştirmesi ve sanal gerçekliğin eğitimde etkin kullanımını destekleyecek stratejiler sunması beklenmektedir. Ayrıca, bu araştırma, öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumlarını ve öz-yeterlilik algılarını güçlendirmeye yönelik mesleki gelişim programlarının tasarlanmasına da katkıda bulunacaktır. Öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamak, çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin kalitesini artırarak, öğrencilerin çevresel sorunlara yönelik farkındalıklarını ve çözüm odaklı düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olacaktır.

1.2. Araştırmanın Önemi

Çevresel sürdürülebilirlik, günümüzde çözüm bekleyen en kritik küresel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Rockström vd., 2009; Steffen vd., 2015). İklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, doğal kaynakların tükenmesi ve çevre kirliliği gibi sorunlar, yalnızca ekosistemleri değil, aynı zamanda insan yaşamını, ekonomik sistemleri ve toplumsal refahı da doğrudan etkilemektedir (Díaz vd., 2019; IPCC, 2021). Bu nedenle bireylerin çevresel farkındalık kazanması, sürdürülebilir yaşam becerileri geliştirmesi ve bilimsel veriye dayalı bilinçli kararlar alabilmesi kritik bir zorunluluktur. Eğitim sistemleri, bu farkındalığın geliştirilmesinde ve sürdürülebilirlik kültürünün yerleşmesinde en önemli kurumlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Tilbury, 2011; UNESCO, 2017).

Buna karşın, geleneksel öğretim yöntemlerinin çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin etkili biçimde yürütülmesinde çoğu zaman yetersiz kaldığı görülmektedir (Ardoin vd., 2018). Öğrencilerin yalnızca pasif bilgi aktarımı yoluyla çevresel sorunları kavramaları mümkün olmakla birlikte, bu yöntem onların eleştirel düşünme, problem çözme ve çözüm geliştirme becerilerini yeterince desteklememektedir (Scott, 2009). Bu nedenle, öğrenme süreçlerinde daha yenilikçi, etkileşimli ve deneyimsel yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada, sanal gerçeklik (SG) teknolojisi, çevresel konuların somutlaştırılması ve öğrencilerin çevresel sorunlarla doğrudan etkileşim kurmaları açısından güçlü bir öğretim aracı olarak değerlendirilmektedir (Fauville vd., 2020; Thoma vd., 2023). Sanal gerçeklik ortamları, öğrencilere iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerini gözlemleme, karbon ayak izini azaltmaya yönelik interaktif görevleri tamamlama ya da biyolojik çeşitliliği koruma

stratejilerini test etme gibi olanaklar sunarak, çevresel duyarlılığı artırma potansiyeli taşımaktadır (Abbas Thoma vd., 2024).

Ancak, SG teknolojisinin eğitimdeki etkili kullanımının sağlanabilmesi, büyük ölçüde öğretmenlerin bu teknolojiyi benimseme düzeyine bağlıdır. Öğretmenlerin teknolojiye yönelik algıları, tutumları, öz-yeterlilik inançları, kaygıları ve pedagojik yaklaşımları, sanal gerçeklik gibi yenilikçi araçların öğretim süreçlerine entegrasyonunu doğrudan etkilemektedir (Ateş ve Kölemen, 2025; Li vd., 2023). Öğretmenler teknolojiye karşı olumlu bir yaklaşım geliştirmedikçe, eğitim ortamlarında sanal gerçekliğin sunduğu fırsatlardan tam anlamıyla yararlanmak mümkün olmayacaktır. Bu durum, öğretmenlerin teknoloji benimseme süreçlerini incelemeyi ve özellikle sanal gerçeklik özelinde bu süreci etkileyen faktörleri anlamayı kritik hale getirmektedir.

Literatürde öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunu etkileyen faktörlere dair çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte, sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesini hem öğretmen adayları hem de aktif öğretmenler düzeyinde karşılaştırmalı olarak ele alan araştırmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca, teknoloji kabulünü açıklamak amacıyla yaygın şekilde kullanılan modellerin —örneğin GETAMEL ve UTAUT-2'nin— çoğunlukla ayrı ayrı test edildiği, bu modellerin entegrasyonu ile sağlanabilecek açıklama gücünün ve kuramsal kapsamın yeterince araştırılmadığı da dikkati çekmektedir. Bu durum, mevcut çalışmayı hem kuramsal hem de uygulamaya yönelik katkı potansiyeli bakımından önemli kılmaktadır.

Bu bağlamda, araştırma iki boyutta önem taşımaktadır:

1. Kuramsal katkı açısından: Çalışma, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme süreçlerini açıklamada GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin açıklayıcılık düzeylerini karşılaştırmakta ve bu iki modelin birleştirilmesiyle elde edilen kuramsal çerçevenin gücünü test etmektedir. Böylece, teknoloji kabul literatüründe model entegrasyonu yoluyla açıklayıcılığın artırılmasına ve daha kapsayıcı bir teorik yaklaşım geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

2. Uygulama açısından: Çalışma, öğretmenlerin tutumları, öz-yeterlilik algıları, kaygıları ve sosyal etkiler gibi faktörlerin sanal gerçeklik kullanımına yönelik niyetlerini nasıl şekillendirdiğini ortaya koyarak, öğretmen eğitimi programları ve mesleki gelişim faaliyetleri için yol gösterici veriler sunmaktadır. Bu bulgular, öğretmen adaylarının teknolojiye hazırlık düzeyleri ile aktif öğretmenlerin kullanım

niyetleri arasındaki farklılıkları belirlemeyi ve buna uygun politika önerileri geliştirmeyi mümkün kılacaktır.

Dolayısıyla bu çalışma, hem çevresel sürdürülebilirlik eğitiminin güçlendirilmesi hem de öğretmenlerin teknoloji kabul süreçlerine ilişkin kuramsal bilgi birikiminin geliştirilmesi açısından özgün bir değer taşımaktadır. Eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin daha etkili ve yaygın bir şekilde kullanılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Araştırmanın Literatürdeki Yeri ve Katkısı

Mevcut literatürde, çevresel sürdürülebilirlik eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımına yönelik araştırmalar artmakla birlikte (Sancar vd., 2023a), fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının bu teknolojiyi benimseme niyetlerini açıklayan, özellikle de bu süreci farklı teorik modeller çerçevesinde karşılaştırmalı olarak ele alan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bugüne kadar yapılan çalışmaların çoğu tek bir model (ör. TAM, UTAUT) üzerine odaklanmış (Chen vd, 2024); GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin aynı örnekleme karşılaştırıldığı ve bu iki modelin birleştirilerek genişletilmiş, bütüncül bir teorik çerçevenin geliştirildiği bir araştırmaya rastlanmamaktadır. Ayrıca, literatürde öğretmenlerin teknoloji benimseme sürecini açıklarken bireysel faktörler (tutum, öz-yeterlilik, teknoloji kaygısı, kullanım kolaylığı) ile çevresel/motivasyonel faktörlerin (sosyal etki, hedonik motivasyon, maliyet, alışkanlık) birlikte ve bütüncül biçimde incelendiği çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir.

Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı hedefleyerek, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerini fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları üzerinde karşılaştırmalı olarak test etmekte; ayrıca her iki modelin güçlü yönlerini birleştirerek genişletilmiş bir teorik model önermektedir. Böylece, eğitim teknolojileri alanında sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesine ilişkin daha kapsamlı ve açıklayıcı bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Uygulama açısından ise, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme süreçlerini etkileyen faktörleri ortaya koyarak, öğretmen eğitim programlarının tasarımına, teknoloji entegrasyon stratejilerine ve politika geliştirme çalışmalarına katkı sağlanması beklenmektedir. Bu yönüyle çalışma, hem teori hem de uygulama boyutunda literatüre özgün ve bütüncül bir katkı sunmaktadır.

1.3. Araştırmanın Amacı/ Alt Amaçları

Bu araştırmanın temel amacı, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini ve bu niyetleri şekillendiren faktörleri incelemektir. Araştırmada, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecini anlamak, bu süreci etkileyen bireysel ve çevresel faktörleri belirlemek ve bu faktörlerin hangi teorik model tarafından daha iyi açıklandığını ortaya koymak hedeflenmektedir.

Araştırma çerçevesinde GETAMEL ve UTAUT-2 modelleri kullanılarak, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerini açıklamada hangi modelin daha uygun olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, iki modelin ayrı ayrı ve birleştirilmiş olarak test edilmesiyle, sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklamada en etkili olabilecek teorik çerçevenin ortaya konulması hedeflenmektedir.

Ana Amaç:

- Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini etkileyen faktörleri GETAMEL ve UTAUT-2 modelleri temelinde incelemek ve bu modellerin açıklayıcılığını karşılaştırmak.

Alt Amaçlar:

1. Öğretmen ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetlerini etkileyen faktörleri belirlemek.
 - GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinde yer alan değişkenlerin öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetleri üzerindeki etkisi nasıl şekillenmektedir?
 - Öğretmen ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini eğitim süreçlerinde kullanma niyetleri üzerinde en belirleyici faktörler nelerdir?
2. Öğretmenler ve öğretmen adayları arasında sanal gerçeklik kullanım niyetleri açısından anlamlı farklılıklar olup olmadığını incelemek.
 - Öğretmenlik deneyimi, sanal gerçeklik teknolojinin eğitimde benimsenmesi ve kullanım niyeti üzerinde nasıl bir etkiye sahiptir?

3. GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklama gücünü karşılaştırmak.
 - GETAMEL ve UTAUT-2 modelleri, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklamada ne derece etkilidir?
 - Hangi model, sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesini daha güçlü bir şekilde öngörebilmektedir?
 - GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin birleşimi, sanal gerçeklik kullanım niyetlerini daha kapsamlı ve açıklayıcı bir şekilde modelleyebilir mi?

1.4. Sayıtlar

Bu araştırmada aşağıdaki sayıtlar benimsenmiştir:

1. Katılımcıların dürüst yanıt verme eğiliminde olduğu varsayılmaktadır. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının, anket ve ölçekleri içtenlikle ve doğru bir şekilde yanıtladığı kabul edilmektedir.
2. Kullanılan ölçek ve ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerini ve bu niyetleri etkileyen faktörleri doğru bir şekilde ölçtüğü varsayılmaktadır.
3. Katılımcıların sanal gerçeklik teknolojisine ilişkin temel düzeyde bilgiye sahip olduğu öngörülmektedir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının daha önce sanal gerçeklik ile ilgili bir deneyim yaşamış olmasalar bile, bu teknolojinin eğitimde nasıl kullanılabileceğine dair temel bir kavrayışa sahip oldukları kabul edilmektedir.
4. GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin öğretmenlerin sanal gerçeklik kullanım niyetlerini açıklamada uygun teorik çerçeveler sunduğu kabul edilmektedir. Bu modellerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknoloji kabul süreçlerini etkileyen faktörleri kapsadığı varsayılmaktadır.
5. Çalışmanın yürütüldüğü zaman diliminde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisine yönelik tutumlarında büyük değişiklikler olmadığı öngörülmektedir. Araştırma sırasında dış faktörlerden (teknolojik gelişmeler, politika değişiklikleri vb.) kaynaklanan ani

değişimlerin, katılımcıların tutumlarını önemli ölçüde etkilemediği varsayılmaktadır.

6. Araştırma sonuçlarının benzer özelliklere sahip öğretmen ve öğretmen adayları için genellenebilir olduğu kabul edilmektedir. Bulguların, aynı bağlamda eğitim gören ve çalışan diğer öğretmen grupları için de anlamlı olabileceği öngörülmektedir.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma belirli değişkenler ve kapsam dahilinde ele alınmış olup aşağıdaki sınırlılıklara sahiptir:

1. Örneklem sınırlılığı: Araştırma yalnızca belirli bir bölgede görev yapan fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları ile sınırlıdır. Bu nedenle, elde edilen sonuçlar farklı kültürel ve eğitimsel bağlamlar için doğrudan genellenemeyebilir.
2. Veri toplama yönteminin sınırlılığı: Çalışmada ölçeklere dayalı veri toplama yöntemi kullanıldığından, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının öz bildirimlerine dayalı yanıtlar verilmiştir. Bu durum, katılımcıların yanıtlarında sosyal beğenirlik yanlılığı veya öznel eğilimler içerebileceği anlamına gelmektedir.
3. Zaman sınırlılığı: Araştırma belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisine yönelik tutumlarında zamanla meydana gelebilecek değişimler dikkate alınmamıştır.
4. Uygulama sınırlılığı: Çalışma, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerini incelemekte olup, bu teknolojinin sınıf ortamlarında gerçek kullanımına dair doğrudan bir uygulama yapılmamıştır.
5. Model karşılaştırmalarının sınırlılığı: Araştırmada GETAMEL ve UTAUT-2 modelleri karşılaştırılmaktadır. Ancak, diğer teknoloji kabul modellerinin de sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesini açıklayabilecek değişkenleri içerebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

1.6. Tanımlar

Sanal gerçeklik: Kullanıcının, bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu dijital bir ortamda etkileşimde bulunmasını sağlayan teknoloji. Eğitim bağlamında, öğrencilerin

soyut kavramları deneyimleyerek öğrenmelerini destekleyen bir araç olarak kullanılmaktadır (Hedberg ve Alexander, 1994).

Sürdürülebilir kalkınma eğitimi: Çevresel, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirlik bilincini geliştirmeyi hedefleyen eğitim süreci. Öğrencilerin çevresel sorunları anlamalarını, eleştirel düşünme becerilerini kullanarak çözümler üretmelerini ve sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları kazanmalarını amaçlamaktadır (Landorf vd., 2008).

Öğretmenlerin teknoloji benimseme niyeti: Öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının belirli bir teknolojiyi (bu çalışmada sanal gerçeklik) derslerinde kullanmaya yönelik gönüllülük düzeyi ve motivasyonu.

Öz-Yeterlilik algısı: Bireylerin belirli bir görevi başarıyla yerine getirebileceğine dair inancı. Bu çalışmada, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini etkili bir şekilde kullanabileceklerine olan inançları incelenmektedir (Ateş ve Kölemen, 2025).

Teknoloji kaygısı: Bireylerin yeni teknolojileri kullanma sürecinde yaşadığı stres, endişe veya güvensizlik hissi. Öğretmenlerin sanal gerçeklik kullanımına yönelik kaygıları, bu teknolojiyi benimseme süreçlerinde belirleyici olabilir (Gelbrich ve Sattler, 2014).

Sosyal etki: Bireylerin teknoloji kullanımıyla ilgili kararlarını, çevrelerinden (meslektaşlar, yöneticiler, öğrenciler ve veliler) aldıkları geri bildirimler doğrultusunda şekillendirmesi (Ateş ve Garzón, 2022).

GETAMEL modeli: Kullanıcıların belirli bir teknolojiyi kabul etme sürecinde algılanan fayda, kullanım kolaylığı, öz-yeterlilik, kaygı ve sosyal etkiler gibi faktörleri içeren bir modeldir (Abdullah ve Ward, 2016).

UTAUT-2 modeli: Kullanıcıların teknoloji benimseme süreçlerini açıklamak için performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi değişkenleri içeren bir modeldir (Venkatesh vd., 2012).

Birleştirilmiş model: Bu çalışmada, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin birleşimiyle oluşturulan çerçeve. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerini açıklamada en etkili teorik yaklaşımı belirlemek için kullanılmaktadır.

BÖLÜM II

ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölüm, “sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir kalkınma” terimlerine yönelik farklı anlayışları, tarihsel gelişimini, kavramsal çerçevesini ve bu kavramların nasıl evrildiğini ele almayı amaçlamaktadır. Bu çerçevenin incelenmesi, Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim ve Sürdürülebilirlik Eğitimi (EfS) kavramlarının nasıl yapılandırıldığı ve yükseköğretim kurumlarında nasıl uygulanabileceğinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

2.1. Sürdürülebilir Kalkınma

Akademisyenler ve kalkınma uzmanları, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları üzerine farklı görüşler ortaya koymuşlardır. World Commission on Environment and Development (1987) tarafından hazırlanan raporda yer alan tanıma göre sürdürülebilir kalkınma, “*mevcut nesillerin ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yetisini tehlikeye atmadan karşılayan kalkınma süreci*” olarak tanımlanmıştır (s. 24). Bu tanım geniş kabul görmüş olmakla birlikte, Justice ve Sandra (2019) sürdürülebilir kalkınmanın tanımının ve anlamının birçok kişi için hâlâ netleşmemiş bir konu olduğunu öne sürmektedir. Gray (2010), sürdürülebilirliği “*bir durum, bir var olma biçimi*” olarak tanımlamakta ve kalkınma müdahalelerinin adalet temelli sosyal ve ekolojik dirençliliğe dayalı olması gerektiğini vurgulamaktadır (s. 57). Moore (2005) ise sürdürülebilirliği “*bir kavram, bir hedef ve bir strateji*” olarak ele almaktadır (s. 32). Gray (2010), sürdürülebilirliğin tek ve sabit bir durumu olmadığını, farklı yollar ve çözümlerle ulaşılabilecek bir hedef olduğunu savunmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik yaklaşımı, günümüz dünyasında

karşılaşılan ekonomik eşitsizlikler, adaletsiz kaynak dağılımı, iklim krizi, küresel sağlık riskleri, çevre kirliliği ve sosyal adaletsizlik gibi pek çok sorunun ele alınmasında etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilirlik kavramları sıklıkla birbirinin yerine kullanılan terimlerdir, ancak farklı kökenlere sahiptirler. Du Pisani (2006), Schmithusen (2013), Barfod ve Daugbjerg (2020) gibi araştırmacılara göre “sürdürülebilirlik” terimi ilk kez 1713 yılında Alman ormancılık yazarı Hans Carl von Carlowitz tarafından kullanılmıştır. Carlowitz, "Nachhaltigkeit" terimini sürdürülebilir ormancılık yönetimi bağlamında kullanmış ve bu terim daha sonra genel anlamda sürdürülebilirliği ifade eden bir kavram haline gelmiştir (Barfod ve Daugbjerg, 2020, s. 149). Öte yandan, sürdürülebilir kalkınma kavramı, insan faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkan çevresel bozulmaya yönelik artan kaygılar sonucu ortaya çıkmıştır (Du Pisani, 2006). Bu kavram, insan faaliyetlerinin yol açtığı ekosistem hizmetlerine (örneğin, gıda, su, iklim düzenleme, rekreasyon ve manevi inançlar gibi ekosistemden sağlanan faydalar) erişimin gelecek nesiller için sınırlandırılmasını önlemeye yönelik bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Glavič ve Lukman, 2007). Sürdürülebilir kalkınma kavramı çevresel yönetim çerçevesinde kalkınma müdahalelerine dayansa da “kalkınma” terimi kendi içinde tartışmalı bir kavramdır ve farklı disiplinlerden gelen uzmanlar tarafından farklı şekillerde yorumlanabilmektedir (Chandler, 2013; Esteva, 2018; Ufford, Giri ve Mosse, 2003). Chandler (2013), Batılı ülkelerin, kalkınma süreçlerinde diğer ülkelere hâkimiyet kurduğunu ve bunu toplumsal ve beşerî sermaye gelişimi bağlamında yönlendirdiğini eleştirmektedir.

Ufford, Giri ve Mosse (2003), ahlak, etik ve sorumluluk perspektiflerinden kalkınma müdahalelerini inceledikleri çalışmalarda, kalkınma modellerinin farklı sosyo-ekonomik sistemler üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğuna dair derinlemesine analizler sunmaktadır. Esteva (2018) ise, uluslararası kalkınma programlarını, özellikle savaş sonrası dönemde batılı ülkeler tarafından sunulan yardım programlarını, kurtarıcı bir müdahale ve bir tür “sömürgeci sembol” olarak değerlendirmektedir (s. 7). Bu durum, kalkınmanın tanımı konusunda Batı ve Asya ülkeleri arasında belirgin farklılıklar olduğunu ve bu tanımın gelir seviyesi, yaşam standartları, kaynaklara sahip olma durumu veya bilgi ve beceri kazanımı gibi göstergelere göre değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası kuruluşlar, sürdürülebilir kalkınma konusunda çeşitli tanımlar ve hedefler ortaya koymuş olsa da bu çerçevelerin farklı kültürel, politik, kurumsal ve dini ideolojilerden etkilendiği göz önünde bulundurulmalıdır. Landorf, Doscher ve Rocco (2008), Debson'un 1996 yılında sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir kalkınma eğitimi ile ilgili üç yüzden fazla tanım belirlediğini ve bu tanımların çevrecilikten mevcut sosyal, politik ve ekonomik yapıların dönüştürülmesine kadar geniş bir yelpazede yer aldığını belirtmektedir (s. 222).

2.2. Uluslararası Anlaşmalarda Sürdürülebilir Kalkınma Eğitiminin Kökenleri

Akademik söylemde sürdürülebilir kalkınma kavramı ve farklı anlamları üzerine çeşitli tartışmalar bulunmakla birlikte, uluslararası siyasi söylem genellikle daha odaklı bir çerçeveye sahiptir. Brundtland Raporu (World Commission on Environment and Development, 1987), sürdürülebilir kalkınmanın tanımlanması açısından ilk önemli siyasi dönüm noktasıdır. Bu rapor, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkileri konusunda küresel farkındalık yaratmış ve bir dizi uluslararası konferansın ve toplantının düzenlenmesine ilham kaynağı olmuştur. Bu bağlamda, 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde düzenlenen "Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı", küresel ortaklık temelinde sürdürülebilir kalkınma konusunda uluslararası taahhütlerin ilk adımı olan "Gündem 21" belgesini kabul etmiştir.

2000 yılında dünya liderleri, "Binyıl Kalkınma Hedefleri" (BKH) çerçevesinde küresel bir ortaklık oluşturmayı taahhüt eden Binyıl Bildirgesi (Millennium Declaration)'ni imzalamıştır. 2015 yılına kadar tamamlanması hedeflenen sekiz temel hedef içeren bu girişim, ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkeleri hedef almış ve küresel, bölgesel, ulusal ve yerel çabalara dayanarak milyonlarca insanın yaşamını iyileştirdiği iddia edilmiştir (Şahin ve Göcen, 2021).

Bu hedeflerden BKH-2, her ülkede ilköğretime erişim ve tamamlanma sürecine odaklanmış olup yükseköğretim ya da diğer eğitim düzeylerine dair bir vurgu içermemektedir (Millennium Development Goal, 2017). BKH-7 ise, çevresel sürdürülebilirliği ele almak amacıyla özellikle orman tahribatı, sera gazı emisyonları, su sanitasyonu ve kirlilik sorunlarına yönelik önlemler içermiştir (Jones, 2015; Millennium Development Goal, 2017). Bununla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik hedefi ile eğitim kurumlarının rolü arasında doğrudan bir bağlantı kurulamamıştır.

Ancak, BM Genel Sekreteri Ban Ki-Moon'un BKH'nin son raporuna yazdığı önsözde de belirtildiği gibi (Birleşmiş Milletler, 2015b), BKH'nin başarısı ve bu süreçte elde edilen deneyimler, 2015 sonrası için geliştirilecek 15 yıllık yeni bir stratejik plan olan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) için önemli bir temel oluşturmuştur.

Eğitimin sürdürülebilir kalkınmadaki rolü, bu süreçlerin başlangıcından itibaren ele alınmıştır. “Gündem 21” belgesinin 36. Bölümü, eğitim, kamu farkındalığı ve eğitimin teşvik edilmesini içeren temel hükümleri içermektedir. Bu çerçevede, BM genel kurulu tarafından 2002 yılında 57/254 sayılı karar ile kabul edilen 2005-2014 Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim On Yılı (Decade of Education for Sustainable Development - DESD) oluşturulmuştur (UNESCO, 2009).

Gündem 21'in 36.1 numaralı eylem planında, “eğitim, kamu farkındalığının artırılması ve eğitimin neredeyse tüm sürdürülebilir kalkınma alanlarıyla bağlantılı olduğu” açıkça belirtilmiştir (Birleşmiş Milletler, 1992). 36.2 numaralı madde ise, eğitim programlarının sürdürülebilir kalkınmaya yönelik bir yaklaşımla tasarlanmasını tavsiye etmektedir. Ayrıca, eğitimin hem örgün hem de yaygın eğitim kapsamında ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. 36.3 numaralı madde ise, eğitimin sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek ve insanların çevre ve kalkınma sorunlarını ele alma kapasitelerini artırmak için kritik bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır (Birleşmiş Milletler, 1992).

2015 yılında gerçekleştirilen BM genel kurulunda, tüm üye devletler bir sonraki 15 yıllık küresel ortaklık çerçevesini belirlemek için 17 “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi” ni kabul etmiş ve 1 Ocak 2016 itibarıyla “2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi” yürürlüğe girmiştir. Bu 17 hedef içinde, eğitimin rolü SKH-4 çerçevesinde aşağıdaki şekilde belirlenmiştir: “Kapsayıcı ve eşitlikçi kaliteli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmek” (Birleşmiş Milletler, 2015a).

Her SKH altında belirlenen hedefler, belirli göstergelerle takip edilmektedir. SKH -4 kapsamında yer alan on farklı alt hedef (4.1'den 4.7'ye ek olarak 4.a, 4.b ve 4.c), eğitimin farklı boyutlarını ele almaktadır. Özellikle hedef 4.7, “Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim” olarak bilinen çerçeveyi içermektedir ve şu şekilde tanımlanmaktadır: *“2030 yılına kadar, tüm öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeye yönelik bilgi ve becerileri edinmelerini sağlamak. Bu çerçevede sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve sürdürülebilir yaşam biçimleri, insan hakları, toplumsal cinsiyet eşitliği, barış ve şiddetsizliğin teşvik edilmesi, küresel vatandaşlık*

bilinci ve kültürel çeşitliliğin sürdürülebilir kalkınmaya katkısının takdir edilmesi gibi çeşitli alanlar yer almaktadır.” (Birleşmiş Milletler, 2015a).

Calder ve Clugston’un (2003) belirttiği gibi, “Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi”, yalnızca çevre eğitimi ile sınırlı olmamalı; uluslararası kalkınma, kültürel çeşitlilik, sosyal ve çevresel eşitlik gibi konuları da kapsamalıdır. Ancak, SKH 4.7 hedefi, SKH’nin kapsamının tam olarak ne olduğu ve yükseköğretim kurumlarında nasıl entegre edilebileceği konusunda bazı belirsizlikler içermektedir. Özellikle, mezunlardan beklenen yeterlilikler ve bunların eğitim süreçlerine nasıl dahil edileceği gibi konular açık bir çerçeveye belirtilmemiştir.

2.3. Sanal Gerçeklik Teknolojisi

Sanal gerçeklik, kullanıcıyı sanal bir ortama tamamen dahil eden çeşitli teknolojileri kapsayan bir sistemdir. Bu teknolojiye ait ortak özellik, kullanıcıların sanal ortamla etkileşime geçmek için bir başa takılan ekran veya benzeri bir cihaz kullanmalarıdır. Kullanılabilir cihazların çeşitliliğine rağmen, temel prensip aynıdır. Kullanıcı (örneğin, bir öğrenci) başa monte ekran (HMD)’yi taktığında, fiziksel dünya görsel olarak tamamen engellenir ve sadece sanal ortam görünür hale gelir. Kullanıcı, 360 derece etrafına bakabilir ve yalnızca sanal dünyayı deneyimleyebilir. Ayrıca, hareket takibi sayesinde sanal ortam ile doğrudan etkileşime geçebilir.

Sanal gerçeklik sektöründe sıkça kullanılan “immersive” (sürükleyici) terimi, birden fazla anlam taşımaktadır. Örneğin, PlayStation VR (2020), oyuncunun video oyun dünyasına tamamen dahil olmasını sağlamak için bu kavramı temel alır. Second Life ise kullanıcılara sanal avatarlar oluşturma ve bu avatarlar aracılığıyla sanal dünyada yaşama, diğer avatarlarla etkileşim kurma ve günlük aktiviteleri tamamlama imkânı tanıyan bir bilgisayar tabanlı programdır. Ancak, bazı uzmanlar bu tür bir deneyimi “sürükleyici” olarak değerlendirirken, bazıları yalnızca kullanıcının sanal dünyada temsil edildiğini, ancak tam anlamıyla içine çekilmediğini savunmaktadır (Bailenson, 2018).

Sanal gerçekliğin farklı bir formu olan Cave Automatic Virtual Environment ise özel olarak tasarlanmış bir odadır. Bu ortamda duvarlar, tavan ve zemin sanal görüntüler yansıtan ekranlarla kaplanmıştır. Kullanıcı, kendisini tamamen sanal bir çevrede hisseder, ancak vücut temsili üzerinde herhangi bir değişiklik yapamaz (Cruz-Neira vd., 1992). Linowes (2015), tam bir sanal deneyimi, kullanıcının fiziksel dünyayla olan tüm bağlantılarının HMD aracılığıyla tamamen kesildiği bir durum

olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, kullanıcı kendi bedenini göremez, yalnızca sanal ortamı ve belirli bir vücut parçasının (örneğin, el) veya hareket takibine dayalı hareketlerinin sanal temsillerini gözlemleyebilir.

Hareket takibi (tracked movement), belirli bir vücut parçasına yerleştirilen bir sensör aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu sensör, HMD ile entegre olarak çalışır ve kullanıcı bir hareket gerçekleştirdiğinde (örneğin, kolunu kaldırdığında), sanal dünyadaki avatarı da aynı hareketi gerçekleştirir. Eden ve Bezer (2011), sanal gerçekliği, *"kullanıcının HMD ve interaktif kontrol cihazları aracılığıyla sanal bir dünyaya tamamen daldırılmasını ve kullanıcı girdilerinin gerçek zamanlı olarak yakalanmasını sağlayan bir teknoloji"* (s. 339) olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, HMD'nin varlığı, kullanıcıyla sanal ortam arasındaki etkileşim ve eksiksiz bir sanal deneyim oluşturma gibi temel bileşenleri içerdiği için bu çalışmada da benimsenmiştir.

Sanal gerçeklik kullanımının öğrenme performansı üzerindeki etkisini inceleyen bir meta-analizde, Wu ve diğerleri (2020), HMD kullanılarak sağlanan sanal gerçeklik ortamlarının, sürükleyici olmayan öğrenme yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğunu bildirmiştir. Wu ve ark. tarafından yapılan moderatör analizinin temel bulgularına göre, HMD kullanımının en büyük etkisi şu alanlarda görülmüştür: (a) K-12 seviyesindeki öğrenciler, (b) fen eğitimi ve belirli becerilerin geliştirilmesi, (c) simülasyon veya sanal dünya temsilleri sunan uygulamalar ve (d) geleneksel ders anlatımı veya gerçek dünya uygulamaları ile karşılaştırıldığında. Aynı zamanda, meta-analiz sonuçları, HMD'lerin bilgi ve beceri gelişimini desteklediğini ve öğrenme etkisinin uzun vadeli olarak korunmasını sağladığını göstermektedir (Wu vd., 2020). Bağımsız sanal gerçeklik, herhangi bir ek bileşen satın alma veya oluşturma gerektirmeden, doğrudan kutusundan çıkarılıp kullanılabilen bir HMD ile çalışan sanal gerçeklik sistemlerini ifade etmektedir. Bu teknolojiye örnek olarak ClassVR bağımsız başlığı verilebilir (Avantis Systems, 2021). Kullanıcıların sanal ortamlarda etkileşimi, başlıca VR başlıkları ve el hareketleriyle izlenen kontrol mekanizmaları aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu yüksek etkileşim düzeyi, sanal dünyada nesneleri kaldırma, futbol topu fırlatma ve müzik aletleri çalma gibi çeşitli el tabanlı hareketlerin gerçekleştirilmesine olanak tanır (Hu, 2024). Bağımsız VR cihazları, model ve markaya bağlı olarak genellikle bir veya iki kontrol cihazı sunarak kullanıcıları pasif gözlemcilerden aktif katılımcılara dönüştürmektedir (Mitre-Ortiz vd., 2022). Kullanıcılar, bu cihazlar sayesinde sanal dünyadaki deneyimlerini zenginleştirmekte ve etkileşimlerini artırmaktadır (Salah vd., 2019). Ayrıca, bağımsız VR sistemleri çok

oyunculu deneyimler sunarak, farklı coğrafi konumlarda bulunan kullanıcıların aynı sanal alan içinde etkileşimde bulunabilmelerine olanak tanımaktadır (Paramita vd., 2024). Özellikle eğitim alanında, bağımsız VR cihazlarının kullanımı, fiziksel olarak okula gidemeyen ya da hareket kısıtlılığı olan öğrencilerin sanal derslere katılımını mümkün kılmaktadır (Aina ve Ogegbo, 2022). Bu durum, eğitim süreçlerine kesintisiz katılım fırsatı sunarak, öğrenim deneyimlerini zenginleştirmekte ve öğrencilerin aktif birer katılımcı olmasını sağlamaktadır. Bağımsız VR sistemlerinin gelişmiş işlem kapasitesi, kullanıcı deneyimini önemli ölçüde etkilemektedir. Cihazların sunduğu yüksek etkileşim düzeyi, kullanıcıların sanal ortamla olan etkileşimlerini artırmakta ve böylece öğrenme süreçlerini daha etkili hâle getirmektedir (Yuldashev, 2024). Bununla birlikte, söz konusu sistemlerin maliyetleri, gelişmiş teknolojileri ve kullanıcı deneyimini geliştirme potansiyelleri nedeniyle artış göstermektedir (Price vd., 2025; Song ve Ghani, 2023). Sonuç olarak, bağımsız VR cihazları, kullanıcıların sanal ortamlarla olan etkileşimlerini artırmakta ve eğitimden eğlenceye çeşitli alanlarda yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu cihazlar sayesinde, sanal dünyada bulunmanın getirdiği avantajlar, geleneksel eğitim ve etkileşim biçimlerine kıyasla daha yüksek bir katılım ve etkileşim düzeyi sağlamaktadır. Oculus (2021), Ocak 2021 itibarıyla Go, Quest ve Quest 2 olmak üzere üç farklı bağımsız VR modeli sunmaktadır. Go modeli daha çok bireysel kullanım için geliştirilmişken, Quest serisi hem bireysel hem de kurumsal kullanıma yönelik özellikler içermektedir. Ancak sınıf gibi çoklu kullanıcı ortamlarında, cihazların etkin şekilde kullanılabilmesi için kurumsal lisansların alınması gerekmektedir. Benzer şekilde HTC (2021), bağımsız VR birimleri için Focus ve Focus Plus olmak üzere iki farklı seçenek sunmaktadır. HTC'nin modelleri, kullanım kolaylığı, taşınabilirlik ve gelişmiş etkileşim imkânlarıyla eğitim ortamlarında sanal gerçeklik uygulamalarına uygun çözümler sağlamaktadır. Bağımsız VR sistemlerinin sunduğu bu teknolojik yenilikler, sanal gerçeklik uygulamalarını yalnızca bireysel kullanıcılar için değil, aynı zamanda eğitim kurumları ve profesyonel öğretim süreçleri için de cazip bir seçenek haline getirmektedir.

Masaüstü sanal gerçeklik, sürükleyici bir deneyim sunan ikinci sanal gerçeklik türü olup, çalıştırılabilmesi için doğrudan bir bilgisayara bağlı olarak çalışan bir yazılım gerektirmektedir. Bu sistemde HMD bilgisayara kablo ile bağlanarak çalıştırılır. Masaüstü sürükleyici sanal gerçeklik sistemleri, yüksek işlem gücüne sahip bir bilgisayar ve sanal gerçeklik için ayrılmış geniş bir fiziksel alan gerektirmektedir.

Masaüstü VR sistemlerinde kullanılan HMD'ler, dahili kulaklıklarla donatılmış olup, daha yüksek piksel yoğunluğuna sahip geliştirilmiş bir görüntü kalitesi sunmaktadır. Sistem, hareket izleme istasyon sensörleri kullanılarak kurulur. Bu sensörler, daha geniş bir görüş alanı sağlamak ve yaklaşık 6 x 6 metre büyüklüğünde bir sanal gerçeklik alanı oluşturmaktadır. Kullanıcı etkileşimini sağlamak amacıyla, masaüstü VR birimleri iki kontrol cihazı ile birlikte gelmektedir. Ancak, masaüstü VR sistemlerinin en belirgin dezavantajlarından biri, yüksek maliyetidir. Sistem için güçlü bir harici bilgisayar gereklidir ve bu durum toplam maliyeti önemli ölçüde artırmaktadır. Örneğin, masaüstü VR sistemleri gelişmiş görsel kalite ve geniş hareket alanı sunmalarına rağmen, yüksek donanım gereksinimleri ve kullanım zorlukları nedeniyle eğitim ortamlarında yaygın olarak tercih edilmemektedir. Bu sistemlerin çalışabilmesi için yüksek performanslı bilgisayarlara ihtiyaç duyulmakta ve kurulum süreci ileri düzeyde teknik bilgi gerektirmektedir. Bu durum, özellikle öğretmenler gibi teknolojiye ileri düzeyde hâkim olmayan kullanıcılar için önemli bir engel teşkil etmektedir. Dolayısıyla, masaüstü VR çözümleri daha çok profesyonel kullanıcılar ve özel alanlarda tercih edilirken, eğitim ortamlarında genellikle daha erişilebilir, taşınabilir ve kullanım kolaylığı sağlayan bağımsız VR sistemleri öne çıkmaktadır.

Takip edilen hareketler, bağımsız (standalone) ve masaüstü sanal gerçeklik (desktop VR) birimlerine özgü bir özelliktir. Bu teknoloji, özellikle bağımsız VR birimlerinde nispeten yeni olup, bu tez yazıldığı süre boyunca sürekli gelişmiş ve daha dinamik hale gelmiştir. Sanal Gerçeklik Derneği'ne (Virtual Reality Society, 2018) göre, bir nesne üç boyutlu bir uzayda altı farklı hareket türü gerçekleştirebilir ve bu hareketler altı serbestlik derecesi olarak adlandırılmaktadır. Kapsamlı bir hareket takip deneyimi sağlamak isteyen tüm izleme sistemleri, bu hareketlerin tamamını ölçmelidir (Virtual Reality Society, 2018). Cihazların hareketleri nasıl takip ettiğine ilişkin iki temel yöntem bulunmaktadır: optik ve optik olmayan izleme sistemleri. Optik izleme sistemleri, bir görüntüleme cihazı aracılığıyla vücut hareketlerini takip ederken, optik olmayan sistemler genellikle vücuda takılan çeşitli sensörler aracılığıyla hareketi izler. Ayrıca, manyetik alanlar veya ses dalgaları kullanılarak da takip sağlanabilmektedir (Virtual Reality Society, 2018). Virtual Reality Society'e (2018) göre, bu mikroskobik cihazlar, takıldıkları vücut parçalarının yatay, dönme ve pusula yönelimlerini ölçebilmektedir. Jiroskoplar, 360 derecelik dönüşleri takip ederken, ivmeölçerler, x, y ve z eksenlerindeki hareketleri kaydeder. Manyetometreler ise manyetik alan

yönelimini belirleyerek, örneğin manyetik kuzeyin hangi yönde olduğunu tespit edebilir.

Eylül 2019’da Facebook (Quest ve Go bağımsız VR başlıklarının sahibi), el takibi (hand tracking) özelliğini duyurdu. Bu özellik, 2020 yılında Quest cihazlarında kullanıma sunulmuş olup, kullanıcıların sanal ortamlarla kontrol cihazlarına ihtiyaç duymadan etkileşim kurmasına olanak tanımaktadır. Kullanıcının elleri, kameraların görüş alanına girdiğinde, üç boyutlu olarak ekranda görüntülenmekte ve eklem ile parmak hareketleri yazılım aracılığıyla tahmin edilmektedir (Nguyen, 2019). Oculus’un 2019 yılında yayımladığı blog yazısına göre: VR için gerçek el tabanlı giriş, VR geliştiricileri ve içerik üreticileri için yeni mekanikler sunacaktır. Quest’teki el takibi, insanların sanal gerçeklikte daha fazla ifade kullanmalarına ve sosyal deneyimlerde daha derin bağlar kurmalarına olanak tanıyacaktır. VR topluluğundaki mevcut kullanıcılar için daha doğal etkileşim biçimleri sunmanın yanı sıra, el takibi VR’ye giriş engellerini azaltarak oyun kontrol cihazlarına aşina olmayan veya rahat hissetmeyen bireylerin de deneyime katılmasını sağlayacaktır. Üstelik elleriniz her zaman yanınızdadır ve her an kullanıma hazırdır-VR’ye giriş yapmak için bir kontrol cihazı almanız, onu şarj etmeniz veya başlığa bağlamanız gerekmez. Eğlenceden eğitime, iş dünyasından sağlık sektörüne kadar birçok alanda büyük fırsatlar sunmaktadır. (Oculus, 2019).

El takibi yeteneği, sürükleyici sanal gerçeklik içeren derslere daha geniş bir kullanıcı kitlesinin etkili bir şekilde katılım göstermesine olanak tanıyacaktır. İnce veya kaba motor beceri sınırlılıklarına sahip öğrenciler, kontrol cihazlarının ağırlığını kaldırma veya düğmelere basma gibi fiziksel zorluklarla karşılaşmayacaktır. Daha az bileşenin pil gerektirmesi, bakım ihtiyacının azalması ve teknik bilgi ihtiyacının minimuma inmesi hem öğretmenler hem de öğrenciler için sistemin kullanımını kolaylaştıracaktır. Ayrıca, el takibi, sürükleyici sanal gerçeklik içinde işitme engelli kullanıcılar için iletişimi daha erişilebilir hale getirmektedir.

Shopify’nın sanal gerçeklik ekibinin başındaki Daniel Beauchamp, Normcore ağ yazılım geliştirme kitini kullanarak deneysel bir yazılım geliştirmiştir. Bu tez yazarı, yazılımın beta testine katılarak, Beauchamp, UploadVR.com’un baş yazarı Ian Hamilton ve iki diğer kullanıcıyla birlikte uygulamanın işaret dili kullanıcıları için işlevselliğini keşfetmiştir. Kullanıcılardan biri İşitme Engelli Bireyler İçin Amerikan İşaret Dili’nde geniş bilgiye sahip işiten bir birey, diğeri ise Amerikan İşaret Dili’nde akıcı bir şekilde iletişim kuran işitme engelli bir birey olan Christopher Roe idi.

Yapılan testler, mevcut teknolojinin bazı ciddi sınırlamaları olduğunu ortaya koymuştur. Ellerin birbirini örtmesi, başlık üzerindeki kameraların elleri doğru bir şekilde takip edememesine ve yanlış izleme veya hareket kaybına neden olabilmektedir. Ayrıca, ortam aydınlatması, takip kalitesini etkileyebilir ve parmakların birbirini kesişmesi mümkün değildir. P, Q, K, M, N ve E harflerini temsil etmek için kullanılan bazı temel el şekilleri, işaret diliyle ifade edilmesi veya ayırt edilmesi zor hale gelebilmektedir (Hamilton, 2020).

Testlerin ardından Christopher Roe şu yorumda bulunmuştur: Mevcut haliyle bile bu teknoloji inanılmaz. Tabii ki, bunun yerine bir video sohbeti ya da FaceTime kullanılabilir, ancak VR'nin sunduğu şey gerçek bir yakınlık ve varlık hissidir. Gençliğimde, Riverside, Kaliforniya'daki işitme engelli bireylere yönelik yatılı okulda okurken en çok özlediğim şeylerden biri buydu. Tam işlevsel bir VR işaret dili sohbet sistemi, işitme engelli birçok birey için dünyayı çok daha küçük ve konforlu hale getirecektir. İnsanların gerçekten birlikte olma hissini yaşayabileceği, sadece küçük bir ekranda parçalara ayrılmış, takılan video akışlarıyla iletişim kurmaya çalışmadığı bir ortam yaratılabilir. Kullanıcıların kendi ortamlarını kişiselleştirmesine olanak tanıyan bu tür bir sistem, işitme engelli bireylerin iletişim kurma konusunda daha bağımsız hissetmelerini sağlayacaktır. (Hamilton, 2020).

Sanal gerçeklik teknolojisinin sürekli gelişimi, geliştiricilerin bu teknolojiye olan inancını ve gelecekte farklı alanlarda başarı potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Göz takibi (eye tracking), masaüstü VR sistemleri için büyük bir araştırma potansiyeline sahip olup, insan bilişi ve davranışıyla ilgili daha fazla soruya yanıt vermeye olanak tanımaktadır (Clay vd., 2019). Akıllı telefonlar gibi cihazlar için küçük, yüksek kaliteli kameraların geliştirilmesi sayesinde, hafif ve taşınabilir göz izleme sistemleri, VR başlıklarına veya taşınabilir gözlük çerçevelerine entegre edilebilmektedir. Bu sistemler, hızlı ve doğru göz hareketi takibini sağlayarak büyük miktarda veri üretmektedir. Göz hareketleri ile biliş arasındaki yakın ilişki nedeniyle, bu teknoloji birçok deneysel tasarımda giderek daha fazla ilgi görmektedir (Deubel ve Schneider, 1996; Hoffman ve Subramaniam, 1995).

Araştırmacılar, yalnızca bir katılımcının nereye baktığını değil, ne kadar süreyle baktığını ve bunun bilgi hatırlama süreciyle nasıl ilişkili olduğunu takip edebilmektedir. Tobii Pro'ya (n.d.) göre, göz takibi ve sanal gerçeklik teknolojileri bir arada kullanıldığında insan davranışlarını anlamada büyük bir avantaj sağlamaktadır. VR, hızlı ve esnek bir şekilde değiştirilebilen görsel uyaranlar sunarken, göz takibi

teknolojisi, katılımcının her an görsel dikkatinin nereye yöneldiğini ve hangi unsurların bireysel tepkileri tetiklediğini ortaya koymaktadır. Bu teknolojiler, otizm spektrum bozukluğu (ASD) gibi nörogelişimsel bozuklukları incelemek için de kullanılmaktadır. Örneğin, Hosozawa ve arkadaşları (2012), ASD tanısı almış 25 çocuk, 25 nörotipik çocuk, 27 ASD'li yetişkin ve 27 nörotipik yetişkin üzerinde yaptığı çalışmada, ASD'li bireylerin farklı bakış modelleri sergilediğini ortaya koymuştur. Bu araştırma, VR ve göz takip teknolojisinin insan bilişini ve davranışlarını anlamada ne kadar geniş bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

2.4. Sanal Gerçeklik Teknolojisi ve Çevre Eğitimi

Dünya nüfusunun hızla artması ve kaynakların giderek daha fazla tüketilmesi, gezegenimizin sistemlerini bozmakta ve ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Günümüzde insan faaliyetlerinden kaynaklanan en büyük bozulmalardan biri, karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının artan emisyonlarıdır. Bu durum, atmosferde daha fazla ısının tutulmasına ve dolayısıyla dünya genelinde sıcaklık artışına yol açarak, yaygın olarak “iklim değişikliği” olarak bilinen soruna neden olmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 2018), küresel ısınmayı 1,5 °C ile sınırlamak için tüm toplumlarda hızlı, kapsamlı ve benzeri görülmemiş değişimlerin gerçekleştirilmesi gerektiği konusunda uyarıda bulunmuştur.

İklim değişikliğine karşı alınacak önlem ve uyum stratejilerinin başarısı, bölgelere göre büyük farklılıklar gösterecek ve bu süreç; yönetim, ekonomik refah, teknoloji ve altyapı gibi faktörlerden etkilenecektir. Bunun sonucunda, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, toplumlar arasında adaletsiz bir şekilde dağılacaktır. Dahası, iklim değişikliğine neden olan faaliyetlerden en çok fayda sağlayan toplumlar, genellikle bu faaliyetlerin olumsuz sonuçlarına en az maruz kalanlardır. Bu eşitsizlikler, insanların birbirleriyle ve doğayla bağlantılı olduklarını anlamalarını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle bireylerin çevresel konuları anlaması ve çözüm yolları geliştirebilmesi gerekmektedir; başka bir deyişle, çevresel okuryazar olmaları gerekmektedir.

Çevresel okuryazarlık çerçevesine göre, çevresel okuryazar bir birey; çevre ile ilgili bilinçli kararlar alan, bu kararları uygulamaya istekli olan ve toplumda aktif olarak yer alan kişidir (Hollweg vd., 2011). Ancak çevresel okuryazarlığı teşvik etmek zorlu bir görevdir. Bunun nedenleri arasında, birçok çevresel sorunun gözle görülmemesi (örneğin, sera gazları), çevresel bozulmaların zamansal ve mekânsal

olarak nedenlerinden uzak olması ve doğayla doğrudan etkileşim kurmanın her zaman mümkün olmaması yer almaktadır.

Son yıllarda dijital teknolojiler, bilgiye ve deneyimlere erişimi artırarak bu zorlukların aşılmasına yardımcı olmaktadır. Sanal gerçeklik, özellikle görünmeyeni görünür hale getirme yeteneği ile bu alanda önemli bir potansiyel sunmaktadır. Kullanıcıların kendi karbon ayak izlerini görselleştirmelerine olanak tanıyan teknolojiler, çevresel sorunlarla daha spesifik ve etkili bir şekilde ilgilenmelerini sağlayabilir.

Sanal gerçeklik teknolojisi, başa takılan ekran, el kumandaları, üç boyutlu ses ve dokunsal geri bildirimler kullanarak, bireylere sanal bir ortamda etkileyici ve çok duyuşsal deneyimler yaşama imkânı sunmaktadır. Bu teknoloji, kullanıcıların fiziksel olarak orada bulunmasalar da bir ortamın içindeymiş gibi hissetmelerini sağlar. Bu durum, “psikolojik varlık” (presence) olarak adlandırılmaktadır (Heeter, 1992; Slater ve Wilbur, 1997). Örneğin, bir deprem simülasyonu sırasında fiziksel olarak boş bir odada bulunan bir VR kullanıcısı, yalnızca sanal dünyada var olan bir masanın altına sığınarak gerçekmiş gibi tepki verebilir. VR’nin bu tür gerçekçi etkileri, insan davranışlarını değiştirme potansiyeline sahip olmasını sağlamaktadır. Sanaldaki deneyimler daha sürükleyici hale geldikçe, kullanıcıların gerçek dünyada çevresel konulara yönelik farkındalığı ve duyarlılığı da artabilir. VR’nin çevresel okuryazarlık üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar, sanal gerçekliğin bireylerin bilgi düzeyini artırabileceğini, çevresel sorunlara karşı duygusal bağlılıklarını geliştirebileceğini ve proaktif davranışlar sergilemelerini teşvik edebileceğini göstermektedir (Ockwell, Whitmarsh ve O’Neill, 2009).

VR’nin çevresel okuryazarlık üzerindeki etkileri dört temel boyutta incelenebilir:

1. Bilgi: Bireylerin ekosistemler ve çevresel süreçler hakkında bilgi edinmelerini sağlar.
2. Duyarlılık ve Tutumlar: Çevresel sorunlara yönelik farkındalık ve empatiyi artırır.
3. Beceriler ve Yetkinlikler: Kullanıcıların çevresel sorunları analiz etme ve çözüm üretme yetkinliklerini geliştirmesine yardımcı olur.
4. Çevresel Davranışlar: Bireyleri çevre dostu davranışlar sergilemeye teşvik eder.

Sanal gerçeklik, çevresel okuryazarlığın artırılmasında yenilikçi ve etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır (Liu vd., 2019). Bu teknoloji, kullanıcıların soyut çevresel kavramları somut deneyimlere dönüştürmesine olanak tanıyarak ekosistemler, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi konulara yönelik farkındalıklarını artırabilir (Fauville vd., 2020; Thoma vd., 2023). Örneğin, bireylerin bir mercan resifinin yok oluşuna tanıklık etmesi veya ormansızlaşmanın etkilerini sanal bir ortamda deneyimlemesi, geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha etkili bir öğrenme deneyimi sunabilir (Boffi vd., 2023). Bununla birlikte, sanal gerçekliğin çevresel okuryazarlık üzerindeki uzun vadeli etkileri hala tam olarak anlaşılmış değildir. Bu alandaki mevcut araştırmalar genellikle kısa vadeli öğrenme kazanımları ve deneyimlere odaklanırken, sanal gerçekliğin bireylerin çevresel tutumlarını ve davranışlarını nasıl kalıcı şekilde değiştirebileceği konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Sancar vd., 2023b). Özellikle sanal gerçekliğin farklı yaş grupları, kültürel arka planlar ve çevresel bilince sahip bireyler üzerindeki etkilerini inceleyen uzun süreli boylamsal araştırmalar gereklidir (Sancar vd., 2023a).

Sonuç olarak, sanal gerçeklik teknolojisinin giderek daha erişilebilir hale gelmesi, çevresel okuryazarlığı artırma ve iklim değişikliği konusunda toplumsal farkındalık yaratma potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır (Sancar vd., 2023a). Gelecekte, sanal gerçekliğin etkilerini daha iyi anlamak ve çevresel eğitimi geliştirmek için disiplinler arası iş birliği ve araştırmaların artırılması gerekmektedir. Bu süreçte, sanal gerçekliğin yalnızca bir eğitim aracı olarak değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik bilincini yaygınlaştıran bir platform olarak nasıl daha etkin kullanılabileceği üzerine çalışmaların derinleştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Negi, 2024).

2.5. Teknoloji Kabul Modelleri

Teknolojinin hızla gelişmesi ve eğitim alanında giderek daha yaygın bir şekilde kullanılması, bireylerin yeni teknolojilere karşı tutumlarını ve bu teknolojileri benimseme süreçlerini anlamayı önemli hale getirmiştir. Dijital öğrenme ortamlarının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için kullanıcıların teknolojiye yönelik algılarının ve benimseme eğilimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, teknoloji kabul modelleri, bireylerin yeni teknolojileri nasıl benimsediğini açıklayan teorik çerçeveler sunarak, eğitimde dijital dönüşüm süreçlerini anlamaya yardımcı olmaktadır (Davis, 1989; Venkatesh vd., 2003). Eğitim alanında teknoloji kullanımına ilişkin yapılan araştırmalar, kullanıcıların bir teknolojiyi benimseme sürecinde çeşitli faktörlerden

etkilendiğini göstermektedir. Bu faktörler arasında performans beklentisi, kullanım kolaylığı, sosyal etki, alışkanlık, hedonik motivasyon ve destekleyici koşullar gibi unsurlar yer almaktadır (Al-Rahmi vd., 2019; Teo, 2011). Teknoloji kabul modelleri, bu faktörlerin bireylerin teknoloji kullanım niyetlerini nasıl etkilediğini anlamaya yönelik kapsamlı açıklamalar sunmaktadır. Özellikle, GETAMEL ve UTAUT-2 gibi modeller, eğitimde teknoloji kullanımını anlamak için yaygın olarak kullanılan çerçeveler arasındadır (Revythi ve Τσέλιος, 2019; Salloum vd., 2019). Bu modeller, öğretmenlerin, öğrencilerin ve diğer eğitim paydaşlarının e-öğrenme sistemlerini, sanal gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik (AR) gibi yenilikçi teknolojileri nasıl benimsediğini analiz etmek için kullanılmaktadır. Eğitim teknolojilerinin etkili bir şekilde benimsenmesi ve yaygınlaştırılması için bu teorik çerçevelerin sağladığı veriler, politika yapıcılar, eğitimciler ve araştırmacılar için yol gösterici olmaktadır (Mailizar vd., 2021; Tarhini vd., 2017). Aşağıdaki bölümlerde, eğitimde teknoloji kabulünü anlamak için geliştirilen GETAMEL ve UTAUT-2 modelleri detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.5.1. e-Öğrenme İçin Genişletilmiş Genel Teknoloji Kabul Modeli (GETAMEL)

GETAMEL, e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesi ve kullanımını anlamak için geliştirilmiş bir çerçevedir. Bu model, geleneksel Teknoloji Kabul Modeli (TAM) ve diğer kabul modellerinin unsurlarını bir araya getirerek, e-öğrenme bağlamında kullanıcıların davranışlarını daha kapsamlı bir şekilde açıklamayı hedeflemektedir. GETAMEL, kullanıcıların e-öğrenme sistemlerine yönelik tutumlarını ve kabulünü etkileyen çok çeşitli faktörleri incelemektedir (Cheng, 2010; Mensah vd., 2022).

GETAMEL'in temel bileşenleri arasında algılanan yarar, algılanan kullanım kolaylığı, sosyal etki ve destekleyici koşullar yer almaktadır. Algılanan yarar, kullanıcıların e-öğrenme sistemlerinin kendilerine fayda sağlayacağını düşünmeleriyle ilgilidir ve bu durum, sistemin kabulünü olumlu yönde etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Mailizar vd., 2021; Revythi ve Τσέλιος, 2019). Algılanan kullanım kolaylığı, kullanıcıların e-öğrenme sistemlerinin kullanımının kolay olduğuna inanmasıyla doğrudan ilişkilidir ve sistemin benimsenmesini kolaylaştıran bir unsurdur (Chaturvedi vd., 2020; Teo ve Wong, 2013). Sosyal etki, kullanıcıların çevrelerindeki kişilerin görüşlerinden etkilenecek bir teknolojiyi benimsemesini ifade

ederken, destekleyici koşullar ise teknik altyapı, kurumsal destek ve erişilebilirlik gibi faktörleri kapsar (Huang, 2021; Kimathi ve Zhang, 2019).

GETAMEL, birçok farklı alanda uygulanmış ve çeşitli çalışmalarda e-öğrenme sistemlerinin kabulü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yalçın ve Öztürk (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, hastanelerde kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin kabulü GETAMEL çerçevesinde değerlendirilmiş ve sistemlerin kullanımına yönelik çeşitli faktörlerin etkisi analiz edilmiştir. Salloum ve diğerleri (2019), e-öğrenme sistemlerinin kabulü üzerine kapsamlı bir model geliştirerek, sistem kalitesi, bilgisayar öz-yeterliliği ve kullanıcı deneyimi gibi unsurların etkilerini ortaya koymuşlardır. Naqvi vd. (2023), COVID-19 pandemisi sürecinde iş güvencesizliğinin e-öğrenme kabulü üzerindeki moderatör etkisini incelemiş ve çalışanların kaybettikleri kaynakları geri kazanmak için e-öğrenme gibi kaynakları daha fazla kullandığını belirtmiştir. Ibrahim ve diğerleri (2018), öğretmen özellikleri ve kurs tasarımının kullanıcıların e-öğrenme sistemlerine yönelik tutumlarını etkilediğini göstermiştir.

GETAMEL, eğitimde dijital dönüşümü destekleyen bir çerçeve sunarak, kullanıcıların deneyimlerini ve algılarını dikkate almaktadır. Kullanıcı deneyimine dayalı modeller kapsamında, Zardari ve diğerleri (2021), kullanıcı deneyimine dayalı bir e-öğrenme kabul modeli geliştirmiş ve bu modelin sürdürülebilir yükseköğretim bağlamında önemli bilgiler sunduğunu vurgulamıştır. Darmawan ve Umamah (2019) ise Edmodo tabanlı e-öğrenme uygulamalarının kabulünü inceleyerek, öğrencilerin algılarını ölçmek için TAM'ı kullanmış ve bu sistemlerin öğrenci başarısına olan etkisini analiz etmiştir.

Sonuç olarak, GETAMEL, e-öğrenme sistemlerinin kabulü ve kullanımını anlamak için çok boyutlu bir çerçeve sunmaktadır. Algılanan yarar, kullanım kolaylığı, sosyal etki ve destekleyici koşullar gibi faktörler, kullanıcıların bu sistemleri benimseme süreçlerinde kritik rol oynamaktadır. Eğitim kurumları ve politika yapıcılar için e-öğrenme sistemlerinin kullanıcı dostu hale getirilmesi, sosyal etkinin güçlendirilmesi ve teknik ile kurumsal desteklerin sağlanması önemli öneriler arasındadır. Altyapı yatırımları ve öğretmen eğitimleri ile destekleyici koşulların iyileştirilmesi, e-öğrenme sistemlerinin daha etkin kullanımına katkı sağlayabilir. GETAMEL'in uygulanması, eğitim kurumlarının e-öğrenme sistemlerini daha etkili bir şekilde entegre etmelerine ve kullanıcıların bu sistemleri daha kolay benimsemelerine yardımcı olabilir.

2.5.2. Genişletilmiş Birleşik Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi (UTAUT-2)

UTAUT modeli (Venkatesh vd., 2003), önceki tüm teknoloji kabul modellerini birleştirmeyi amaçlayan kapsamlı bir çerçevedir. Bu model, Teknoloji Kabul Modeli (TAM), Planlanmış Davranış Teorisi ile genişletilmiş TAM, Motivasyon Modeli, Bilgisayar Kullanım Modeli ve Sosyal Bilişsel Teori gibi çeşitli yaklaşımları içermektedir. UTAUT modelini geliştiren araştırmacılar, teknoloji kabulü üzerine yapılan önceki çalışmaları gözden geçirmiş, sekiz farklı modeli karşılaştırmış ve daha sonra bilgi teknolojileri ve bunların benimsenmesini incelemek için birleşik bir teorik temel oluşturmak amacıyla UTAUT modelini formüle etmiş ve ampirik olarak doğrulamıştır. Bu model, bireylerin bir teknolojiyi kullanma davranışlarının, önce niyet tarafından belirlendiği, bu niyetin ise çeşitli faktörlerden etkilendiği varsayımına dayanmaktadır. Ancak, önceki modellerden farklı olarak, UTAUT modelinde dört temel belirleyici faktör bulunmaktadır ve bunlardan biri doğrudan kullanım davranışını etkileyen bir değişken olarak modellenmiştir (Venkatesh vd., 2012). Ayrıca, dört farklı değişkenin moderatör rolü üstlendiği ve ana faktörlerin niyet veya davranış üzerindeki etkilerini şekillendirdiği görülmektedir. Bu modelde kullanıcıların teknoloji kabulünü etkileyen dört ana faktör şunlardır (Chang, 2012):

1. Performans beklentisi – Tutum ile ilişkilidir.
2. Çaba beklentisi – Davranış kontrolü ile ilişkilidir.
3. Sosyal etki – Özel normlar ile ilişkilidir.
4. Kolaylaştırıcı koşullar – Teknoloji kullanımına yönelik insan dışı nesnel faktörleri kapsar.

İlk üç faktör psikolojik değişkenler olup doğrudan bireyin teknoloji kullanım niyetini etkilerken, dördüncü faktör (kolaylaştırıcı koşullar), doğrudan kullanım davranışını belirleyebilecek nesnel bir faktör olarak modellenmiştir (Chang, 2012). Örneğin, bir öğretmen AR kullanımının öğrenciler için faydalı olacağına inanabilir (performans beklentisi), bu teknolojiyi rahatlıkla kullanabileceğini düşünebilir (çaba beklentisi) ve üst düzey yöneticilerinin bu teknolojiyi kullanmasını beklediğini göz önünde bulundurabilir (sosyal etki) (Ateş ve Garzón, 2023). Ancak, eğer uygun bir AR uygulaması mevcut değilse (kolaylaştırıcı koşul), niyeti ne kadar güçlü olursa olsun, bu teknolojiyi kullanamayacaktır.

UTAUT modelinde yer alan dört moderatör değişken ise teknoloji kullanım niyetine doğrudan etki etmez, ancak yukarıdaki faktörlerin birey üzerindeki etkisini şekillendirir. Örneğin, bir öğretmenin yaşının, doğrudan AR kullanım niyetini belirlediğini söylemek doğru olmayabilir. Ancak, yaş ilerledikçe yeni teknolojilere uyum sağlama sürecinin daha zor hale gelebileceği düşünüldüğünde, bu durum çaba beklentisini etkileyebilir ve dolayısıyla dolaylı olarak kullanım niyetini değiştirebilir (Ateş ve Garzón, 2023). Bu yüzden, yaş değişkeni, modelde çaba beklentisinin kullanım niyeti üzerindeki etkisini şekillendiren bir moderatör olarak yer almaktadır. Bu noktada, teknoloji kullanım niyetine etki eden ana faktörler detaylı olarak ele alınmalıdır.

Performans Beklentisi: Venkatesh ve diğerleri (2003) tarafından bir bireyin, belirli bir teknolojiyi kullanmanın mesleki performansını artıracağına inanma derecesi olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada performans beklentisi, öğretmenlerin AR teknolojisinin öğretim süreçlerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğuna dair algıları ile ilişkilidir. Örneğin, sanal gerçeklik teknolojisi, görselleştirme, fotoğraflar, videolar ve işaretleyiciler kullanarak öğretim süreçlerini daha etkili hale getirebilir. Daha önce yapılan birçok çalışma, performans beklentisinin teknoloji kabulü üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymuştur (Alfarani, 2016; Al-Gahtani vd., 2007).

Çaba Beklentisi: Venkatesh ve diğerleri (2003) tarafından bir bireyin belirli bir teknolojiyi kullanmanın zihinsel çaba gerektirmeyeceğine inanma derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada çaba beklentisi, sanal gerçeklik kullanımının geleneksel yöntemlere kıyasla öğretmenler için ne kadar kolay olduğuna dair algıyı ifade etmektedir. Günümüzde, sanal gerçeklik uygulamalarının mobil cihazlar üzerinden erişilebilir olması, öğretmenlerin ekstra bir çaba harcamadan bu teknolojiyi derslerinde kullanmalarını mümkün kılmaktadır. Ayrıca, eğitim bakanlığı tarafından sağlanan rehber materyaller ve uygulamalar, öğretmenlerin AR kullanımına daha kolay adapte olmalarına olanak tanımaktadır.

Sosyal Etki: Sosyal etki, bir bireyin, çevresindeki insanların belirli bir teknolojiyi kullanması gerektiğine inandığını algılama derecesi olarak tanımlanır (Venkatesh vd., 2003). Bu çalışmada sosyal etki, öğretmenlerin AR teknolojisini benimseme sürecinde, öğrenciler, meslektaşlar ve yöneticilerden gelen beklenti ve teşviklerin etkisini içermektedir. Önceki araştırmalar, meslektaşlar ve yöneticilerden gelen sosyal baskının, bireylerin yeni bir teknolojiyi kabul etme eğilimini artırdığını göstermektedir (Wu ve Wang, 2005).

Kolaylaştırıcı Koşullar: Bu kavram, bireyin, belirli bir teknolojiyi kullanabilmesi için gerekli kurumsal ve teknik altyapının sağlanıp sağlanmadığına dair algısı olarak tanımlanmaktadır (Venkatesh vd., 2003). Bu bağlamda, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini benimsemesini etkileyen kolaylaştırıcı koşullar arasında eğitim bakanlığının desteği, gerekli donanımın sağlanması, teknik destek ve öğretmen eğitim programları yer almaktadır. Önceki çalışmalar, örgütsel destek ve teknik altyapının, teknoloji kullanımını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Liang vd., 2007; Venkatesh ve Bala, 2008).

UTAUT-2, UTAUT modelinin daha güncellenmiş ve geliştirilmiş bir versiyonudur (Venkatesh vd., 2003). UTAUT-2, Venkatesh vd. (2012) tarafından UTAUT modelinin daha ileri düzeyde açıklayıcı değişkenlerle genişletilmiş hali olarak sunulmuştur. Venkatesh vd. (2012), UTAUT-2 modelinin bireylerin yeni bir teknolojiyi kullanma niyetlerindeki varyansın %74'ünü açıkladığını belirtmektedir. Bu oran, önceki UTAUT modelinin %60'lık açıklama gücüne kıyasla önemli bir gelişmedir. Bu yüksek açıklayıcılık değeri nedeniyle, bu çalışmada teknoloji kabul sürecini değerlendirmek için UTAUT-2 modeli benimsenmiştir. UTAUT-2 modeli, orijinal UTAUT modeline kıyasla üç yeni temel faktörü içermektedir. Bunlar: Alışkanlık, Hedonik Motivasyon ve Fiyat Değeri'dir (Venkatesh vd., 2012).

Alışkanlık: Teknoloji araştırmalarında, deneyim ve alışkanlık, kullanıcı kabulü ve davranışı üzerinde etkili olan, birbiriyle yakından ilişkili iki önemli yapı olarak ortaya çıkmıştır. Deneyim, bir bireyin hedeflenen teknolojiyi kullanma fırsatına sahip olması anlamına gelir ve genellikle kullanıcının ilk kez teknolojiyle etkileşime geçtiği andan itibaren geçen süre ile ölçülür. Bu değişken, Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli (TAM2) içerisinde açıkça tanımlanmıştır ve Yeniliklerin Yayılımı Teorisi tarafından tanımlanan aşamalar içinde örtük bir şekilde yer almaktadır. Deneyim değişkeni, UTAUT modelinde de (hem orijinal hem de ikinci versiyonunda) bir ana değişken olarak değil, yalnızca bir moderatör değişken olarak ele alınmıştır. Yani, deneyimin bireylerin teknoloji kullanım niyetini doğrudan belirlemediği, ancak diğer belirleyici faktörlerin etkisini güçlendirdiği kabul edilmiştir.

Alışkanlık ise benzer bir kavram olmasına rağmen, zamana dayalı değil, bireylerin belirli davranışları öğrenme yoluyla otomatik olarak gerçekleştirme derecesi olarak tanımlanmaktadır (Limayem vd., 2007). Bu süreç doğal olarak zaman gerektirir. Ancak alışkanlık, bireyin yalnızca belirli bir süre boyunca teknolojiye maruz kalmasıyla değil, aynı zamanda teknolojiyle etkileşim kurma sıklığı ve otomatikleşmiş

davranış kalıplarıyla da şekillenir. Kullanıcı, hedeflenen teknolojiyi defalarca deneyimleyip uyguladığında, o teknolojiyi kullanma süreci giderek daha doğal hale gelmektedir. Bu nedenle, alışkanlık hem bireysel bir psikolojik değişken hem de bilişsel bir süreç olarak ele alınmaktadır.

UTAUT modelinde alışkanlık yalnızca bir moderatör değişken olarak ele alınmışken, UTAUT-2 modelinde bir ana değişken olarak tanımlanmış ve bireylerin teknoloji kullanım niyetleri üzerindeki doğrudan etkisi incelenmiştir. Özellikle eğitim bağlamında, öğretmenlerin teknoloji kabul süreçlerinde alışkanlık önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, Alkhatabi (2017) tarafından yürütülen Suudi Arabistan'daki bir ilkokul öğretmenleri üzerine yapılan çalışmada, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun AR teknolojisini hiç kullanmadığı, yalnızca hakkında okuduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, öğretmenlerin teknolojiye yönelik kabul sürecinde alışkanlık faktörünün etkisini değerlendirmek oldukça güç olmuştur. Eğer söz konusu öğretmenler AR teknolojisini birkaç ay boyunca derslerinde aktif olarak kullanmış olsalardı, teknolojiye yönelik kabul süreçlerinde nasıl bir değişim meydana geleceğini kestirmek zor olacaktır. Bu çalışmada kullanılan uyarlanmış UTAUT-2 modelinde, deneyim moderatör değişken olarak korunurken, alışkanlık modelin ana faktörleri arasına dahil edilmiştir. Çalışma kapsamında, bazı öğretmenler AR teknolojisini kullanmışken, diğerleri bu teknolojiyle daha önce hiç etkileşime girmemiştir. Bu durum, teknoloji kullanımına yönelik alışkanlığın bireylerin kabul sürecini nasıl etkilediğini değerlendirme açısından kritik bir öneme sahiptir. Alışkanlık, bu araştırma bağlamında, öğretmenin AR teknolojisini kullanma sürecinin ne ölçüde bir alışkanlık haline geldiği veya gelecekte alışkanlık haline gelme potansiyeline sahip olduğu şeklinde tanımlanacaktır.

Hedonik Motivasyon: Hedonik motivasyon, UTAUT-2 modeli tarafından benimsenen ve birçok önceki çalışmada farklı adlarla ele alınan bir duygusal değişken olarak tanımlanmaktadır (Haugstvedt ve Krogstie, 2012; Wojciechowski ve Cellary, 2013). Literatürde bu kavram genellikle algılanan keyif veya ilgi gibi terimlerle ifade edilmiştir ve eğitim araştırmalarında öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni, hedonik motivasyonun öğrencilerin öğrenmeye yönelik çaba göstermelerini artırdığı ve öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirdiği varsayımdır. Ancak, bu çalışmada hedonik motivasyon, öğretmenlerin teknoloji kullanım süreçlerinde yaşadığı keyif ve memnuniyet bağlamında ele alınmaktadır; dolayısıyla, öğrencilere yönelik değil,

doğrudan öğretmenlerin teknoloji kullanımı sürecinde yaşadığı duygusal deneyimlere odaklanmaktadır.

Bu değişkenin önceki bazı modellerde yer almamış olması, bilişsel değil, daha çok duygusal bir faktör olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte, eğer hedonik motivasyon, öğretmenlerin performans beklentisi veya algılanan kapsamında özel bir alt kategori olarak değerlendirilmişse, dolaylı olarak bazı modellerde yer almış olabilir. Ancak, kullanıcıların belirli bir teknolojiyi eğlenceli ve keyifli bulmaları durumunda kullanım sürecini sürdürme eğiliminde oldukları göz önüne alındığında, hedonik motivasyonun bağımsız ve açık bir değişken olarak ele alınması uygun görünmektedir.

Daha önceki çalışmalar, hedonik motivasyonun bireylerin teknoloji kullanımı ve kabul sürecini belirlemede önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır (Brown ve Venkatesh, 2005). Günümüzde dijital çağın öğrencileri, öğrenme süreçlerini daha eğlenceli ve ilgi çekici bir ortamda gerçekleştirmek istemektedir. Benzer şekilde, öğretmenler de ders içeriklerini öğrenciler için daha ilgi çekici hale getirme arayışındadır. Bu nedenle, hedonik motivasyon, UTAUT-2 modelinde bireylerin teknoloji kullanım niyetlerini tahmin eden temel değişkenlerden biri olarak modellenmiştir (Venkatesh vd., 2012). Bu çalışmada hedonik motivasyon, doğrudan öğretmenlere yönelik bir değişken olarak ele alınacaktır. Bununla birlikte, öğretmenlerin teknoloji kullanımı sürecinde yaşadığı keyif ve motivasyonun, öğrencilerinin teknolojiye yönelik tepkileri ve ilgileri tarafından dolaylı olarak şekillendirilebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Fiyat Değeri: Fiyat değeri, ilk olarak bireyin bir teknolojinin sağladığı algılanan faydalar ile bu teknolojiyi kullanmak için katlanacağı parasal maliyet arasındaki bilişsel karşılaştırma süreci olarak tanımlanmıştır (Dodds vd., 1991). Bu kavram, özellikle iş dünyası ve ticaret alanındaki teknoloji kabul araştırmalarında belirgin bir şekilde öne çıkmış ve UTAUT modelinin ticaret ve satış bağlamlarında geniş çapta uygulanmasına katkı sağlamıştır. Bir teknolojinin fiyat değeri, kullanıcıların teknoloji kullanımından elde ettikleri faydaların parasal maliyetlerden daha büyük olarak algılanması durumunda olumlu olarak değerlendirilir. Ancak, fiyat değerinin kullanıcı için ne derece önemli olduğu, teknolojinin maliyetinin kim tarafından karşılandığına bağlı olarak değişebilir. Örneğin, bu çalışmada ele alınan eğitim bağlamında, Suudi Arabistan örneğinde olduğu gibi, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini kullanması durumunda finansal maliyetin doğrudan kendileri tarafından

karşılanmayacağı ve bunun yerine ilgili eğitim bakanlığı tarafından finanse edileceği düşünüldüğünde, fiyat değeri kavramı doğrudan öğretmenler açısından anlamlı olmayabilir. Öğretmenlerin AR teknolojisini kullanmaları için herhangi bir finansal yükümlülükleri olmaması, bu faktörün doğrudan teknoloji kabul süreci üzerinde belirleyici olmayabileceğini düşündürebilir.

Ancak, fiyat değeri genellikle yalnızca parasal bir kavram olarak değil, bireyin teknoloji kullanım sürecinde harcadığı emek ve çaba açısından da yorumlanmaktadır. Bu bağlamda, fiyat terimi, öğretmenlerin teknoloji kullanım sürecinde harcamaları gereken zaman, dikkat ve öğrenme çabası gibi faktörleri içerecek şekilde daha geniş bir anlamda değerlendirilmektedir. Bu bakış açısıyla, fiyat değeri, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik çaba beklentisi ile performans beklentisi arasındaki dengeyi temsil eden bir değişken olarak ele alınmaktadır. Bir öğretmenin, yeni bir teknolojiyi öğrenme sürecinde harcadığı zaman ve çaba ile elde edeceği kazanımlar arasındaki dengeyi değerlendirmesi, o teknolojiyi benimseme sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, fiyat değeri değişkeninin eğitim ortamlarında öğretmenler açısından hala önemli bir değişken olduğu düşünülmektedir. Özellikle öğretmenlerin teknoloji kullanım sürecinde harcamaları gereken zaman ve efor miktarı ile bu süreçten elde edecekleri faydalar arasındaki ilişki, öğretmenlerin AR teknolojisini benimseme eğilimlerini anlamada önemli bir gösterge olacaktır. Bu nedenle, bu çalışmada fiyat değeri değişkeni, yalnızca parasal maliyet açısından değil, öğretmenlerin teknolojiye ayırdığı zaman, çaba ve zihinsel yük açısından değerlendirilerek modele dahil edilmiştir.

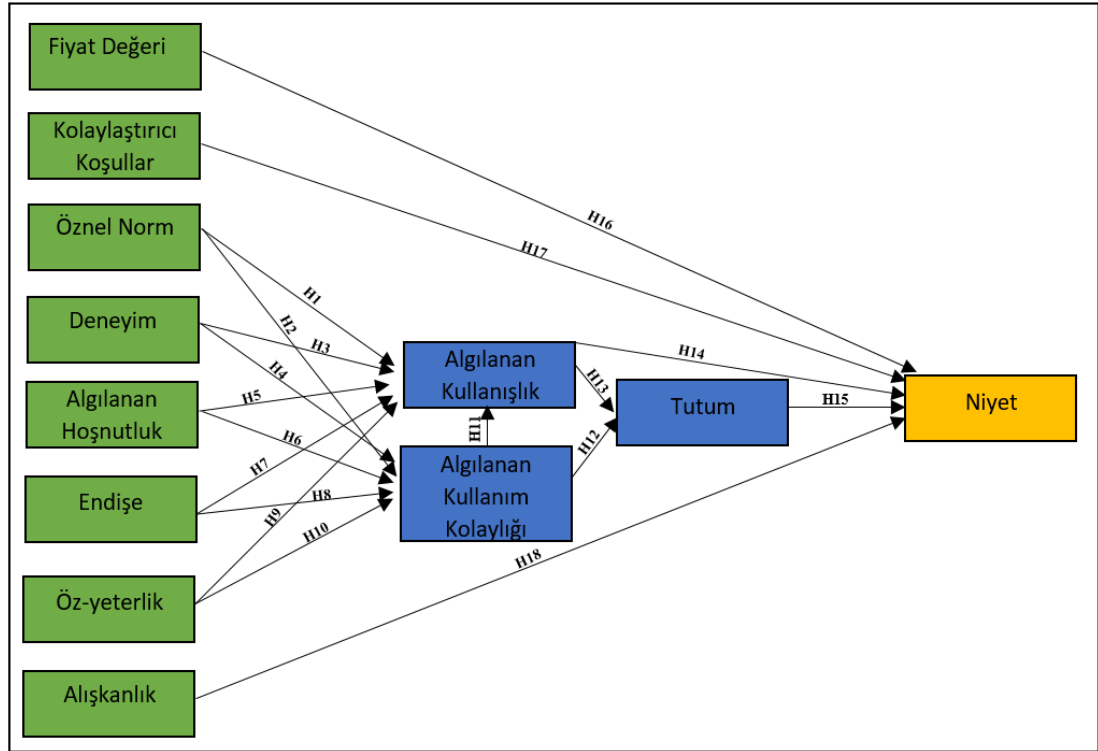
2.6. Araştırma Modeli ve Hipotezler

Bu çalışmanın teorik modeli, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin temel yapı taşlarını bütünleştirerek fen bilgisi öğretmenleri ile öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini eğitimde benimseme niyetlerini etkileyen faktörleri açıklamayı amaçlamaktadır. Model, bireysel, çevresel ve teknolojik faktörlerin yanı sıra psikolojik ve davranışsal unsurların, katılımcıların sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini kapsamlı biçimde incelemeye olanak tanımaktadır. Bu teorik çerçeve doğrultusunda geliştirilen araştırma modeli, algılanan kullanım kolaylığı, algılanan kullanışlılık, öz-yeterlik, endişe, alışkanlık, tutum, öznel norm, deneyim, fiyat değeri, kolaylaştırıcı koşullar ve algılanan hoşnutsuzluk gibi çeşitli değişkenlerin, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanım niyeti üzerindeki

etkilerini test etmektedir. Model kapsamında öne sürülen temel araştırma modeli ve hipotezler Şekil 1 ve Tablo 1’de verilmiştir.

Şekil 1

Araştırma Modeli ve Hipotezler



Tablo 1*Araştırma Hipotezleri*

Hipotez No	Hipotezler
H1	Öznel normun algılanan kullanışlık üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H2	Öznel normun algılanan kullanım kolaylığı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H3	Deneyimin algılanan kullanışlık üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H4	Deneyimin algılanan kullanım kolaylığı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H5	Algılanan hoşnutluğun algılanan kullanışlık üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H6	Algılanan hoşnutluğun algılanan kullanım kolaylığı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H7	Endişenin algılanan kullanışlık üzerinde negatif ve anlamlı bir etkisi vardır
H8	Endişenin algılanan kullanım kolaylığı üzerinde negatif ve anlamlı bir etkisi vardır
H9	Öz-yeterliğin algılanan kullanışlık üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H10	Öz-yeterliğin algılanan kullanım kolaylığı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H11	Algılanan kullanım kolaylığının algılanan kullanışlık üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H12	Algılanan kullanım kolaylığının tutum üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H13	Algılanan kullanışlığın tutum üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H14	Algılanan kullanışlığın sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H15	Tutumun sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H16	Fiyat değerinin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H17	Kolaylaştırıcı koşulların sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır
H18	Alışkanlığın sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır

2.7. Önceki Çalışmalar

Bu bölümde, eğitim teknolojileri ve dijital öğrenme süreçlerinin benimsenmesi ile ilgili literatürde yer alan önceki araştırmalar detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Teknoloji kabul modelleri, eğitimde yeni teknolojilerin benimsenmesini açıklamak ve tahmin etmek için geliştirilmiş çerçevelerdir. Bu çerçeveler, öğretmenlerin ve öğrencilerin teknolojiyi nasıl algıladığını, benimseme süreçlerini etkileyen faktörleri ve teknolojik araçların eğitimde nasıl daha etkin bir şekilde kullanılabileceğini anlamak açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Eğitim teknolojilerinin benimsenmesi konusunda literatürde en yaygın kullanılan modeller arasında UTAUT, UTAUT-2 ve GETAMEL yer almaktadır. Bu modeller, kullanıcıların teknoloji kullanım niyetlerini ve kullanım davranışlarını etkileyen çeşitli faktörleri inceleyerek, öğretmenler, öğrenciler ve akademik personelin teknolojiye adaptasyon süreçlerini anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Literatürde, eğitim teknolojilerinin benimsenmesi sürecini açıklamaya yönelik üç temel yaklaşımdan söz edilebilir:

1. UTAUT-2 Kapsamında Yürütülmüş Çalışmalar

- UTAUT modeli, bireylerin yeni teknolojilere karşı kabul düzeylerini performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar gibi faktörler ile açıklamaktadır. UTAUT-2 ise bu modeli hazcı motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi ek faktörlerle genişleterek bireylerin teknoloji kullanım niyetlerini daha kapsamlı bir şekilde incelemektedir.
- Eğitim alanındaki çalışmalar, UTAUT-2 modelini kullanarak öğrenme yönetim sistemleri, mobil öğrenme, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, yapay zekâ ve ChatGPT gibi yapay zekâ destekli teknolojilerin benimsenmesini araştırmıştır.

2. GETAMEL Kapsamında Yürütülmüş Çalışmalar

- GETAMEL modeli, e-öğrenme ve dijital öğrenme süreçlerinde kullanıcıların teknoloji kabulünü etkileyen dışsal faktörleri ele almaktadır. Bu faktörler arasında öz-yeterlilik, öznel normlar, algılanan eğlence, bilgisayar kaygısı ve deneyim gibi değişkenler bulunmaktadır.

- Bu model, özellikle çevrimiçi öğrenme platformlarının ve öğrenme yönetim sistemlerinin kabulünü anlamak için geliştirilmiştir ve eğitim alanındaki çeşitli çalışmalarda uygulanmıştır.

3. GETAMEL ve UTAUT-2 Modellerinin Entegrasyonu ile Yürütülen Çalışmalar

- Son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerini birleştirerek daha kapsamlı bir teknoloji kabul çerçevesi oluşturmayı amaçlamıştır.
- Bu çalışmalar, öğretmenlerin ve öğrencilerin yeni teknolojilere karşı tutumlarını ve kullanım niyetlerini açıklamak için iki modelin güçlü yönlerini birleştirmiştir.
- Özellikle STEM eğitiminde yapay zekâ, AR ve sanal gerçeklik gibi ileri teknolojilerin benimsenmesini anlamaya yönelik çalışmalar, bu birleşik modeli kullanarak önemli bulgular ortaya koymuştur.

Bu kapsamda, UTAUT-2 Kapsamında Yürütülmüş Çalışmalar, GETAMEL Kapsamında Yürütülmüş Çalışmalar ve GETAMEL ve UTAUT-2 Modellerinin Entegrasyonu ile Yürütülen Çalışmalar başlıkları altında, önceki araştırmaların temel bulguları özetlenmekte ve teknoloji kabul süreçlerine dair genel eğilimler ortaya konulmaktadır. Bu analizler, eğitim teknolojilerinin benimsenmesini artırmak, öğretmen ve öğrenci deneyimlerini iyileştirmek ve dijital öğrenme ortamlarını daha etkili hale getirmek için önemli ipuçları sunmaktadır.

2.7.1. GETAMEL kapsamında yürütülmüş çalışmalar

Bu bölümde, GETAMEL çerçevesinde yürütülen çalışmalara yer verilmektedir. GETAMEL modeli, teknoloji kabul süreçlerini daha kapsamlı bir çerçevede ele alarak, kullanıcıların teknoloji kullanım niyetlerini ve gerçek kullanım davranışlarını etkileyen çeşitli dışsal faktörleri incelemektedir. GETAMEL, özellikle e-öğrenme, mobil öğrenme, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, yapay zekâ ve öğrenme yönetim sistemleri gibi eğitim teknolojilerinin benimsenmesini açıklamak için genişletilmiş bir model sunmaktadır. Bu bağlamda, aşağıda ele alınan çalışmalar, GETAMEL modelinin farklı bağlamlarda nasıl uygulandığını ve eğitim teknolojilerinin kabul sürecinde hangi faktörlerin belirleyici olduğunu incelemektedir. Çalışmalarda, öz-yeterlilik, öznel normlar, algılanan eğlence, bilgisayar kaygısı,

deneyim, içerik kalitesi ve öğrenme motivasyonu gibi değişkenlerin teknoloji benimseme sürecindeki rolü vurgulanmaktadır. GETAMEL modeli kapsamında gerçekleştirilen araştırmalar hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin eğitim teknolojilerine adaptasyon süreçlerini anlamaya yönelik önemli bulgular sunmaktadır. Eğitim kurumları, politika yapıcılar ve teknoloji geliştiriciler için bu çalışmalar, teknoloji entegrasyonunu teşvik etmek, kullanıcı deneyimini iyileştirmek ve eğitimde dijital dönüşümü desteklemek adına yol gösterici niteliktedir.

Abdullah ve Ward (2016), e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesini etkileyen en yaygın dışsal faktörleri belirlemek amacıyla GETAMEL'i geliştirmiştir. Bu doğrultuda, TAM çerçevesinde gerçekleştirilen çalışma, son on yılda yayımlanan 107 akademik makalenin nicel meta-analizini içermektedir. Araştırmanın bulgularına göre, TAM'in temel bileşenleri olan "Algılanan Kullanım Kolaylığı ve Algılanan Fayda" üzerinde en fazla etkisi olan dışsal faktörler "Öz-Yeterlilik, Öznel Norm, Eğlence, Bilgisayar Kaygısı ve Deneyim" olarak belirlenmiştir. Çalışmada, algılanan kullanım kolaylığını en güçlü şekilde etkileyen faktörün öz-yeterlilik ($\beta=0,352$) olduğu bulunmuştur. Bunu sırasıyla eğlence ($\beta=0,341$), deneyim ($\beta=0,221$), bilgisayar kaygısı ($\beta=0,199$) ve öznel norm ($\beta=0,195$) takip etmektedir. Algılanan Fayda açısından ise en güçlü belirleyici eğlence ($\beta=0,452$) olurken, bunu öznel norm ($\beta=0,301$), öz-yeterlilik ($\beta=0,174$) ve deneyim ($\beta=0,169$) izlemektedir. Bu bulgular doğrultusunda, araştırmacılar e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesini açıklamak amacıyla GETAMEL modelini önermektedir. GETAMEL, TAM'ı genişleterek en yaygın kullanılan dışsal faktörleri dikkate almakta ve bu faktörlerin "Algılanan Kullanım Kolaylığı ve Algılanan Kullanışlık" üzerindeki etkilerini bütüncül bir çerçevede ele almaktadır. Çalışma, e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesini artırmak için kullanıcı deneyimi, eğlence, sosyal etkiler ve öz-yeterlilik algısının önemini vurgulamakta ve eğitim teknolojileri alanındaki gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olmaktadır.

Strzelecki, Cicha, Rizun ve Rutecka (2021), GETAMEL çerçevesinde yapılmış ampirik çalışmaları inceleyerek e-öğrenme kabulünü etkileyen dışsal değişkenleri analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışma, GETAMEL modeline dayalı olarak mevcut araştırmalardaki bağımsız değişkenler (Deneyim, Öznel Normlar, Algılanan Eğlence, Bilgisayar Kaygısı ve Öz-Yeterlilik) ile bağımlı değişkenler (Algılanan Faydalanabilirlik, Algılanan Kullanım Kolaylığı, Kullanıma Yönelik Tutum, Kullanım Niyeti ve Gerçek Kullanım) arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışmanın

temel amacı, GETAMEL modeli çerçevesinde mevcut literatürü gözden geçirerek e-öğrenme kabulüne yönelik etkili faktörleri belirlemek ve bu alandaki araştırma boşluklarını ortaya koymaktır. Araştırmada, GETAMEL modeli kapsamında incelenen çalışmaların ortalama yol katsayıları hesaplanarak, modelin genel açıklayıcılığı değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, öz-yeterlilik, öznel normlar ve algılanan eğlencenin e-öğrenme sistemlerinde algılanan fayda ve kullanım kolaylığı üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma ayrıca, GETAMEL modelinin farklı bağlamlarda ve kullanıcı gruplarında nasıl uygulandığını inceleyerek, gelecekteki araştırmalara yön vermek amacıyla öneriler sunmaktadır. Bu kapsamda, modelin daha geniş örneklem ve farklı e-öğrenme sistemleri üzerinde test edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmanın bulguları, e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesini artırmak için hangi faktörlerin öncelikli olarak ele alınması gerektiğine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Yulianto, Setyaningsih ve Sumardi (2021), COVID-19 pandemisi sırasında İngilizceyi yabancı dil olarak öğrenen öğrencilerin e-öğrenmeyi nasıl kabul ettiklerini incelemek amacıyla, GETAMEL çerçevesinde nitel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Pandemi sürecinde e-öğrenmenin ani ve zorunlu bir dönüşüm geçirdiği göz önüne alındığında, öğrencilerin uzaktan eğitim süreçlerine ilişkin algıları, yaşadıkları zorluklar ve gelecekteki beklentileri araştırmanın temel odak noktalarını oluşturmuştur. Araştırmada, 89 katılımcıya açık ve kapalı uçlu sorulardan oluşan bir anket uygulanmış ve belirli katılımcılarla derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Veriler etkileşimli veri analiz modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin e-öğrenme sürecinde bazı zorluklar yaşamasına rağmen genel olarak olumlu bir bakış açısına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Özellikle teknik altyapı eksiklikleri, etkileşim sınırlılıkları ve öğretim materyallerine erişim gibi sorunlar öne çıkarken, öğrenciler e-öğrenmenin sunduğu esneklik ve bağımsız çalışma imkânlarını bir avantaj olarak değerlendirmiştir. Araştırma, pandemi döneminde e-öğrenmenin zorunlu bir eğitim modeli olmaktan çıkıp kalıcı bir öğrenme stratejisine dönüşebileceğini öne sürmektedir. Ayrıca, çalışmada uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği için bazı değişikliklerin yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu araştırma, pandemi koşullarında e-öğrenmeye yönelik öğrenci kabullerinin anlaşılmasına katkı sağlamakla birlikte, uzaktan eğitimin gelecekte nasıl daha etkili hale getirilebileceğine dair önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Matarirano, Jere, Sibanda ve Panicker (2021) tarafından yapılan bu çalışma, Güney Afrika'daki bir yükseköğretim kurumunda öğretim elemanlarının Blackboard Öğrenme Yönetim Sistemi (LMS)'ni benimsemesini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma GETAMEL temel alınarak genişletilmiş bir çerçeve sunmaktadır. Çalışma kapsamında, Blackboard LMS'yi kullanan 101 öğretim elemanından çevrimiçi anket aracılığıyla veri toplanmıştır. Yapısal eşitlik modellemesi (YEM) yöntemi kullanılarak SmartPLS3 yazılımı ile analiz edilen veriler, çeşitli dışsal faktörlerin öğrenme yönetim sisteminin benimsenmesi üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Davranışsal niyet, sistemin gerçek kullanımını doğrudan etkileyen en önemli değişken olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, algılanan kullanışlılık ve öznel norm değişkenleri, davranışsal niyeti anlamlı bir şekilde etkilemiştir. Buna karşın, tutumun davranışsal niyet üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Araştırma, algılanan kullanım kolaylığının öğretim elemanlarının algılanan keyif, sistem öz-yeterliliği ve sistem kaygısı değişkenleri tarafından şekillendirildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, işle ilgili uygunluk ve kullanım kolaylığı, algılanan kullanışlılığı doğrudan etkilemektedir. Çalışmanın sonuçları, üniversite yönetimlerinin öğretim elemanlarını e-öğrenme sistemlerini benimsemeye teşvik etmek için eğitim ve teknik destek gibi önlemler alması gerektiğini göstermektedir. LMS'nin öğretim sürecinde yaygın bir şekilde benimsenmesi ve kullanılması için sistemin kullanıcılar açısından gerçekten faydalı olduğunun algılanması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu çalışma, GETAMEL modelinin Güney Afrika bağlamında bir yükseköğretim kurumuna uygulanabilirliğini göstererek öğrenme yönetim sistemlerinin kabulünü etkileyen faktörlere dair literatüre önemli katkılar sunmaktadır.

Hidayat ve Siregar (2021) çalışması, COVID-19 pandemisi sırasında çevrimiçi derslerde Zoom uygulamasının öğrenci kabulünü inceleyen bir çalışmadır. Çalışmanın temel amacı, öğrencilerin Zoom teknolojisini benimseme süreçlerini ve çevrimiçi öğrenmeye adaptasyonlarını değerlendirmektir. Geleneksel yüz yüze eğitim modelinden uzaktan eğitime geçiş sürecinde, öğrencilerin dijital etkileşimleri ve yeni öğrenme araçlarını kabul etme düzeyleri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Çalışma, GETAMEL kullanılarak tasarlanmış ve ekonomik bilimler fakültesine kayıtlı 90 öğrenciden çevrimiçi anket aracılığıyla veri toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, GETAMEL modelinde yer alan değişkenlerin genel olarak öğrenci kabul davranışlarını etkilediği ancak deneyim değişkeninin belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin Zoom teknolojisini kabul etmesinde öznel norm ve

algılanan keyif değişkenlerinin önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Çalışma, öğrencilerin yeni teknolojilere nasıl adapte olduklarını ve çevrimiçi öğrenme sürecindeki etkileşimlerini daha iyi anlamak için önemli bir katkı sağlamaktadır.

Kristiawan (2021) çalışmasında, üniversite öğrencilerinin Exelsa Moodle e-öğrenme sistemini kabul etme süreçlerini incelemiştir. Çalışma, GETAMEL çerçevesinde yürütülmüş ve öğrencilerin e-öğrenme sistemini benimseme sürecini etkileyen dışsal faktörleri analiz etmiştir. Araştırmada, deneyim, öznel norm, bilgisayar kullanımına yönelik algılanan rahatlık, bilgisayar kaygısı ve öz-yeterlilik değişkenlerinin, öğrencilerin e-öğrenme platformunu kullanım niyetine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada anket yöntemiyle veri toplanmış ve GETAMEL modelindeki değişkenlerin etkileri test edilmiştir. Sonuçlar, tüm dışsal değişkenlerin algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda üzerinde etkili olmadığını göstermiştir. Algılanan rahatlık yalnızca kullanım kolaylığını etkilerken, öz-yeterlilik hem kullanım kolaylığı hem de algılanan fayda üzerinde anlamlı bir etki göstermiştir. Bununla birlikte, TAM kapsamında yer alan tüm değişkenler anlamlı bulunmuştur. Bu çalışma, e-öğrenme sistemlerinin kabulü konusunda GETAMEL modelinin geçerliliğini test etmekte ve LMS'nin benimsenmesini artırmaya yönelik stratejiler geliştirmek için önemli bulgular sunmaktadır.

Al-Shahrani (2021) çalışmasında, COVID-19 pandemisi sırasında öğretim üyelerinin e-öğrenme sistemine geçiş konusundaki kabul ve hazırlık seviyelerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, GETAMEL temel alınarak yürütülmüştür. Araştırma, King Khalid Üniversitesi'nden rastgele seçilen 509 öğretim üyesini içeren bir örneklemle gerçekleştirilmiştir. Çalışma, öz-yeterliliğin algılanan kullanım kolaylığı üzerinde en güçlü dış değişken olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, algılanan faydanın istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, öznel normların algılanan fayda üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma, gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar için bir dizi öneri sunmuştur. GETAMEL modeli bağlamında, e-öğrenme sistemlerinin kabul edilme sürecinde öz-yeterliliğin önemli bir faktör olduğu vurgulanmış, ancak öznel normların etkisinin sınırlı olduğu tespit edilmiştir.

Al-Shahrani (2022) çalışmasında, lisansüstü öğrencilerin Zoom teknolojisini kullanma niyetlerini belirleyen faktörler incelenmiştir. Çalışma GETAMEL çerçevesinde yapılandırılmış olup, Suudi Arabistan'daki King Khalid Üniversitesi'nden 256 lisansüstü öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Analiz

sonuçları, önerilen modelin Zoom teknolojisini benimseme niyetini açıklamada güçlü bir tahmin gücüne sahip olduğunu göstermiştir. Model, Zoom kullanma niyetindeki varyansın %71'ini açıklamaktadır. GETAMEL modelinin bileşenleri genel olarak Zoom kullanım niyetini önemli ölçüde tahmin etmiştir. Ancak, algılanan kullanışlılık değişkeninin niyet üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Araştırmada, algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan kullanışlılık değişkenlerinin öğrencilerin Zoom kullanımına yönelik tutumlarını etkilediği bulunmuştur. Öz-yeterlilik ve algılanan keyif, algılanan kullanışlılık değişkeninin en önemli dışsal belirleyicileri olarak tespit edilirken, öznel normların anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Bu çalışma, Zoom gibi çevrimiçi öğrenme platformlarının benimsenmesine yönelik öğrencilerin tutumlarını daha iyi anlamaya katkı sağlamak ve eğitim bağlamında Zoom kullanımına ilişkin uygulamacılar, araştırmacılar ve geliştiriciler için önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Liu, Sun ve Chen (2023) tarafından yürütülen çalışma, AR ve üç boyutlu (3D) haritalar kullanarak mobil kütüphane uygulamalarının benimsenme süreçlerini karşılaştırmalı olarak analiz etmektedir. GETAMEL modeli çerçevesinde, bu teknolojilerin kabul süreci incelenmiştir. 450 üniversite öğrencisi katılım göstermiş, “YEM” kullanılarak faktörler analiz edilmiştir. Öznel normlar, eğlence, bilgisayar deneyimi, öz-yeterlilik, algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda, mobil kütüphane uygulamalarının tasarımında kritik faktörler olarak belirlenmiştir. AR ve 3D harita tabanlı uygulamalar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. AR tabanlı uygulamaların kütüphane kullanımına yabancı olanlar için daha uygun olduğu, 3D harita tabanlı uygulamaların ise araştırma materyallerini hızlıca bulmak isteyenler için daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, mobil kütüphane uygulamalarının kullanıcı dostu olması ve öğrenci deneyimini iyileştirmek için GETAMEL modelinin uygulanmasını önermektedir. Kullanıcı deneyimine dayalı olarak farklı uygulama türleri arasında değişen etkiler dikkate alınarak, teknoloji tasarımında hedef kullanıcı grubuna göre özelleştirme yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Tian ve Wang (2023) çalışmasında, ardıl çeviri eğitimi bağlamında öğretim elemanlarının tablet kullanımıyla not alma süreçlerini benimsemesini incelemektedir. Günümüzde tabletler, özellikle profesyonel çevirmenler ve çeviri öğrencileri için önemli bir araç haline gelmiş olsa da geleneksel kâğıt-kalem yöntemi halâ yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, çeviri eğitimi veren akademisyenlerin tablet kullanımına yönelik tutumlarını ve benimseme kararlarını etkileyen faktörleri

belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, GETAMEL çerçevesinde yapılandırılmıştır. Çin Anakarası ve Makao Özel İdari Bölgesi'ndeki çeşitli yabancı dil fakülteleri ve çeviri eğitimi veren kurumlarda görev yapan akademisyenlere anket uygulanmıştır. SPSS 25.0 ve Excel kullanılarak yapılan istatistiksel analizler, öğretim elemanlarının tablet kullanımına ilişkin bilgi seviyelerini, bu teknolojiyi eğitimlerine entegre etme eğilimlerini ve benimseme kararlarını etkileyen temel faktörleri ortaya koymuştur. Sonuçlar, GETAMEL modelinin öngördüğü temel değişkenlerin yanı sıra, ek bazı dışsal faktörlerin de model kapsamına dahil edilebileceğini göstermiştir. Çalışma, çeviri eğitimi veren akademisyenlerin teknoloji entegrasyon sürecinde karşılaştıkları engelleri ve fırsatları anlamaya yönelik önemli bulgular sunarak, tablet kullanımının çeviri eğitimi alanında nasıl daha etkin şekilde teşvik edilebileceğine dair öneriler sunmaktadır.

Ateş vd. (2024), fen bilimleri öğretmenlerinin ters-yüz öğrenme stratejisini benimseme düzeylerini değerlendirmek amacıyla GETAMEL yaklaşımını kullanmıştır. Çalışma, ters-yüz öğrenmenin eğitimde birçok fayda sağladığını vurgulamakla birlikte, bu stratejinin özellikle fen eğitiminde öğretmenler tarafından benimsenme ve uygulanma düzeyinin düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda araştırmacılar, öğretmenlerin ters-yüz öğretime hazır olma durumlarını etkileyen faktörleri incelemeyi ve bu stratejinin yaygınlaştırılmasına katkı sağlamayı amaçlamıştır. Araştırma kapsamında, Türkiye'nin beş farklı ilinde görev yapan 398 fen bilimleri öğretmeni ile kesitsel bir araştırma tasarımı uygulanmıştır. Analizler sonucunda, GETAMEL modelinin fen öğretmenlerinin ters-yüz öğretim stratejisini benimseme niyetini açıklamada güçlü bir tahmin edici olduğu bulunmuştur. Çalışmanın hipotezlerinin tamamı desteklenmiş ve önerilen kavramsal modelde yer alan tüm değişkenlerin ters-yüz öğrenme kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Özellikle öznel norm, deneyim, algılanan eğlence, kaygı ve öz-yeterlilik değişkenlerinin, algılanan fayda, tutum ve kullanım niyeti üzerinde aracı değişkenler olarak işlev gördüğü ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar, fen bilimleri öğretmenlerinin ters-yüz öğrenme yöntemine yönelik tutumlarını ve kullanım niyetlerini artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Genel olarak, bu çalışma, ters-yüz öğrenme stratejisinin benimsenmesini artırmak isteyen araştırmacılar ve uygulayıcılar için önemli bir rehber niteliğindedir. Çalışmanın bulguları, fen bilimleri öğretmenlerinin ters-yüz öğretime hazır olma durumlarını daha

iyi anlamaya yardımcı olmakta ve eğitimde teknoloji entegrasyonunu destekleyecek öneriler sunmaktadır.

Nofita, Handarkho ve Mudjihartono (2024) tarafından yürütülen çalışma, Stimulus-Organism-Response çerçevesi ve GETAMEL modelini kullanarak lise öğrencilerinin LMS kullanımını benimseme faktörlerini incelemeyi amaçlamaktadır. COVID-19 sonrası yüz yüze eğitime dönüş, öğrencilerin e-öğrenme algısını değiştirmiş ve LMS'in öğrenme sürecine entegrasyonunda zorluklar yaratmıştır. Çalışma, 890 lise öğrencisinden toplanan verilerle YEM kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin LMS kullanımında en etkili faktör algılanan memnuniyet olup, bunu algılanan fayda takip etmektedir. Öznel normlar ve bilgisayar öz-yeterliliği, LMS'in algılanan faydası aracılığıyla dolaylı olarak kullanım davranışını etkilemiştir. İçerik kalitesi de algılanan memnuniyet yoluyla LMS kullanımına etki eden bir faktör olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, yaş faktörünün algılanan memnuniyet ile kullanım davranışı arasındaki ilişkiyi etkileyen bir moderatör olduğu bulunmuştur. LMS'in eğitim sürecine etkin entegrasyonu için lise yöneticilerine ve eğitim politikalarına yönelik pratik öneriler sunulmuştur. Ayrıca, çalışma GETAMEL modelini çevresel, kişisel ve öğrenme kalitesi unsurlarını dahil ederek genişletmiş ve doğrudan ve dolaylı etkileri analiz ederek önceki araştırmalardan farklı bir yaklaşım ortaya koymuştur.

Zhang ve Yang (2025) çalışmasında, öğretmenlerin çevrimiçi eğitime geçiş sürecinde teknoloji adaptasyonlarını etkileyen faktörler incelenmiştir. Son yıllarda eğitimde dijitalleşmenin hızlanmasıyla birlikte, öğrencilerin çevrimiçi öğrenmeye uyum sağlamalarına yönelik pek çok araştırma yapılmış olmasına rağmen, öğretmenlerin bu sürece nasıl adapte olduğu daha az incelenmiştir. Bu araştırma, Çin'in beş farklı eyaletinden 670 öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiş ve GETAMEL modeli temel alınarak öğretmenlerin dijital teknolojileri benimseme süreçleri analiz edilmiştir. Çalışmada öğretmenlerin teknoloji kullanımına olan güven düzeylerinin, öğrencilerin adaptasyon süreci ve öğrenme etkinliği üzerinde doğrudan etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, öğretmenlerin teknoloji kullanımına ilişkin deneyim düzeyleri ile normatif baskı ve yönetim desteği arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur. Daha fazla deneyime sahip öğretmenlerin yönetim desteği açısından daha yüksek skorlar elde ettiği ve normatif baskının bu grupta daha düşük olduğu belirlenirken, az deneyime sahip öğretmenlerde normatif baskının yüksek olduğu ve yönetim desteğinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışma, öğretmenlerin dijital teknolojilere adapte olmalarını desteklemek amacıyla profesyonel gelişim programları

oluşturmak için önemli bir temel sunmaktadır. Eğitim kurumları, öğretmenlerin çevrimiçi öğretim süreçlerine daha iyi hazırlanabilmeleri için uygulamalı beceriler kazanmalarına yardımcı olacak eğitim programları geliştirmelidir. Ayrıca, daha az deneyime sahip öğretmenlerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yönetim düzeyinde ek destek ve kaynak sağlanması gerekmektedir. Çalışmanın sonuçları, öğretmen eğitim programlarını geliştirmek isteyen eğitim yöneticileri, politika yapıcılar ve mesleki gelişim sağlayıcıları için önemli bulgular sunmaktadır.

2.7.2. UTAUT-2 kapsamında yürütülmüş çalışmalar

Bu bölümde, UTAUT-2 çerçevesinde yürütülen araştırmalara yer verilmektedir. UTAUT-2 modeli, bireylerin teknolojiyi benimseme sürecini anlamaya yönelik olarak geliştirilmiş olup, performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar, hazcı motivasyon, alışkanlık ve fiyat değeri gibi değişkenleri içermektedir. UTAUT-2, eğitim teknolojileri, dijital öğrenme platformları, yapay zekâ destekli eğitim araçları, sosyal medya ve finansal teknolojiler gibi farklı alanlarda teknoloji kabulünü açıklamak için sıklıkla kullanılmaktadır. Bu kapsamda sunulan çalışmalar, COVID-19 pandemisi sırasında ve sonrasında uzaktan eğitim platformlarının, yapay zekâ tabanlı araçların, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin, robotların ve sosyal medya platformlarının kabulünü incelemektedir. Çalışmalar, teknoloji kullanım niyetini belirleyen faktörleri ortaya koyarak, eğitim ve iş dünyasında teknoloji entegrasyonunu geliştirmeye yönelik stratejik öneriler sunmaktadır. Aşağıda yer alan araştırmalar, farklı sektörlerde ve eğitim ortamlarında teknoloji kabulünün nasıl gerçekleştiğine dair önemli bulgular sağlamaktadır. Eğitim teknolojilerinin benimsenmesini teşvik eden ve engelleyen faktörlerin belirlenmesi, eğitim kurumları, politika yapıcılar ve teknoloji geliştiriciler için yol gösterici niteliktedir.

Prasetyo, Roque ve Chuenyindee (2021) tarafından yürütülen bu çalışma, Filipinler'deki tıp öğrencilerinin COVID-19 pandemisi sırasında e-öğrenme platformlarını benimsemesini incelemiştir. Araştırma, UTAUT-2 modelinin genişletilmiş bir versiyonunu kullanarak 360 tıp öğrencisinden toplanan verileri analiz etmiştir.

Bulgular:

- Davranışsal niyet üzerinde en büyük etkiye sahip değişken performans beklentisi olarak belirlenmiştir.
- Öğrenme değeri ve eğitmen özellikleri, davranışsal niyeti olumlu yönde etkileyen diğer faktörlerdir.
- Sosyal etki ve alışkanlık faktörünün, e-öğrenme platformlarının benimsenmesi üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur.

Araştırmanın sınırlılıkları, örneklemin yalnızca tıp öğrencileriyle sınırlı olması nedeniyle diğer disiplinlere genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı eğitim alanlarındaki öğrencileri kapsayarak modelin geçerliliğini artırabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, yükseköğretim kurumlarının e-öğrenme platformlarını daha etkin benimsemeleri için öneriler sunmaktadır.
- Açık inovasyonun teşvik edilmesine katkı sağlamaktadır.

Abu Gharrah ve Aljaafreh (2021) tarafından yürütülen bu çalışma, Ürdün üniversitelerindeki öğrencilerin sosyal medya platformlarını eğitim amaçlı kullanma eğilimlerini incelemek için UTAUT-2 modelini genişletmiştir. Araştırma, 380 öğrenciden toplanan verileri analiz etmiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisi, sosyal etki, kolaylık beklentisi, alışkanlık, eğitmen desteği ve öğrenciye bağlı faktörler, sosyal medyanın eğitim amaçlı kullanımını olumlu yönde etkilemiştir.
- Kolaylaştırıcı koşullar ve hedonik motivasyon, beklenen etkiyi göstermemiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca Ürdün'deki üniversite öğrencilerini kapsamaması ve öz-bildirim verilerine dayanması nedeniyle genellenebilirliğin sınırlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı ülkelerde sosyal medyanın eğitim amaçlı kullanımına dair genişletilmiş analizler sunabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, Ürdün'deki yükseköğretim kurumlarının sosyal medyanın eğitim sürecine entegrasyonunu artırmaya yönelik kararlar almasına katkı sağlamaktadır.

- Eğitim teknolojilerinin etkin kullanımına dair politika yapıcılar için önemli içgörüler sunmaktadır.

Faqih ve Jaradat (2021) tarafından yürütülen bu çalışma, AR teknolojisinin eğitimde benimsenmesini incelemek amacıyla Görev-Teknoloji Uyumu (TTF) ve UTAUT-2 modellerini birleştiren bir model önermektedir. Çalışma, özellikle gelişmekte olan ülkelerde AR teknolojisinin eğitim bağlamında nasıl kabul edildiğini anlamayı hedeflemiştir.

Bulgular:

- Görev-teknoloji uyumu, performans beklentisi, kolaylık beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve hedonik motivasyon, AR kullanım niyetini olumlu yönde etkilemiştir.
- Fiyat değerinin, AR kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.
- Önerilen model, AR teknolojisini benimseme niyetindeki varyansın %49'unu açıklamaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca belirli bir coğrafi bağlamda gerçekleştirilmesi nedeniyle farklı ülkelerdeki eğitim ortamları için genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı sosyo-ekonomik bağlamlarda AR teknolojisinin eğitimde benimsenmesini inceleyerek modelin kapsamını genişletebilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, eğitimde AR teknolojisinin yaygınlaştırılması için hem teorik hem de pratik katkılar sunmaktadır.
- Eğitim politikası yapıcılar için AR'nin müfredata entegrasyonuna yönelik stratejik öneriler geliştirmektedir.

Sitar-Taut ve Mican (2021) tarafından yürütülen bu çalışma, COVID-19 pandemisi nedeniyle artan mobil öğrenme (m-learning) kullanımını daha iyi anlamak amacıyla UTAUT-2 modelini genişleterek Sosyal Mesafe UTAUT (SD-UTAUT) modelini geliştirmiştir. Araştırma, kişisel yenilikçilik (PI) ve bilgi kalitesinin (IQ) etkilerini inceleyerek modelin kapsamını genişletmiştir. 311 üniversite öğrencisinin katıldığı çalışmada, mobil öğrenme kullanımına yönelik faktörler analiz edilmiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisi ile hedonik motivasyon arasındaki ilişki, en güçlü etkiye sahip faktör olarak belirlenmiştir.
- Bilgi kalitesinin, öğrenme değerini en çok etkileyen faktör olduğu bulunmuştur.
- Hedonik motivasyon, kullanım davranışı üzerinde en büyük etkiye sahip olmuştur.

Araştırmanın sınırlılıkları, belirli bir öğrenci grubuyla sınırlı olması nedeniyle farklı eğitim seviyelerinde genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı kültürel ve demografik faktörleri içeren çalışmalara odaklanabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, öğretim üyelerinin öğrencilere daha iyi destek sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır.
- Ders içeriklerinin daha yenilikçi olması ve oyunlaştırma gibi etkileşimli öğrenme tekniklerinin entegrasyonunun önemini ortaya koymaktadır.

Yu ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan bu çalışma, mobil sağlık eğitimi web sitelerinin hasta kullanımı açısından kabulünü araştırmaktadır. Çalışmada, UTAUT-2 modeli temel alınmış ve mobil öz-yeterlilik, kullanım motivasyonu ve mobil okuryazarlık gibi ek değişkenlerle genişletilmiştir. Tayvan'ın Taoyuan kentindeki bir hastanede 1.649 hasta ile yapılan araştırmada, Kısmi En Küçük Kareler YEM (PLS-SEM) kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre:

- Performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık, mobil sağlık eğitimi web sitesini kullanma niyetinin güçlü belirleyicileridir.
- Mobil öz-yeterlilik, çaba beklentisi ile pozitif bir ilişkiye sahiptir.
- Kullanım motivasyonu hem performans beklentisi hem de çaba beklentisinin önemli bir belirleyicisidir.
- Mobil okuryazarlık, performans beklentisi ile kullanım niyeti arasındaki ilişkiyi olumsuz yönde etkilemektedir, yani mobil okuryazarlık arttıkça performans beklentisinin etkisi azalmaktadır.

Bu çalışma, hastanelerde mobil sağlık eğitimi platformlarının etkin şekilde teşvik edilmesine yönelik stratejiler geliştirmek için önemli teorik ve pratik katkılar sunmaktadır.

Ciftci ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan bir çalışma, COVID-19 pandemisi sırasında Türk tıp eğitimcilerinin uzaktan eğitim sistemlerini kabul etme ve kullanma faktörlerini analiz etmektedir. Çalışma, UTAUT-2 modeline dayanarak, uzaktan eğitim sistemlerinin benimsenmesini etkileyen faktörleri incelemektedir.

Araştırma kapsamında:

- 708 tıp eğitimci çalışmaya katılmış ve veriler UTAUT-2 modeline göre geliştirilmiş bir ölçekle toplanmıştır.
- Kullanılan ölçek yedi boyuttan oluşmuştur: performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, hazcı motivasyon, alışkanlık, kolaylaştırıcı koşullar ve davranışsal niyet.
- Veri analizinde korelasyon analizi, basit ve çoklu doğrusal regresyon analizleri ile YEM uygulanmıştır.

Bulgulara göre:

- Tüm değişkenler (performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, hazcı motivasyon, alışkanlık, kolaylaştırıcı koşullar ve davranışsal niyet) uzaktan eğitim sistemlerinin kullanımını olumlu yönde etkilemiştir.
- Öğretim üyelerinin uzaktan eğitim sistemlerini kullanma niyeti üzerinde en güçlü etkilerden biri performans beklentisi olmuştur.
- Kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık değişkenleri de sistemin benimsenmesini artıran faktörlerdir.

Bu çalışma, uzaktan eğitim sistemlerinin tıp eğitimi bağlamında daha verimli kullanılabilmesi için gerekli olan bireysel ve kurumsal destek mekanizmalarına dikkat çekerek, eğitim politikaları ve uygulamalarına yönelik önemli öneriler sunmaktadır

Ateş ve Garzón (2023) tarafından yürütülen bu çalışma, fen bilimleri öğretmenlerinin AR teknolojisini derslerinde kullanma niyetlerini incelemektedir. Planlanmış Davranış Teorisi ile UTAUT-2 modelini birleştirerek yeni bir model geliştirilmiştir. Çalışma, Türkiye'nin farklı şehirlerinden 451 fen bilimleri öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin AR kullanımına yönelik niyetlerini etkileyen faktörler analiz edilmiştir.

Bulgular:

- Önerilen model, öğretmenlerin AR kullanım niyetlerini belirleyen faktörleri açıklamada mevcut teorilere kıyasla daha güçlü bir açıklayıcı güce sahiptir.
- Çalışmadaki dokuz hipotezin tamamı istatistiksel olarak desteklenmiştir.
- Öğretmenlerin AR kullanımına yönelik psikolojik faktörler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca fen bilimleri öğretmenleriyle sınırlı olması nedeniyle diğer branşlardaki öğretmenler için genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı disiplinlerde öğretmenlerin AR teknolojisini benimseme süreçlerini ele almalıdır.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, öğretmenlerin AR kullanımına yönelik niyetlerini anlamaya yönelik teorik ve pratik katkılar sunmaktadır.
- AR'nin eğitimde daha etkin kullanılmasına yönelik öğretmen eğitim programlarının geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Narayan ve Naidu (2023) tarafından yapılan bu çalışma, COVID-19 sonrası yükseköğretim öğrencilerinin yüz yüze eğitime geri dönme niyetlerini incelemektedir. Çalışma, dokuz faktörlü ve bir moderatör değişken içeren modifiye edilmiş UTAUT-2 modelini kullanarak gelişmekte olan ülkelerdeki öğrencilerin davranışsal niyetlerini ve kullanım davranışlarını analiz etmektedir. 419 öğrenciyle yapılan anket çalışmasının kovaryans tabanlı YEM (CB-SEM) ile analizi sonucunda:

- Sosyal etki, hazcı motivasyon, kolaylaştırıcı koşullar ve bağlılık (commitment) öğrencilerin davranışsal niyetleri üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir.
- Performans beklentisi, çaba beklentisi, fiyat değeri, güven ve konfor faktörleri ise öğrencilerin davranışsal niyetlerini anlamlı bir şekilde etkilememiştir.
- COVID-19 korkusu, davranışsal niyet ile kullanım davranışı arasındaki ilişkiyi güçlendiren bir moderatör olarak etkili olmamıştır.

Bu çalışma, COVID-19 sonrası eğitim ortamlarında UTAUT-2 modelinin yeni bağlamlara nasıl uyarlanabileceğini göstererek yükseköğretimde güven, bağlılık ve öğrenci motivasyonunu içeren yeni modellerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Kalınkara ve Özdemir (2023) tarafından yürütülen bu çalışma, metaverse teknolojisinin anatomi eğitiminde öğrenci kabulü ve kullanım düzeylerini araştırmaktadır. UTAUT-2 modeli çerçevesinde yürütülen bu araştırmada, Sağlık

Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü öğrencileriyle çalışılmıştır. Öğrencilere altı hafta boyunca metaverse ortamında anatomi eğitimi verilmiş, ardından UTAUT-2 ölçeği kullanılarak metaverse teknolojisini kabul ve kullanım düzeyleri değerlendirilmiştir. PLS-SEM yöntemi ile analiz edilen veriler sonucunda:

- Sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık (habit) değişkenleri, davranışsal niyet üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.
- Alışkanlık (habit) değişkeni, doğrudan kullanım davranışını etkilemektedir.
- Davranışsal niyetin %75,30'u, kullanım davranışının ise %54,90'ı diğer değişkenler tarafından açıklanabilmektedir.
- En yüksek katılım düzeyi, hazcı motivasyon değişkeninde gözlemlenirken, en düşük katılım düzeyi alışkanlık değişkeninde tespit edilmiştir.

Bu çalışma, metaverse teknolojisinin anatomi ve sağlık eğitimindeki etkilerini belirlemeye yardımcı olmuş ve bu teknolojinin eğitimde daha verimli kullanılabilmesi için öneriler sunmuştur

Idrees ve Ullah (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, Pakistan'daki İslami ve konvansiyonel bankacılık kullanıcılarının finansal teknoloji (FinTech) hizmetlerini benimseme davranışlarını karşılaştırmak amacıyla UTAUT-2 modelini kullanmıştır. Araştırma, 382 katılımcının yanıtları doğrultusunda gerçekleştirilmiş ve eğitim seviyesinin moderatör etkisini incelemiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisi, kolaylık beklentisi, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşullar, FinTech kullanım niyetini olumlu yönde etkilemektedir.
- Eğitim seviyesi, yalnızca performans beklentisi ile kullanım niyeti arasındaki ilişkiyi anlamlı şekilde etkilemiştir.
- İslami ve konvansiyonel bankacılık kullanıcıları arasında, FinTech benimseme açısından belirgin farklılıklar tespit edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca Pakistan bağlamında gerçekleştirilmesi nedeniyle farklı finansal sistemlere sahip ülkelerde genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, FinTech benimsenmesini farklı kültürel ve ekonomik bağlamlarda ele alarak daha geniş ölçekli çalışmalar yapabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, FinTech hizmet sağlayıcılarının kullanıcı deneyimini iyileştirmek için daha güvenli ve kullanıcı dostu uygulamalar geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.
- İslami ve konvansiyonel bankacılık sistemlerinin FinTech uygulamalarına adaptasyon süreçlerinin karşılaştırılmasına yönelik önemli içgörüler sunmaktadır.

Suhail, Adel ve Al-Emran (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, yükseköğretimde robotların benimsenmesini incelemek için UTAUT-2 ve Görev-Teknoloji Uyumu (TTF) modellerini birleştirerek hibrit bir yapısal eşitlik modelleme ve yapay sinir ağı (SEM-ANN) yaklaşımını kullanmıştır. 177 üniversite öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen araştırmada, sosyal etkinin robotların benimsenmesinde en önemli faktör olduğu belirlenmiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisinin görev-teknoloji uyumuyla doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir.
- Bireysel teknoloji uyumunun, performans beklentisi üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur.
- Kolaylık beklentisinin hem bireysel hem de görev teknolojisi uyumu tarafından olumlu yönde etkilendiği görülmüştür.

Araştırmanın sınırlılıkları, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve yalnızca öğrencilerin öz-bildirimlerine dayanması nedeniyle genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı demografik gruplar ve daha büyük örneklemeler üzerinde çalışarak modelin geçerliliğini genişletebilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, üniversitelerde robot teknolojisinin benimsenmesini teşvik etmek için teorik katkılar sunmaktadır.
- Eğitim kurumları için robotik entegrasyonuna yönelik uygulamaya dönük öneriler geliştirmektedir.

Acosta-Enriquez, Zapata ve Ramos Farroñan (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, üniversite ortamlarında yapay zekâ uygulamalarının kabulünü incelemek için UTAUT-2 modeline dayalı bir sistematik inceleme gerçekleştirmiştir. Araştırma, 2018-2023 yılları arasında yayımlanan 50 bilimsel makaleyi analiz etmiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisi ve hedonik motivasyon, yapay zekânın benimsenmesinde en önemli faktörler olarak belirlenmiştir.
- Algılanan kullanım kolaylığı ve sosyal etkinin, öğrenciler arasında yapay zekâ teknolojilerinin benimsenmesinde önemli olduğu bulunmuştur.
- STEM ve STEM dışı disiplinler ile kamu ve özel üniversiteler arasında yapay zekâ benimseme kalıplarında farklılıklar tespit edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca literatür incelemesine dayanması nedeniyle ampirik verilere ihtiyaç duyulmasıdır. Gelecek araştırmalar, doğrudan öğrenci deneyimlerine odaklanan çalışmalara yönelmelidir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, eğitimde yapay zekâ entegrasyonunu teşvik etmek için özel stratejiler geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.
- Yapay zekâ destekli öğrenme ortamlarının daha verimli hale getirilmesine yönelik eğitimciler ve politika yapıcılar için önemli öneriler sunmaktadır.

Cabero-Almenara, Palacios-Rodríguez ve Loaiza-Aguirre (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, yükseköğretimde üretken yapay zekânın benimsenmesini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla UTAUT-2 modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 425 üniversite öğretim üyesinin katıldığı araştırmada, yapay zekâ kullanım niyetini belirleyen faktörler analiz edilmiştir.

Bulgular:

- Performans beklentisi, kolaylık beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve hedonik motivasyon, yapay zekâ kullanım niyeti üzerinde anlamlı etkiler göstermiştir.
- Yapılandırmacı pedagojik inançlara sahip öğretim üyelerinin, yapay zekâyı benimsemeye daha yatkın olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca öğretim üyeleriyle sınırlı olması nedeniyle farklı eğitim seviyelerindeki öğretmenler veya öğrenciler için genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı pedagojik yaklaşımların teknoloji benimseme sürecine etkisini daha geniş kapsamda ele alabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, öğretmenlerin pedagojik yönelimlerinin teknoloji benimseme süreçlerinde kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır.
- Mesleki gelişim programlarının, farklı öğretim felsefelerine göre uyarlanması gerektiğini önermektedir.

García-Murillo, Novoa-Hernández ve Serrano Rodríguez (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, Moodle'ın yükseköğretimdeki akademik personel tarafından kabulünü incelemektedir. Literatürde, Moodle'ın lisans öğrencileri tarafından benimsenmesine dair birçok çalışma bulunmasına rağmen, üniversite öğretim üyelerinin bu platformu benimseme düzeylerine ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu belirtilmiştir. Araştırma, 538 Ekvadorlu akademisyenin Moodle kullanımına yönelik tutumlarını değerlendirmiştir.

Bulgular:

- Ekvadorlu öğretim üyeleri Moodle'ı yüksek düzeyde benimsemekte olup, bu kabul düzeyi yaş, cinsiyet, etnik köken veya akademik disipline göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.
- Daha yüksek eğitim seviyesine sahip ve e-öğrenme sistemleri konusunda deneyimli öğretim üyelerinin, Moodle'a daha olumlu yaklaşıtları belirlenmiştir.
- Moodle kullanımına yönelik kabulü etkileyen en önemli faktörler, tutum gücü, kolaylık beklentisi, performans beklentisi ve kolaylaştırıcı koşullar olarak tespit edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca belirli bir ülke bağlamında gerçekleştirilmiş olması nedeniyle farklı bölgelere genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı ülkelerdeki akademik personelin Moodle benimseme süreçlerini karşılaştırmalı olarak ele alabilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, Güney Amerika'daki akademik personelin Moodle kullanımına ilişkin önemli bulgular sunmaktadır.
- Yükseköğretimde e-öğrenme sistemlerinin benimsenmesini teşvik etmek için politika geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Mahamud ve arkadaşları (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, STEM eğitimi bağlamında Google Classroom'un öğretmenler tarafından kabulünü ve

kullanımını incelemektedir. 21. yüzyılda eğitimde teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesiyle, e-öğrenme araçları eğitim süreçlerinde giderek daha önemli hale gelmiştir. Malezya’da Google Classroom, 2019 yılında resmi olarak okullarda kullanılmaya başlanmış ve öğretmenlere bu platformun kullanımı konusunda eğitimler verilmiştir. Ancak, STEM öğretmenlerinin Google Classroom’u benimseme düzeyleri üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır.

Bulgular:

- STEM öğretmenlerinin Google Classroom’u kabul etme düzeyini anlamaya yönelik UTAUT-2 modeline dayalı bir kavramsal çerçeve geliştirilmiştir.
- Öz-yeterlilik, güven ve kişisel yenilikçilik değişkenlerinin, e-öğrenme araçlarının kabulünü anlamada önemli faktörler olduğu belirlenmiştir.
- STEM öğretmenlerinin Google Classroom’u benimseme düzeylerinde öz-yeterlilik, güven ve kişisel yenilikçilik faktörleri önemli bir rol oynamaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları, doğrudan öğretmenlerden veri toplanmaması ve literatür taramasına dayanması nedeniyle ampirik destek ihtiyacının devam etmesidir. Gelecek araştırmalar, doğrudan STEM öğretmenlerinden veri toplayarak modelin geçerliliğini test edebilir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, STEM öğretmenlerinin Google Classroom kullanımını artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesine ışık tutmaktadır.
- Eğitim politikası yapımcılarına, e-öğrenme araçlarının kabulünü teşvik etmek amacıyla öğretmenlerin kişisel yenilikçiliğini ve güven duygusunu güçlendirecek uygulamalar geliştirme konusunda öneriler sunmaktadır.

Al-Adwan ve Al-Debei (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, Y kuşağı öğrencilerinin yükseköğretimde metaverse (Eduverse) teknolojisini benimseme kararlarını incelemektedir. COVID-19 pandemisi sonrası çevrimiçi etkileşimli öğrenme ortamlarının yaygınlaşmasıyla birlikte, metaverse teknolojisinin öğrenci öğrenme deneyimlerini geliştirme potansiyeli araştırılmaktadır. Ancak, özellikle gelişmekte olan Arap ülkelerinde (örneğin Ürdün), Gen Z öğrencilerinin Eduverse’i kabul etme eğilimleri üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır. Çalışma, UTAUT-2 modeli ile Bilişim Teknolojilerinde Kişisel Yenilikçilik kavramını birleştirerek bir

model geliştirmiş ve 537 Ürdünlü üniversite öğrencisinden elde edilen verileri YEM kullanarak analiz etmiştir.

Bulgular:

- Sosyal etki hariç tutulduğunda, UTAUT-2 modelindeki diğer faktörlerin Gen Z öğrencilerinin metaverse teknolojisini benimseme niyetini anlamlı ve olumlu yönde etkilediğı belirlenmiştir.
- PIIT değişkeninin, doğrudan ve dolaylı olarak (performans ve çaba beklentisi üzerinden) Eduverse'i benimseme niyetinde güçlü bir yordayıcı olduğu tespit edilmiştir.
- Önerilen model, Eduverse benimseme niyetindeki varyansın %57,5'ini açıklamaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca Ürdün'deki öğrencilerle sınırlı olması nedeniyle farklı ülkelerdeki öğrenciler için genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı kültürel bağlamlarda Eduverse teknolojisinin kabulünü değerlendirmelidir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, Gen Z öğrencilerinin metaverse tabanlı eğitim ortamlarını benimseme süreçlerini anlamaya yönelik teorik bilgi birikimine katkı sağlamaktadır.
- Eğitim yöneticileri ve politika yapıcılar için yükseköğretim kurumlarının metaverse entegrasyonunu daha etkili planlamalarına yardımcı olacak stratejiler geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Surya Bahadur ve çalışma arkadaşları (2024) tarafından yürütölen çalışma, öğrencilerin ChatGPT kullanım niyetlerini UTAUT-2 modeli çerçevesinde incelemektedir. Nepal'deki bir üniversitede 578 öğrenciden toplanan veriler PLS-SEM yöntemi ile analiz edilmiştir.

Bulgular:

- Alışkanlık ($\beta=0,315$), öğrenme değeri ($\beta=0,254$) ve sosyal etki ($\beta=0,127$), öğrencilerin ChatGPT kullanım niyetini olumlu yönde etkilemektedir.
- Çaba beklentisi, hazcı motivasyon, kolaylaştırıcı koşullar ve performans beklentisinin anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

- Bilgi doğruluğu değişkeni modele moderatör olarak eklenmiş, ancak anlamlı bir moderasyon etkisi gözlemlenmemiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca belirli bir üniversitede gerçekleştirilmiş olması nedeniyle farklı eğitim kurumlarında genellenebilirliğin sınırlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı coğrafyalardaki öğrencilerin ChatGPT kullanım alışkanlıklarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmelidir.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, ChatGPT gibi yapay zekâ araçlarının eğitimde benimsenmesi ve etkin kullanımına dair önemli pratik öneriler sunmaktadır.
- Eğitim teknolojileri alanındaki literatüre katkı sağlamaktadır.

Ateş ve Polat (2025) tarafından yürütülen bu çalışma, fen bilimleri öğretmenlerinin insansız robotları eğitimde benimseme niyetlerini incelemektedir. UTAUT-2 ve Teknoloji-Organizasyon-Çevre çerçevesini birleştirerek kapsamlı bir model geliştirilmiştir. Araştırma, 1.150 öğretmen adayı ve hizmet içindeki öğretmenlerden toplanan verilerle Yapısal Eşitlik Modelleme (SEM) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular:

- Önerilen birleşik model, hem UTAUT-2 hem de Teknoloji-Organizasyon-Çevre çerçevesine kıyasla daha güçlü bir açıklayıcı güce sahiptir.
- Mesleki deneyim, önemli bir düzenleyici faktör olarak belirlenmiştir.
- Hizmet içindeki öğretmenler ile öğretmen adayları arasında insansız robotları benimseme konusunda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca fen bilimleri öğretmenleriyle sınırlı olması nedeniyle diğer branşlardaki öğretmenler için genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin ve eğitim düzeylerinin insansız robotları benimseme süreçlerine etkisini ele almalıdır.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, bireysel, örgütsel ve çevresel faktörlerin insansız robotların benimsenme sürecine etkisini ortaya koymaktadır.

Öğretmen eğitim programlarının geliştirilmesi, eğitim politikalarının şekillendirilmesi ve okullarda insansı robot entegrasyonunu destekleyen pilot projelerin uygulanmasına yönelik somut öneriler sunmaktadır.

2.7.3. GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin entegrasyonu ile yürütülen çalışmalar

Bu bölümde, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin birleştirilerek yürütüldüğü çalışmalara yer verilmektedir. Teknoloji kabul modelleri, bireylerin ve kurumların yeni teknolojileri benimseme süreçlerini anlamaya yardımcı olan teorik çerçeveler sunmaktadır. GETAMEL, e-öğrenme bağlamında genişletilmiş bir teknoloji kabul modeli olarak geliştirilmişken, UTAUT-2 modeli bireysel ve kurumsal düzeyde teknolojik yeniliklerin benimsenmesini açıklamaktadır. Bu iki modelin entegrasyonu, eğitim ve mesleki gelişim süreçlerinde yenilikçi teknolojilerin benimsenme düzeyini daha kapsamlı bir şekilde analiz etmeye olanak sağlamaktadır. Son yıllarda, STEM eğitiminde yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve uyarlanabilir öğrenme gibi dijital teknolojilerin kullanımı artmış ve bu teknolojilerin öğretmenler, öğrenciler ve sektör profesyonelleri tarafından nasıl kabul edildiği üzerine birçok çalışma yürütülmüştür. GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin entegrasyonu ile gerçekleştirilen bu araştırmalar, eğitimcilerin ve profesyonellerin bu yenilikçi teknolojilere yönelik algılarını, kullanım kolaylığı, fayda, motivasyon ve alışkanlık gibi çeşitli değişkenler üzerinden değerlendirmektedir. Bu kapsamda, aşağıda sunulan çalışmalar, STEM eğitiminde yapay zekâ kullanımı, öğretmenlerin AR ve VR teknolojilerine yönelik kabulü, inşaat sektöründe uyarlanabilir öğrenmenin benimsenmesi gibi farklı konulara odaklanmaktadır. Çalışmalar, teknoloji kullanım niyetini etkileyen faktörleri belirlemek ve eğitim teknolojilerinin etkili entegrasyonu için politika yapıcılara ve uygulayıcılara rehberlik etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Hu, Goh ve Tay (2024) tarafından yürütülen bu çalışma, Singapur'daki inşaat profesyonellerinin uyarlanabilir öğrenme (AL) teknolojilerini benimseme niyetlerini incelemektedir. Araştırma, inşaat sektörü ile diğer sektörlerdeki profesyonellerin AL'yi benimseme oranlarını karşılaştırmayı ve bu teknolojilerin kabulünü etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Yöntem olarak, 188 inşaat profesyoneli ve 153 farklı sektörden profesyonelden veri toplanarak bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. UTAUT-2 ile GETAMEL çerçevesinde inşaat profesyonellerinin

davranışsal niyetleri değerlendirilmiştir. Yapısal eşitlik modelleme ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak faktörlerin etkileri analiz edilmiştir.

Bulgular:

- İnşaat profesyonellerinin AL'yi benimseme oranı %75'in üzerinde çıkmış ve diğer sektörlerle anlamlı bir fark göstermemiştir.
- Öğrenme değeri ve öz-yeterlik, inşaat profesyonellerinin AL'yi benimseme niyetinde istatistiksel olarak anlamlı prediktörler olarak belirlenmiştir.
- Denetimli makine öğrenmesi analizi, performans beklentisinin, AL'yi benimseme niyetini tahmin etmede kritik bir faktör olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırmanın sınırlılıkları, yalnızca katılımcıların beyanlarına dayanması ve belirli bir demografik grup üzerinde gerçekleştirilmesi nedeniyle genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı kültürel bağlamlarda ve gerçek kullanım verileriyle AL'nin benimsenmesini daha kapsamlı şekilde ele almalıdır.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, inşaat profesyonellerinin AL'ye yönelik algılarını ve tutumlarını anlamak için önemli veriler sunmaktadır.
- Sonuçlar, inşaat sektöründe mesleki gelişim süreçlerine AL teknolojilerinin entegrasyonuna yönelik rehberlik edebilir.

Bu çalışma, inşaat sektöründe AL'nin benimsenmesi üzerine önemli bir bilgi boşluğunu doldurarak, sektör profesyonellerinin bu teknolojilere yönelik algılarını ve eğilimlerini anlamaya katkı sağlamaktadır

Ateş ve Gündüzalp (2025) tarafından yürütülen bu çalışma, STEM eğitiminde yapay zekâ araçlarının öğretmenler tarafından benimsenmesini incelemek için yeni bir kavramsal model önermektedir. Çalışma, öğretmenlerin yapay zekâ kullanım niyetlerini tahmin etmek amacıyla UTAUT-2 ve GETAMEL modellerini birleştiren bir model geliştirmiştir. Türkiye'de 582 fen bilimleri öğretmeninden toplanan veriler, SEM kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, önerilen modelin, orijinal GETAMEL ve UTAUT-2 modellerine kıyasla daha yüksek tahmin yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir.

Bulgular:

- Öznel norm, deneyim, algılanan keyif, kaygı ve öz-yeterlilik değişkenlerinin, algılanan yarar ve kullanım kolaylığı üzerinde olumlu ve anlamlı etkiler gösterdiği belirlenmiştir.
- Bu değişkenlerin öğretmenlerin tutumlarını ve yapay zekâ kullanım niyetlerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.
- Fiyat değeri, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık faktörlerinin kullanım niyeti üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Araştırmanın sınırlılıkları, çalışmanın belirli bir öğretmen grubuyla sınırlı olması ve çapraz kesitli bir veri toplama yöntemi kullanılması nedeniyle genellenebilirliğin kısıtlı olmasıdır. Gelecek araştırmalar, farklı ülkelerdeki öğretmenler ve farklı öğretim düzeyleri üzerinde çalışarak modelin kapsamını genişletebilir.

Pratik Çıkarımlar:

- STEM eğitiminde yapay zekâ destekli araçların etkin kullanımını teşvik etmeye yönelik politika yapıcılar, eğitimciler ve araştırmacılar için önemli içgörüler sunmaktadır.
- Eğitimde teknoloji benimsemesini etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Köroğlu (2025) tarafından yürütülen bu çalışma, AR ve sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimdeki değerlendirme süreçlerine entegrasyonunu ve öğretmenler tarafından benimsenmesini incelemektedir. Çalışma, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerini birleştirerek öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik kabulünü etkileyen faktörleri analiz etmektedir. Araştırmada, 457 öğretmen aday ve 405 görevdeki öğretmenden oluşan toplam 862 kişilik bir örneklemden veri toplanmıştır. AR ve VR teknolojilerine yönelik ayrı anketler hazırlanarak öğretmenlerin algıları değerlendirilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ve YEM kullanılarak modelin geçerliliği test edilmiş ve hipotezler değerlendirilmiştir.

Bulgular:

- Algılanan kullanım kolaylığı, algılanan keyif ve sosyal etkinin, öğretmenlerin AR ve VR teknolojilerini benimsemesinde önemli rol oynadığı bulunmuştur.
- Aday öğretmenler, AR ve VR teknolojilerini benimsemekte daha çok kullanım kolaylığı ve eğlence unsurlarına odaklanırken, görevdeki öğretmenlerin ise bu

teknolojilerin mevcut öğretim uygulamalarına entegrasyonu ve pratik faydalarına öncelik verdiği belirlenmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, çalışma kapsamının belirli bir öğretmen grubu ile sınırlı olması ve yalnızca öz-bildirim verilerine dayanması nedeniyle katılımcıların yanlılık içerebilecek cevaplar vermiş olma olasılığıdır. Gelecek araştırmalarda, farklı öğretim kademelerinde ve farklı disiplinlerde AR ve VR'nin benimsenmesini ele almak faydalı olacaktır.

Pratik Çıkarımlar:

- Çalışma, eğitim politikası yapıcıları, eğitim teknolojisi geliştiricileri ve uygulayıcıları için önemli bulgular sunmaktadır.

AR ve VR teknolojilerinin eğitim ortamlarında daha etkin ve yaygın kullanılabilmesine yönelik stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu araştırmada, nicel yöntemlerden korelasyon araştırma deseni kullanılmıştır. Amaç, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisiyle sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini ve bu niyeti etkileyen faktörleri incelemektir. Bu kapsamda, teknoloji kabulüne yönelik değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkiler Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) ile test edilmiştir.

Araştırma modeli, GETAMEL ve UTAUT-2 kuramsal çerçevelerinden yararlanılarak oluşturulmuş, algılanan fayda, kullanım kolaylığı, öz-yeterlilik, teknoloji kaygısı, sosyal etki, performans beklentisi, çaba beklentisi, hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi değişkenlerin benimseme niyeti üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Analiz sürecinde öncelikle DFA ile ölçme araçlarının yapı geçerliliği incelenmiş, ardından yol analiziyle değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlılığı ve etki büyüklükleri belirlenmiştir. Modelin uygunluğu çeşitli uyum iyiliği indeksleriyle değerlendirilmiş, gerek görülen durumlarda düzenlemeler yapılarak en iyi uyum gösteren model elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu süreç öğretmen ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerini açıklayan çok değişkenli bir yapının test edilmesine olanak sağlamış ve modelin kuramsal açıklayıcılığı ortaya konmuştur.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisi yardımıyla sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini ve bu niyeti etkileyen faktörleri açıklamaya yönelik GETAMEL VE UTAUT 2 modelleri

kullanılarak korelasyon araştırma deseni kullanılmıştır. Bu model, araştırmada incelenen değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bu ilişkilerin düzeyinin istatistiksel olarak test edilmesi amacıyla tercih edilmiştir (Krosnick, 1999). YEM ise, karmaşık nedensel ilişkilerin analizine ve araştırma kapsamında oluşturulan kuramsal modelin bütüncül bir şekilde sınanmasına imkân sağlamaktadır (Bowen ve Guo, 2011).

Araştırma modelinin kuramsal temeli, teknoloji kabul süreçlerinde yaygın olarak kullanılan GETAMEL ve UTAUT-2 modellerine dayandırılmıştır. Bu modeller çerçevesinde, algılanan fayda, kullanım kolaylığı, öz-yeterlilik algısı, teknoloji kaygısı, sosyal etki, performans beklentisi, çaba beklentisi, hedonik motivasyon, fiyat değeri ve alışkanlık gibi değişkenlerin sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenmesine etkisi analiz edilmiştir. Araştırmanın temel varsayımı, söz konusu modeldeki değişkenlerin doğrudan ve dolaylı etkileriyle birlikte, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetini anlamlı bir şekilde yordayabileceğidir. Araştırmada belirlenen kuramsal model doğrultusunda “Path Analizi” uygulanmıştır. Path analizi, aralarındaki ilişkilerin karmaşık yapıda olduğu çoklu değişkenli modellerde hem doğrudan hem de dolaylı etki yollarının eş zamanlı olarak incelenmesine olanak tanımaktadır (Kline, 2023; Byrne, 2016). Araştırmanın modelinde, bağımlı değişken olarak sanal gerçeklik teknolojisi ile sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyeti; bağımsız ve aracı değişkenler olarak ise GETAMEL ve UTAUT-2’de yer alan kuramsal faktörler yer almaktadır. Modelin analizinde, AMOS istatistiksel yazılımı kullanılarak veriler üzerinde DFA ve ardından yapısal model testleri gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, ölçme araçlarının yapı geçerliliğinin sağlanması amacıyla doğrulayıcı faktör analizi yapılmış, ardından kurulan modeldeki yol ilişkileri test edilmiştir. Modelin veriye uygunluğu, uyum iyiliği indeksleri ile değerlendirilmiş ve modelde yer alan ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirlenmiştir. Gerekli görüldüğü durumlarda model üzerinde modifikasyonlar yapılarak, en iyi uyum sağlayan model elde edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada ayrıca, modelin açıklayıcılık düzeyi, etkilerin büyüklüğü ve doğrudan-dolaylı etkiler ayrıntılı olarak raporlanmıştır. Bu yöntemsel yaklaşımla, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetlerine etki eden temel faktörlerin belirlenmesi ve kuramsal modelin geçerliliğinin sınanması hedeflenmiştir. Elde edilen bulgular,

eğitimde teknoloji entegrasyonuna ve çevresel sürdürülebilirlik eğitimine yönelik politika ve uygulama önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

3.2. Araştırma Grubu (Evren ve Örneklem)

Bu araştırmanın evrenini, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Türkiye genelinde fen bilgisi öğretmen adayları ile çeşitli iller ve ilçelerde görev yapmakta olan fen bilimleri öğretmenleri oluşturmaktadır. Ancak evrenin tamamına ulaşmak mümkün olmadığından, araştırmanın ulaşılabilir evreni sekiz farklı devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adayları ile belirli iller ve ilçelerde görev yapan fen bilimleri öğretmenleri olarak tanımlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ise ulaşılabilir evrenden basit rastgele örnekleme yöntemi ile seçilen katılımcılardan oluşmuştur. Bu yöntem sayesinde, ulaşılabilir evrendeki her bireyin örnekleme seçilme olasılığı eşit tutulmuş ve örneklemin evreni temsil etme gücü artırılmıştır. Katılımcıların araştırmaya katılımında gönüllülük ve anonimlik ilkeleri esas alınmıştır.

3.2.1. Fen Bilgisi öğretmen adayları

Araştırmanın birinci grubunda, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden, farklı devlet üniversitelerinin eğitim fakültelerinde öğrenim gören toplam 480 fen bilgisi öğretmen adayı yer almaktadır. Katılımcıların %74,2'si kadın ($n=356$) ve %25,8'i erkektir ($n=124$). Sınıf düzeyi bakımından, %3,5'i birinci sınıf, %7,1'i ikinci sınıf, %41,0'ı üçüncü sınıf, %48,4'ü ise dördüncü sınıfta yer almaktadır. Katılımcıların yaş ortalaması 23,6'dır ($SS=1,3$). Öğretmen adaylarının %49'u büyükşehirde, %27'si il merkezinde, %14'ü ilçede, %6'sı kasabada, %4'ü ise köyde ikamet etmektedir. Öğretmen adaylarının %56'sı kamu, %44'ü ise vakıf üniversitelerinde öğrenim görmektedir ve not ortalamaları 3,11 ($SS=0,43$) olarak bildirilmiştir.

Ailelerin aylık geliri 40.000 TL'nin altında olanların oranı %68,1, üzerinde olanların oranı %31,9'dır. Annelerin en yaygın mesleği "ev hanımı" (%42,1), bunu "memur" (%22,1), "işçi" (%15), "serbest meslek" (%12,9) ve "diğer" (%7,9) izlemektedir. Babaların mesleği en çok "işçi" (%31), "memur" (%27), "serbest meslek" (%20), "çiftçi" (%8), "çalışmıyor" (%6), "diğer" (%8) olarak dağılmıştır. Annelerin eğitim düzeyi en çok ilkököl (%36) ve lise (%25); babaların ise lise (%32,1) ve üniversite (%24,2) düzeyindedir.

Aileyle birlikte yaşayan birey sayısı ortalaması 4,5'tir. Öğretmen adaylarının %5'i tek başına yaşarken, %38'i dört veya beş kişilik, %21'i altı ve daha fazla kişilik

hanelerde yaşamaktadır. Katılımcıların %17'sinin evinde 0–10 kitap, %33'ünde 11–25, %35'inde 26–100, %10'unda 101–200 ve %5'inde 200'den fazla kitap bulunmaktadır. Kendi çalışma odası olanların oranı %44'tür. Katılımcıların %90'ının evinde bilgisayar bulunmaktadır.

Sanal gerçeklik teknolojisini daha önce kullananların oranı %82, okuldaki öğrenim sürecinde kullananların oranı ise %44'tür. Sanal gerçeklik teknolojisine günlük zaman ayırma oranları çoğunlukla “1 saatten az” (%77), “1–4 saat” (%17), “5–8 saat” (%4), “9 saatten fazla” (%2) şeklinde dağılmıştır. Katılımcıların çevre sorunlarıyla “çok fazla” (%21) ve “biraz” (%38) ilgilendiği, çevreyle ilgili bilgisinin ise “yeteri kadar” (%31) ve “biraz” (%29) seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. Çevre problemlerinin “en önemli birkaç probleminden biri” olduğunu düşünenlerin oranı %28, “önemli ama başka problemler de var” diyenlerin oranı %59'dur.

“Türkiye'deki çevre problemleri abartılıyor” ifadesine “kesinlikle katılmıyorum” diyenlerin oranı %18, “katılmıyorum” %35, “kararsızım” %17, “katılıyorum” %20, “kesinlikle katılıyorum” %10'dur. Bu bulgular, öğretmen adaylarının demografik, sosyoekonomik ve bilişsel özellikler açısından geniş bir dağılım gösterdiğini ve örneklemin yüksek temsil gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Bu özellikleriyle araştırma grubunun geniş bir temsil gücüne sahip olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının demografik özelliklerinin detaylı sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

Demografik Özellik	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	356	74,2
	Erkek	124	25,8
Sınıf Düzeyi	1. Sınıf	17	3,5
	2. Sınıf	34	7,1
	3. Sınıf	197	41,0
	4. Sınıf ve üstü	232	48,4
Yaş Ortalaması (SS)		23,6 (1,3)	
Yaşanılan Yerleşim Yeri	Büyükşehir	235	49,0
	İl Merkezi	130	27,0
	İlçe	67	14,0
	Kasaba	28	6,0
	Köy	20	4,0

Demografik Özellik	Kategori	<i>n</i>	%
Üniversite Türü	Devlet	270	56,0
	Vakıf	210	44,0
Not Ortalaması (SS)		3,11 (0,43)	
Aylık Aile Geliri	40.000 TL altı	327	68,1
	40.000 TL ve üstü	153	31,9
Annenin Mesleği	Ev hanımı	202	42,1
	Memur	106	22,1
	İşçi	72	15,0
	Serbest meslek	62	12,9
	Diğer	38	7,9
	İşçi	149	31,0
Babanın Mesleği	Memur	130	27,0
	Serbest meslek	96	20,0
	Çiftçi	38	8,0
	Çalışmıyor	29	6,0
	Diğer	38	8,0
	Okuryazar değil	24	5,0
Annenin Eğitim Durumu	İlkokul	173	36,0
	Ortaokul	67	14,0
	Lise	120	25,0
	Üniversite	77	16,0
	Yüksek Lisans	13	2,7
	Doktora	6	1,3
Babanın Eğitim Durumu	Okuryazar değil	11	2,3
	İlkokul	86	18,0
	Ortaokul	53	11,0
	Lise	154	32,1
	Üniversite	116	24,2
	Yüksek Lisans	38	8,0
Ailede Yaşayan Kişi Sayısı	Doktora	22	4,6
	1	24	5,0
	2	39	8,1
	3	72	15,0
	4	116	24,2
	5	67	14,0
Evdeki Kitap Sayısı	6 ve daha fazla	162	33,7
	0–10	82	17
	11–25	158	33
	26–100	168	35

Demografik Özellik	Kategori	<i>n</i>	%
	101–200	48	10
	200’den fazla	24	5
Sanal Gerçeklik Teknolojisini Daha Önce Kullananlar	Evet	394	82,0
	Hayır	86	18,0
Sanal Gerçekliği Okulda Kullananlar	Evet	211	44,0
	Hayır	269	56,0
Günlük VR Kullanım Süresi	1 saatten az	370	77,0
	1–4 saat	82	17,0
	5–8 saat	19	4,0
	9 saatten fazla	9	2,0
Çevre Sorunlarına İlgi	Çok fazla	101	21,0
	Biraz	182	38,0
Çevreyle İlgili Bilgi Düzeyi	Yeteri kadar	149	31,0
	Biraz	139	29,0
Çevre Problemlerine Bakış	En önemli birkaç problemden biri	134	28,0
	Önemli ama başka problemler de var	283	59,0
“Türkiye’deki çevre problemleri abartılıyor” ifadesine katılım	Kesinlikle katılmıyorum	86	18,0
	Katılmıyorum	168	35,0
	Kararsızım	82	17,0
	Katılıyorum	96	20,0
	Kesinlikle katılıyorum	48	10,0

3.2.2. Fen bilgisi öğretmenleri

Araştırmaya katılan 530 fen bilimleri öğretmenin demografik ve mesleki profili aşağıda özetlenmiştir. Katılımcıların %58’i kadın ($n=307$) ve %42’si erkek ($n=223$) olarak dağılmıştır. Mesleki tecrübe bakımından, %19’u 1–5 yıl, %29’u 6–10 yıl, %22’si 11–15 yıl, %14’ü 16–20 yıl, %9’u 21–25 yıl ve %7’si 26 yıl ve üzeri deneyime sahiptir. Öğretmenlerin yaşları 24–61 arasında olup yaş ortalaması 33,6’dır ($SS=6,8$).

Yaşanılan yerleşim yeri bakımından %51’i şehir merkezinde, %32’si ilçe merkezinde, %10’u kasabada ve %7’si köyde yaşamaktadır. Evlerindeki kitap sayısı 0–10 arasında olanların oranı %12, 11–25 arası %22, 26–100 arası %38, 101–200 arası %16, 200’den fazla olanlar ise %12’dir.

Sanal gerçeklik teknolojisini daha önce kullananların oranı %63, okuldaki öğretiminde aktif olarak kullananların oranı %27’dir. Günlük sanal gerçeklik kullanım süresi çoğunlukla “1 saatten az” (%81), “1–4 saat arası” (%14), “5–8 saat arası” (%4), “9 saat ve üzeri” %1 şeklinde dağılım göstermektedir.

Çevre sorunları ile ilgililik düzeyi yüksek olup, öğretmenlerin %29’u “çok fazla”, %44’ü “biraz”, %17’si “çok az”, %10’u ise “hiç” yanıtını vermiştir. Çevre konuları hakkında bilgi algısı ise “çok” (%13), “yeteri kadar” (%41), “biraz” (%23), “fikrim yok” (%13), “bilmiyorum” (%10) şeklinde dağılmıştır.

Katılımcıların %33’ü çevre problemlerini en önemli iki veya üç problemden biri olarak değerlendirmiş, %51’i önemli ancak başka sorunların da bulunduğunu belirtmiş, %10’u önemli bulmamış, %6’sı ise çevre sorunlarını problem olarak görmemektedir. “Türkiye’deki çevre problemleri abartılıyor” ifadesine %21’i “kesinlikle katılmıyorum”, %28’i “katılmıyorum”, %18’i “kararsızım”, %20’si “katılıyorum”, %13’ü “kesinlikle katılıyorum” yanıtını vermiştir. Detaylı sonuçlar Tablo 3’de yer almaktadır.

Tablo 3

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Demografik Özellikleri

Demografik Özellik	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	307	58,0
	Erkek	223	42,0
Mesleki Tecrübe (yıl)	1–5	101	19,0
	6–10	154	29,0
	11–15	117	22,0
	16–20	74	14,0
	21–25	48	9,0
	26 ve sonrası	36	7,0
		33,6 (6,8)	
Yaş Ortalaması (SS)			
Yaşanılan Yerleşim Yeri	Şehir Merkezi	270	51,0
	İlçe	170	32,0
	Kasaba	53	10,0
	Köy	37	7,0
Evdeki Kitap Sayısı	0–10	64	12,0
	11–25	117	22,0
	26–100	201	38,0

Demografik Özellik	Kategori	n	%
	101–200	85	16,0
	200'den fazla	63	12,0
Sanal Gerçeklik Deneyimi	Evet	334	63,0
	Hayır	196	37,0
Okulda Sanal Gerçeklik Kullanımı	Evet	143	27,0
	Hayır	387	73,0
Günlük Sanal Gerçeklik Kullanımı	1 saatten az	430	81,0
	1–4 saat arası	74	14,0
	5–8 saat arası	21	4,0
	9 saat ve daha fazla	5	1,0
Çevre Sorunlarına İlgisi	Çok fazla	154	29,0
	Biraz	233	44,0
	Çok az	90	17,0
	Hiç	53	10,0
Çevre Bilgisi Algısı	Çok	69	13,0
	Yeteri kadar	217	41,0
	Biraz	122	23,0
	Fikrim yok	69	13,0
Çevre Sorunlarının Önemi	Bilmiyorum	53	10,0
	En önemli 2-3 probleminden biri	174	33,0
	Önemli ama başka önemli problemler de var	271	51,0
	Önemli değil	53	10,0
Çevre Sorunları Abartılıyor	Problem olarak görmüyorum	32	6,0
	Kesinlikle Katılmıyorum	111	21,0
	Katılmıyorum	148	28,0
	Kararsızım	95	18,0
	Katılıyorum	106	20,0
	Kesinlikle Katılıyorum	69	13,0

Araştırmada, her iki çalışma grubunun da Türkiye genelinde farklı sosyoekonomik ve kültürel özellikler gösteren okullarda öğrenim görmekte olan öğrenciler veya görev yapmakta olan öğretmenlerden seçilmesi, bulguların genellenebilirliğini artırmıştır. Ayrıca, farklı coğrafi bölgelerden ve çeşitli kurumsal yapılardan veri toplanması, modelin geçerliliği açısından önemli bir avantaj sağlamıştır.

Araştırmanın örneklem büyüklüğü, yapısal eşitlik modellemesi ve yol analizi için literatürde önerilen minimum katılımcı sayısının ($n > 200$; Kline, 2023; Hair vd., 2019) üzerinde olacak şekilde belirlenmiştir. Böylece, modelin istatistiksel gücü artırılmış ve elde edilen sonuçların güvenilirliği maksimize edilmiştir. Araştırmanın çalışma grupları, cinsiyet, yaş, mesleki deneyim ve sanal gerçeklik teknolojisiyle ilgili deneyim gibi temel demografik değişkenler açısından ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Araştırmada, evren ve örneklemin seçiminde gönüllülük ve anonimlik ilkelerine uyulmuş; katılımcılara araştırmanın amacı, gizlilik ilkeleri ve veri kullanım esasları hakkında ayrıntılı bilgilendirme yapılmış ve yazılı onamları alınmıştır. Çalışma, ilgili etik kurul onayı alınarak yürütülmüştür.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Bu araştırmada veri toplama süreci, katılımcı güvenliği, bilimsel geçerlik ve etik standartlar gözetilerek çok aşamalı biçimde yürütülmüştür. Araştırma grubunu oluşturan fen bilgisi öğretmen adayları ile fen bilimleri öğretmenlerinden verilerin toplanması için öncelikle araştırmanın amacı, kapsamı ve kullanılacak veri toplama araçları netleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan ölçekler (**Ek-1** ve **Ek-2**), güncel literatür ve kuramsal modellerden (GETAMEL ve UTAUT-2) yararlanılarak hazırlanmış; ölçeklerin kapsam ve içerik geçerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla çevre eğitimi, fen eğitimi ve teknoloji eğitimi alanlarında üç uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda özgün içerikler oluşturulmuş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır (Abdullah ve Ward, 2016; Ateş ve Garzón, 2022, 2023; Ateş ve Gündüzalp, 2025; Ateş vd., 2024; Venkatesh vd., 2012). Ölçme araçlarında, demografik bilgileri belirlemeye yönelik soruların yanı sıra, katılımcıların sanal gerçeklik teknolojisine yönelik tutumları, teknoloji kabul düzeyleri, öz-yeterlilik algıları, sosyal etki, dijital materyal kullanım sıklığı ve teknoloji kaygısı gibi değişkenlere ilişkin çok boyutlu ve Likert tipi maddeler yer almıştır. Ölçek formunun geçerlik ve güvenirlik analizleri pilot uygulama sonrasında yapılmış, madde analizi ve iç tutarlılık (Cronbach Alpha $> .80$) ile psikometrik yeterlilik sağlanmıştır.

Veri toplama araçlarının geliştirilmesinin ardından, gerekli etik kurul onayları alınmış (**Ek-3**) ve çalışmanın bütününde gönüllülük esas alınmıştır. Katılımcılara çalışmanın amacı ve gizlilik ilkeleri detaylı şekilde açıklanmış, onam formları imzalatılmış ve kişisel verilerin korunacağı güvence altına alınmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarından veriler, 2024-2025 akademik yılı bahar döneminde, sekiz farklı

devlet üniversitesinin eğitim fakültelerinde yüz yüze ve çevrim içi ölçekler yoluyla toplanmıştır. Üniversitelerin ilgili bölümlerinin desteğiyle, öğrencilere hem çevrim içi hem de basılı ölçekler uygulanmış, her katılımcının yalnızca bir kez formu doldurması sağlanmıştır. Fen bilimleri öğretmenlerine yönelik veri toplama ise, Milli Eğitim Bakanlığı'ndan ve ilgili okul yönetimlerinden izin alınarak (**Ek-4**), hem devlet hem özel okullarda görev yapan öğretmenlere çevrim içi ölçek gönderimi ve bazı bölgelerde yüz yüze uygulamalar yoluyla gerçekleştirilmiştir. Anketler, öğretmenlere il ve ilçe milli eğitim müdürlükleri, okul idareleri veya doğrudan e-posta ile ulaştırılmış, öğretmenler kendilerine iletilen bağlantı üzerinden anketleri gönüllü olarak doldurmuştur.

Toplanan verilerde, her iki gruptan geçerli yanıtların alınması için veri toplama süreci sekiz hafta sürdürülmüştür. Katılımcıların yanıtları dijital ortamda güvenli bir şekilde saklanmış ve veri girişinde kişisel bilgilerle eşleşmeye izin verilmemiştir. Anketlerin veri toplama araçları ve hangi araştırma sorusunu yanıtladığı, aşağıda özetlenmiştir: Sanal gerçeklik tutum ölçeği, teknoloji kabul ölçeği ve dijital materyal kullanım anketi, araştırmanın temel sorularına karşılık gelecek şekilde yapılandırılmıştır. Ölçme araçlarının kapsam geçerliği, üç alan uzmanı tarafından sağlanmış, elde edilen verilerle modelin geçerliliğini destekleyecek güvenilir bir veri seti oluşturulmuştur.

Araştırma sürecinin tüm aşamalarında katılımcı gizliliğine azami dikkat gösterilmiş, elde edilen veriler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılmış ve anonim tutulmuştur. Tüm bu süreçler, etik kurul onayı ve yasal gereklilikler gözetilerek tamamlanmıştır. Böylece, verilerin doğruluğu ve araştırmanın güvenilirliği güçlendirilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde, öncelikle ölçme araçlarının geçerlik ve güvenilirlik özellikleri değerlendirilmiş, ardından modelin test edilmesi amacıyla YEM uygulanmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS 27 ve AMOS 24 programları kullanılmıştır. Hem fen bilgisi öğretmen adayları (Çalışma 1) hem de fen bilimleri öğretmenleri (Çalışma 2) gruplarından elde edilen veriler, ayrı ayrı analiz edilmiştir.

3.4.1. Fen bilgisi öğretmen adayları

İlk olarak, ölçme araçlarının yapı geçerliği için Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ve ardından DFA yapılmıştır. AFA sonuçlarına göre, Kaiser-Meyer-Olkin Testi (KMO) değeri 0,92 ve Bartlett's Test of Sphericity anlamlı ($\chi^2=5126,23$; $df=820$; $p < 0,001$) bulunmuştur. Bu sonuçlar verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermiştir. AFA sonucunda toplam açıklanan varyans oranı %71,3 olarak hesaplanmıştır.

DFA, AMOS 24 kullanılarak maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve modelin veri ile uyumu şu şekilde bulunmuştur: $\chi^2=1298,14$; $df=420$; $p < 0,05$; $\chi^2/df=3,09$; GFI=0,91; TLI=0,92; IFI=0,93; CFI=0,93; RMSEA=0,064; SRMR=0,059. Modelin uyum iyiliği indekslerinin, literatürde önerilen eşik değerleri ($\chi^2/df < 5$, CFI, TLI, IFI $> 0,90$; RMSEA $< 0,08$; SRMR $< 0,08$) sağladığı görülmektedir (Hu ve Bentler, 1999; Kline, 2023; Schumacker ve Lomax, 2016). Ölçekteki faktör yükleri ise 0,61 ile 0,89 arasında değişmiş ve Hair vd. (2019) tarafından önerilen minimum 0,50'lik değerin üzerinde bulunmuştur. Bu bulgular, modelin veriyle yeterli düzeyde uyum gösterdiğini ve ölçüm aracının yapısal geçerliğinin desteklendiğini göstermektedir.

Tüm boyutlar için Bileşik Güvenirlilik (CR) değerleri 0,86 ile 0,92 arasında değişmiş, Ortalama Açıklanan Varyans (AVE) değerleri ise 0,63 ile 0,76 arasında bulunmuştur. Cronbach's Alpha değerleri 0,83 ile 0,91 arasındadır. Sonuçlar, ölçme araçlarının yüksek iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Detaylı sonuçlar Tablo 4'de yer almaktadır.

Tablo 4

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları İçin DFA Sonuçları ve Ölçek Maddeleri

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Algılanan Kullanım Kolaylığı	1. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı kolaydır.	0,74	0,70	0,86	0,85
	2. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecinde kullanma konusunda yetkinleşmek benim için kolaydır.	0,77			
	3. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı açık ve anlaşılırdır.	0,80			

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Algılanan Kullanışlık	4. Sanal gerçeklik teknolojisinin, öğretme sürecime katkı sağlayacağına inanıyorum.	0,78	0,68	0,84	0,83
	5. Sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımının, öğretme sürecimdeki öğrenme etkinliğini artıracak kanaatindeyim.	0,75			
Endişe	6. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma konusunda endişeliyim.	0,70	0,64	0,84	0,83
	7. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanırken telafisi mümkün olmayan hatalar yapma düşüncesi beni tedirgin etmektedir.	0,76			
	8. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma ihtimali bana biraz korkutucu gelmektedir.	0,78			
Deneyim	9. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak öğretme deneyimimi geliştirecektir.	0,80	0,71	0,87	0,86
	10. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecime dahil ederken kendimi rahat hissedeceğime inanıyorum.	0,74			
	11. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretme amacıyla verimli bir şekilde kullanabileceğimi düşünüyorum.	0,82			
Öz-yeterlik	12. Dışarıdan yardım almaksızın sanal gerçeklik teknolojisini kullanabilme yetkinliğime olan güvenim tamdır.	0,73	0,72	0,88	0,87
	13. Öğretme sürecime sanal gerçeklik teknolojisini etkin bir biçimde entegre etme noktasında gereken yetkinliklere sahibim.	0,82			
	14. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı konusunda kendime olan güvenim tamdır.	0,79			
Tutum	15. Sanal gerçeklik teknolojisinin öğretim sürecime entegrasyonunun yararlı olacağı kanaatindeyim.	0,73	0,69	0,86	0,85
	16. Öğretme faaliyetlerimde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmaktan memnuniyet duyuyorum.	0,80			
	17. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak bana güzel bir deneyim sağlamaktadır.	0,78			
Öznel Norm	18. Düşüncelerine önem verdiğim insanlar öğretme sürecimde sanal gerçeklik	0,76			

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
	teknolojisinden yararlanmam konusunda tavsiyelerde bulunmaktadırlar.				
	19. Görüşlerine saygı duyduğum insanlar, çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanımım konusunda bana destek vermektedirler.	0,72	0,66	0,80	0,80
Fiyat Değeri	20. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenecek maliyetin uygun olduğunu düşünüyorum.	0,79			
	21. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yapılan yatırım, eğitim kalitesindeki artış olarak kendini gösterecektir.	0,68	0,70	0,86	0,85
	22. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenen maliyete değeri.	0,74			
Kolaylaştırıcı Unsurlar	23. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli kaynaklara sahip olduğumuzu düşünüyorum.	0,71			
	24. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli bilgi ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	0,81			
	25. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için uygun/uyumlu teknolojilere sahip olduğumuzu düşünüyorum.	0,79	0,72	0,89	0,88
	26. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerektiğinde yardım alabileceğim kişilere sahip olduğumu düşünüyorum.	0,78			
Algılanan Hoşnutluk	27. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinin keyifli olacağını düşünüyorum.	0,80			
	28. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme ortamının eğlenceli olacağına inanıyorum.	0,76	0,69	0,85	0,84
	29. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinde daha motive olacağımı düşünüyorum.	0,74			
Alışkanlık	30. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte benim için alışkanlık haline gelebilir.	0,78			
	31. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte vazgeçilmez olabilir.	0,83	0,73	0,87	0,86

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Niyet	32. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte büyük olasılıkla bir gereklilik haline gelecektir.	0,76			
	33. Gelecekte öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yönelik kullanımımı sürdürmeyi düşünüyorum.	0,79			
	34. Öğretim amaçlı sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını gelecekte artırmayı planlıyorum.	0,75	0,71	0,86	0,85
	35. Gelecekte, öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yeni yöntemler keşfetmeye açık olduğumu belirtmek isterim.	0,73			

Ayrım geçerliğı incelemesinde, Fornell-Larcker kriterine göre her bir yapının AVE karekökü, o yapının diğeri yapılarla olan korelasyon katsayılarından daha büyük olmalıdır. Analiz sonuçları, bu koşulun tüm alt boyutlar için sağlandığını göstermiştir. Böylece, ölçeğin yapıları arasında anlamlı bir şekilde ayrım geçerliğı elde edilmiştir. Bu bulgu, ölçeğin madde düzeyinde de geçerli ve güvenilir olduğunu göstermiştir. İlgili bulguların kapsamlı bir özeti Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Grubu için Ayrım Geçerliği (Fornell-Larcker Kriteri)

Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,84											
2. Algılanan Kullanışlık	0,42	0,83										
3. Endişe	-0,31	-0,29	0,80									
4. Deneyim	0,47	0,45	-0,22	0,82								
5. Öz-yeterlik	0,43	0,40	-0,21	0,41	0,87							
6. Tutum	0,44	0,46	-0,28	0,51	0,47	0,85						
7. Öznel Norm	0,29	0,32	-0,13	0,33	0,35	0,41	0,81					
8. Fiyat Değeri	0,33	0,36	-0,17	0,38	0,31	0,34	0,27	0,84				
9. Kolaylaştırıcı Unsurlar	0,38	0,40	-0,18	0,43	0,42	0,45	0,28	0,31	0,85			
10. Algılanan Hoşnutluk	0,46	0,44	-0,24	0,47	0,48	0,53	0,32	0,36	0,38	0,83		
11. Alışkanlık	0,40	0,43	-0,15	0,39	0,46	0,47	0,33	0,35	0,44	0,45	0,86	
12. Niyet	0,49	0,47	-0,28	0,55	0,53	0,58	0,41	0,40	0,49	0,52	0,51	0,88

Tabloda çapraz ve koyu olarak yer alan değerler ilgili boyutların AVE 'sinin karekökünü, diğer hücreler ise yapılar arası korelasyon katsayılarını göstermektedir. Her bir yapının AVE karekökü, o yapının diğer yapılarla olan korelasyon katsayılarından büyüktür. Bu bulgu, ölçeğin ayırım geçerliğinin sağlandığını göstermektedir.

3.4.2. Fen bilimleri öğretmenleri

İkinci grup için yürütülen analizler, birinci grupta uygulanan istatistiksel süreçlerle paralel şekilde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, verinin faktör analizine uygunluğunu test etmek amacıyla AFA yapılmıştır. KMO değeri 0,93 olarak bulunmuş ve Bartlett's Test of Sphericity istatistiği anlamlı çıkmıştır ($\chi^2=6772.55$, $df=820$, $p < 0,001$). Bu değerler, verinin faktör analizi için son derece elverişli olduğunu göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2019; Field, 2024). AFA sonucunda, ölçeğin 7 faktörlü bir yapıya sahip olduğu ve bu yapının toplam varyansın %72,1'ini açıkladığı belirlenmiştir. Açıklanan bu oran, sosyal bilimlerde geliştirilen çok boyutlu ölçeklerde genellikle %50'nin üzerinde olmasının yeterli kabul edildiği göz önünde bulundurulduğunda, oldukça yüksek bir düzeye işaret etmektedir (Hair vd., 2019). Bu durum, ölçeğin faktör yapısının güçlü olduğunu, maddelerin ilgili boyutları yeterli ölçüde temsil ettiğini ve modelin kuramsal çerçeveye uyumlu biçimde işlediğini göstermektedir.

Ardından, DFA ile elde edilen modelin uyum iyiliği istatistikleri değerlendirilmiştir. DFA sonuçları şu şekilde raporlanmıştır: $\chi^2=1509.58$, $df=437$, $p < 0,05$; $\chi^2/df=3.45$; GFI=0,90, TLI=0,91, IFI=0,92, CFI=0,92, RMSEA=0,069, SRMR=0,062. Hu ve Bentler (1999), Kline (2023) ve Schumacker ve Lomax (2016) tarafından önerilen kriterlere göre, CFI, TLI, IFI gibi değerlerin 0,90'ın üzerinde olması, RMSEA ve SRMR değerlerinin ise 0,08'in altında kalması, modelin veriyle iyi uyum gösterdiğine işaret etmektedir. Ölçekteki faktör yükleri ise 0,59 ile 0,88 arasında değişmiş ve Hair vd. (2019) tarafından önerilen minimum 0,50 sınırının üzerinde bulunmuştur.

Ayrıca, ölçekteki her bir boyutun psikometrik yeterliliği incelenmiştir. CR değerleri tüm boyutlar için 0,85 ile 0,91 arasında; AVE değerleri ise 0,65 ile 0,74 arasında hesaplanmıştır. Bu değerler hem iç tutarlılığın hem de yapı geçerliğinin sağlandığını göstermektedir (Fornell ve Larcker, 1981; Hair vd., 2019). Cronbach's Alpha katsayıları 0,80 ile 0,92 arasında değişmiş ve yüksek derecede güvenilirlik ortaya koymuştur. Madde-toplam korelasyonları ise bütün maddelerde 0,43 ile 0,71 arasında saptanmış, bu da maddelerin ölçeğin genel bütünlüğüne katkı sağladığını göstermektedir (DeVellis ve Thorpe, 2021).

Tüm bu bulguların ışığında, Fen Bilimleri Öğretmenleri grubunda uygulanan ölçeğin psikometrik açıdan yüksek standartlara sahip olması, eğitim araştırmalarında

güvenle kullanılabilecek bir ölçme aracı sunmaktadır. Ölçeğin yedi faktörlü yapısı, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenmesine ilişkin tutum, bilgi, deneyim ve çevresel duyarlılık gibi çok boyutlu özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirme olanağı sağlamaktadır. Özellikle, elde edilen yüksek varyans açıklama oranı ve güçlü uyum indeksleri, ölçeğin yalnızca mevcut örnekleme değil, benzer demografik ve mesleki özelliklere sahip farklı öğretmen gruplarında da benzer geçerlik ve güvenilirlik göstereceğini düşündürmektedir. Ayrıca, madde düzeyinde elde edilen yüksek korelasyon değerleri, her bir ölçek maddesinin genel kavramsal bütünlüğe katkı sağladığını ve ölçekte anlamsız veya gereksiz madde bulunmadığını göstermektedir. Tüm bu sonuçlar, araştırmacıların ve uygulayıcıların ölçeği hem bilimsel çalışmalarda hem de pratik uygulamalarda etkili bir şekilde kullanabileceğine işaret etmektedir. Gelecekte yapılacak farklı kültürel ve kurumsal bağlamlarda geçerlik-güvenirlik analizleri, ölçeğin yaygın kullanımı ve literatüre katkısı açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır.

Tablo 6

Fen Bilimleri Öğretmenleri İçin DFA Sonuçları ve Ölçek Maddeleri

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Algılanan Kullanım Kolaylığı	1. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı kolaydır.	0,75	0,72	0,87	0,86
	2. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecinde kullanma konusunda yetkinleşmek benim için kolaydır.	0,77			
	3. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı açık ve anlaşılırdır.	0,80			
Algılanan Kullanışlık	4. Sanal gerçeklik teknolojisinin, öğretim sürecime katkı sağlayacağına inanıyorum.	0,81	0,71	0,86	0,85
	5. Sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımının, öğretim sürecimdeki öğrenme etkinliğimi artıracığı kanaatindeyim.	0,77			
Endişe	6. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma konusunda endişeliyim.	0,73	0,66	0,85	0,84
	7. Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanırken telafisi mümkün	0,72			

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Deneyim	olmayan hatalar yapma düşüncesi beni tedirgin etmektedir.				
	8. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma ihtimali bana biraz korkutucu gelmektedir.	0,80			
	9. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak öğretme deneyimimi geliştirecektir.	0,78			
	10. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecime dahil ederken kendimi rahat hissedeceğime inanıyorum.	0,75	0,72	0,88	0,87
	11. Sanal gerçeklik teknolojisini öğretme amacıyla verimli bir şekilde kullanabileceğimi düşünüyorum.	0,83			
Öz-yeterlik	12. Dışarıdan yardım almaksızın sanal gerçeklik teknolojisini kullanabilme yetkinliğime olan güvenim tamdır.	0,78			
	13. Öğretme sürecime sanal gerçeklik teknolojisini etkin bir biçimde entegre etme noktasında gereken yetkinliklere sahibim.	0,85	0,75	0,89	0,89
	14. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı konusunda kendime olan güvenim tamdır.	0,76			
Tutum	15. Sanal gerçeklik teknolojisinin öğretim sürecime entegrasyonunun yararlı olacağı kanaatindeyim.	0,74			
	16. Öğretme faaliyetlerimde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmaktan memnuniyet duyuyorum.	0,80	0,71	0,87	0,87
	17. Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak bana güzel bir deneyim sağlamaktadır.	0,82			
Öznel Norm	18. Düşüncelerine önem verdiğim insanlar öğretme sürecimde sanal gerçeklik teknolojisinden yararlanmam konusunda tavsiyelerde bulunmaktadırlar.	0,77			
	19. Görüşlerine saygı duyduğum insanlar, çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanımım konusunda bana destek vermektedirler.	0,73	0,68	0,81	0,81
Fiyat Değeri	20. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenecek maliyetin uygun olduğunu düşünüyorum.	0,82			

Boyut/Başlık	Madde	Faktör Yüğü	AVE	CR	α
Kolaylaştırıcı Unsurlar	21. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yapılan yatırım, eğitim kalitesindeki artış olarak kendini gösterecektir.	0,70	0,72	0,87	0,86
	22. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenen maliyete değer.	0,75			
	23. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli kaynaklara sahip olduğumuzu düşünüyorum.	0,72			
	24. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli bilgi ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	0,84			
	25. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için uygun/uyumlu teknolojilere sahip olduğumuzu düşünüyorum.	0,79	0,73	0,90	0,89
	26. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerektiğinde yardım alabileceğim kişilere sahip olduğumu düşünüyorum.	0,80			
Algılanan Hoşnutluk	27. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinin keyifli olacağını düşünüyorum.	0,79			
	28. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme ortamının eğlenceli olacağına inanıyorum.	0,75	0,71	0,86	0,85
	29. Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinde daha motive olacağımı düşünüyorum.	0,81			
Alışkanlık	30. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte benim için alışkanlık haline gelebilir.	0,82			
	31. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte vazgeçilmez olabilir.	0,85	0,76	0,89	0,88
	32. Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte büyük olasılıkla bir gereklilik haline gelecektir.	0,77			
Niyet	33. Gelecekte öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yönelik kullanımımı sürdürmeyi düşünüyorum.	0,81			
	34. Öğretim amaçlı sanal gerçeklik teknolojinin kullanımını gelecekte artırmayı planlıyorum.	0,79	0,73	0,88	0,87

Boyut/Başlık	Madde	Faktör AVE CR α Yükü
	35. Gelecekte, öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yeni yöntemler keşfetmeye açık olduğumu belirtmek isterim.	0,74

CR=Composite Reliability (Bileşik Güvenirlik), AVE=Average Variance Extracted (Ortalama Açıklanan Varyans), α =Cronbach Alpha. Tabloda gösterilen faktör yükleri, her bir madde için DFA sonucunda elde edilen yük değerlerini, AVE/CR/ α ise ilgili boyutun psikometrik bulgularını temsil etmektedir.

Ayrım geçerliği analizinde, Fornell-Larcker kriterine göre her bir boyutun AVE karekökü, o boyutun diğer boyutlarla olan korelasyon katsayılarından büyük olmalıdır. Fen bilimleri öğretmenleri grubunda yapılan analiz sonuçları, tüm alt boyutlarda bu koşulun karşılandığını göstermiştir. Bu bulgu, ölçeğin ölçmekte olduğu yapılar arasında anlamlı bir ayrışma olduğunu ve her bir boyutun kavramsal olarak birbirinden bağımsız şekilde ölçüldüğünü ortaya koymaktadır. Böylece, ölçeğin tüm yapıları arasındaki ayrım geçerliği istatistiksel olarak doğrulanmıştır. Ayrıca, ayrım geçerliğinin sağlanmış olması, ölçeğin hem yapı geçerliğini hem de madde düzeyinde güvenilirliğini desteklemektedir. Sonuç olarak, uygulanan ölçeğin fen bilimleri öğretmenleri örnekleminde geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabileceği söylenebilir. Ayrıntılı bulgular Tablo 7’de sunulmaktadır.

Tablo 7

Fen Bilimleri Öğretmenleri Grubu için Ayrım Geçerliği (Fornell-Larcker Kriteri)

Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,84											
2. Algılanan Kullanışlık	0,40	0,82										
3. Endişe	-0,33	-0,27	0,79									
4. Deneyim	0,47	0,43	-0,20	0,83								
5. Öz-yeterlik	0,38	0,37	-0,17	0,46	0,88							
6. Tutum	0,52	0,50	-0,28	0,55	0,49	0,86						
7. Öznel Norm	0,29	0,32	-0,14	0,34	0,36	0,41	0,81					
8. Fiyat Değeri	0,35	0,31	-0,15	0,38	0,33	0,37	0,28	0,83				
9. Kolaylaştırıcı Unsurlar	0,43	0,40	-0,19	0,49	0,47	0,46	0,30	0,34	0,86			
10. Algılanan Hoşnutluk	0,50	0,48	-0,24	0,51	0,54	0,59	0,34	0,37	0,45	0,85		
11. Alışkanlık	0,46	0,43	-0,18	0,44	0,52	0,49	0,35	0,31	0,47	0,46	0,88	
12. Niyet	0,57	0,51	-0,29	0,58	0,53	0,62	0,39	0,36	0,50	0,55	0,52	0,89

Çapraz ve koyu değerler AVE'nin karekökünü; diğer hücreler ise değişkenler arası korelasyonları göstermektedir. Tüm AVE karekökleri, ait oldukları boyutun diğer tüm değişkenlerle korelasyonlarından büyüktür; bu, ayrım geçerliğinin sağlandığını göstermektedir.

3.5. Pilot Çalışma: Ölçek Geçerliği ve Güvenirliği

Araştırmada kullanılacak ölçme araçlarının geçerliği ve güvenirliliği, esas veri toplama aşamasından önce gerçekleştirilen pilot çalışma ile test edilmiştir. Bu kapsamda, ölçeklerin Türkçe formunun dilsel ve içeriksel uygunluğu ile psikometrik özellikleri değerlendirilmiştir. Pilot çalışma, 2024-2025 güz döneminde, farklı coğrafi bölgelerdeki dört devlet üniversitesinin eğitim fakültelerinde öğrenim gören 198 fen bilgisi öğretmen adayı ve üç farklı ilde görev yapan 154 fen bilimleri öğretmeni olmak üzere toplam 352 kişilik bir katılımcı grubunda yürütülmüştür. Katılımcılar, evren içerisindeki bireyler arasından basit rastgele örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve çalışma tamamen gönüllülük esasına göre yürütülmüştür.

Ölçeklerin ön test uygulamasında, madde anlaşılabilirliği ve ölçek dilinin uygunluğuna ilişkin alan uzmanı görüşleri de alınmıştır. Pilot veri seti üzerinde öncelikle AFA uygulanmış ve elde edilen sonuçlar incelenmiştir. KMO örneklem yeterlilik katsayısı 0,89, Bartlett küresellik testi sonucu $\chi^2=1762,11$, $df=496$, $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. Bu değerler, verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermiştir.

AFA sonucunda, ölçeğin özgün boyut yapısı ile uyumlu şekilde toplam dokuz faktör elde edilmiştir. Maddelerin faktör yüklerinin 0,51 ile 0,84 arasında değişmesi, her bir maddenin ait olduğu faktörü yeterli düzeyde temsil ettiğini göstermektedir. Ayrıca, faktör yüklerinin 0,50'nin üzerinde olması, ölçeğin alt boyutlarının yapısal geçerliliğini desteklemektedir. Her bir boyutun iç tutarlılığını gösteren Cronbach Alpha katsayılarının 0,77 ile 0,89 arasında bulunması, ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir. Toplam varyans açıklama oranının %68,5 olarak hesaplanması ise, elde edilen dokuz faktörün ölçeğin ölçmeyi amaçladığı yapının büyük bir bölümünü açıkladığını ve ölçeğin kapsam geçerliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Maddelerin madde-toplam korelasyonlarının 0,42 ile 0,73 aralığında olması, ölçek maddelerinin tutarlı ve güvenilir biçimde çalıştığını ortaya koymaktadır. Geçerlik analizleri kapsamında yürütülen doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonuçları da modelin veriyle uyumlu olduğunu göstermiştir ($\chi^2=489.22$, $df=210$, $p < 0,05$; $\chi^2/df=2.33$; CFI=0,93, TLI=0,92, RMSEA=0,067, SRMR=0,056). Bu uyum iyiliği indeksleri, ölçek yapısının kuramsal modelle uyumlu olduğunu ve ölçeğin ölçtüğü yapının örnekleme geçerli olduğunu göstermektedir. Özellikle CFI ve TLI değerlerinin 0,90'ın üzerinde ve RMSEA ile SRMR değerlerinin 0,08'in altında

olması, modelin iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır (Kline, 2023; Hu ve Bentler, 1999). Bu sonuçlar, ölçeğin hem geçerli hem de güvenilir bir ölçme aracı olduğunu bilimsel olarak ortaya koymaktadır. Ölçeğin psikometrik açıdan güçlü özellikler sergilemesi, ilerleyen araştırmalarda güvenle kullanılabileceğini göstermekte ve benzer örneklerde de uygulanabilirliğini desteklemektedir. Pilot çalışma bulguları, ölçeklerin dilsel ve yapısal olarak tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermiştir. Ana uygulamaya geçilmeden önce elde edilen veriler, madde ve faktör düzeyinde gerekli düzenlemelerin yapılmasına ve nihai ölçek formunun oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın temel amacı doğrultusunda fen bilgisi öğretmenleri ile öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisi yardımıyla sürdürülebilir kalkınma öğretimi yapma niyetlerini etkileyen faktörlere ilişkin elde edilen bulgular ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Analizlerde hem öğretmen adayları hem de öğretmenler için, geçerlik ve güvenirlik analizleri tamamlanan ölçekler üzerinden test edilen GETAMEL, UTAUT-2 ve bütünleşik modele ait yol analizi sonuçları karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmiştir. Ayrıca, model uyum indeksleri, açıklama gücü ve hipotez testlerine ilişkin bulgulara tablo ve metin içinde ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Araştırmada hem bireysel hem de yapısal faktörlerin sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenme niyeti üzerindeki etkileri çoklu istatistiksel yöntemlerle incelenmiş; ulaşılan bulgular, mevcut kuramsal modellerin açıklayıcılığını destekler nitelikte olmuştur. Bulgular, ilgili alt başlıklarda sistematik bir şekilde sunulmuş ve her bir modelin öngördüğü ilişkiler detaylı biçimde tartışılmıştır.

4.1 GETAMEL, UTAUT-2 ve Bütünleşik Modelin Karşılaştırmalı Uyum İndeksleri ve Açıklayıcı Gücü

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenlerinden elde edilen veriler, GETAMEL, UTAUT-2 ve bu iki modeli bütünleştiren model çerçevesinde test edilmiştir. Model uyumuna ilişkin χ^2/df , GFI, AGFI, CFI, TLI, IFI, RMSEA ve SRMR gibi temel uyum indeksleri ile "kullanma niyeti" değişkeni için açıklanan varyans (R^2) değerleri Tablo 8'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde, her iki katılımcı grubunda da bütünleşik modelin diğer iki modele kıyasla daha güçlü bir uyum verdiği görülmektedir. χ^2/df oranlarının tüm modellerde 3'ün altında kalması kabul edilebilir düzeyde bir uyuma işaret ederken, bütünleşik modelde bu oranların

daha düşük olması daha iyi bir model uyumunu göstermektedir. Benzer biçimde GFI, AGFI, CFI, TLI ve IFI indekslerinin .90'ın üzerinde çıkması tüm modellerin yapısal geçerliğini doğrularken, bütünleşik modelde bu değerlerin .95 seviyelerine ulaşması, iki modelin birleşmesinin yapısal uyumu anlamlı biçimde artırdığını ortaya koymaktadır. RMSEA ve SRMR değerlerinin de literatürde önerilen eşik değerlerin altında kalması, bütünleşik modelin genel uyumunun oldukça yüksek olduğunu desteklemektedir.

“Kullanma niyeti” değişkeni için açıklanan varyans değerleri, modeller arasındaki farkı daha belirgin hale getirmektedir. GETAMEL modelinde açıklanan varyans öğretmen adaylarında %43, öğretmenlerde %40 düzeyinde kalırken, UTAUT-2 modelinde bu oran %54 ve %51'e yükselmiştir. Ancak bütünleşik modelde açıklanan varyansın öğretmen adaylarında %70, öğretmenlerde ise %68'e ulaşması, iki modelin birleştirilmesinin sanal gerçeklik teknolojisinin kabulünü açıklamada çok daha yüksek bir kuramsal güce sahip olduğunu göstermektedir. Buradaki varyans oranları, yalnızca istatistiksel bir farklılığı değil, aynı zamanda kuramsal açıklama gücünün niteliğini de ortaya koymaktadır. %40–43 bandında kalan GETAMEL modeli, öğrenme ortamlarında teknolojinin benimsenmesine ilişkin bazı temel değişkenleri açıklamakla birlikte, kullanım niyetinin önemli bir kısmını dışarıda bırakmaktadır. UTAUT-2 modeli ise sosyal, davranışsal ve çevresel değişkenleri de sürece dâhil ederek açıklama gücünü yaklaşık %10 oranında artırmakta, böylece bireylerin teknolojiye yönelik niyetlerini anlamada daha geniş bir çerçeveye sunmaktadır. Bununla birlikte, bütünleşik modelin %70 (adaylar) ve %68 (öğretmenler) gibi oldukça yüksek düzeylere ulaşması, açıklanan varyans açısından bir “üst düzey kuramsal geçerlilik” anlamına gelmektedir. Yani, kullanma niyetindeki bireysel farklılıkların yaklaşık üçte ikisinden fazlası modeldeki değişkenler tarafından açıklanabilmektedir. Sosyal bilimlerde %60'ın üzerindeki varyans oranlarının güçlü kabul edildiği dikkate alındığında (Hair vd., 2017), bu bulgu bütünleşik modelin yalnızca istatistiksel olarak değil, aynı zamanda pratik ve kuramsal olarak da üstün olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, tekil modeller zaman zaman bazı kritik boyutları gözden kaçırabilirken, model entegrasyonu hem bireysel (öz-yeterlik, algılanan hoşnutluk, endişe) hem de sosyal/çevresel (öznel norm, kolaylaştırıcı koşullar, fiyat değeri) faktörleri aynı çatı altında toplamakta ve bu sayede teknoloji kabulünü daha bütüncül bir şekilde açıklamaktadır. Bu sonuç, sanal gerçeklik gibi çok boyutlu ve yenilikçi teknolojilerin benimsenmesinde entegre kuramsal çerçevelerin gerekliliğini ortaya koymakta ve

araştırmacılar için daha kapsayıcı modellerin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bulgular aynı zamanda literatürdeki teknoloji kabulü araştırmalarıyla da örtüşmektedir. Daha önceki çalışmalarda UTAUT-2 modelinin davranışsal niyet üzerinde yüksek bir açıklama gücüne sahip olduğu, GETAMEL modelinin ise özellikle öğretimsel bağlamı dikkate alarak ek katkılar sunduğu ifade edilmiştir. Bu araştırmada iki modelin bütünleştirilmesi, hem bireysel motivasyon faktörlerini hem de pedagojik bileşenleri kapsayarak daha güvenilir ve kapsamlı bir açıklama çerçevesi ortaya koymuştur. Özellikle öğretmen adaylarında açıklama gücünün öğretmenlere kıyasla biraz daha yüksek olması, adayların yeni teknolojilere daha açık olmalarıyla ilişkilendirilebilirken, öğretmenlerde mesleki deneyim ve pedagojik alışkanlıkların yeni teknolojilere uyum sürecini kısmen sınırlayabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular bütünleşik modelin GETAMEL ve UTAUT-2'nin güçlü yönlerini bir araya getirerek sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde kabulü ve kullanım niyetini açıklamada hem istatistiksel uyum hem de açıklayıcı güç açısından en üstün çerçeveyi sunduğunu göstermektedir. Bu durum, teknolojik kabul çalışmalarında model entegrasyonunun yalnızca kuramsal bir yaklaşım değil, aynı zamanda pratikte de açıklama gücünü artıran etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 8

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları ve Fen Bilimleri Öğretmenleri için GETAMEL, UTAUT-2 ve Bütünleşik Modelin Uyum İndeksleri ve Açıklayıcılık Gücü

Grup / Model	χ^2	df	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	TLI	IFI	RMSEA	SRMR	R ²
Öğretmen Adayları											
GETAMEL Modeli	1108,22	425	2,61	0,90	0,90	0,91	0,90	0,91	0,067	0,051	0,43
UTAUT-2 Modeli	965,13	362	2,67	0,91	0,91	0,93	0,91	0,93	0,063	0,044	0,54
Bütünleşik Model	839,77	340	2,47	0,93	0,94	0,96	0,95	0,96	0,051	0,036	0,70
Öğretmenler											
GETAMEL Modeli	1171,89	432	2,71	0,90	0,90	0,90	0,91	0,90	0,070	0,055	0,40
UTAUT-2 Modeli	998,40	365	2,74	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,066	0,047	0,51
Bütünleşik Model	884,64	344	2,57	0,92	0,93	0,95	0,94	0,95	0,054	0,039	0,68

GFI=Goodness of Fit Index, AGFI=Adjusted Goodness of Fit Index, CFI=Comparative Fit Index, TLI=Tucker-Lewis Index, IFI=Incremental Fit Index, RMSEA=Root Mean Square Error of Approximation, SRMR=Standardized Root Mean Square Residual, R²="Kullanma Niyeti" için açıklanan varyans.

4.2. Fen Bilimleri Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Sanal Gerçeklik Teknolojisi ile Sürdürülebilir Kalkınma Öğretimi Niyetlerinin Yol Analizi ve Hipotez Testleri

4.2.1. Yol Analizi ve Hipotez Testleri: UTAUT-2 modeli

UTAUT-2 modeli kapsamında yapılan yol analizi bulguları, hem fen bilgisi öğretmen adayları hem de fen bilimleri öğretmenleri gruplarında, modeldeki temel değişkenlerin “sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti” üzerindeki doğrudan etkilerini ortaya koymuştur. Fen bilgisi öğretmen adayları örnekleminde, performans beklentisi ($\beta=0,29$, $p < 0,01$), çaba beklentisi ($\beta=0,24$, $p < 0,01$), sosyal etki ($\beta=0,19$, $p < 0,05$), kolaylaştırıcı koşullar ($\beta=0,17$, $p < 0,05$) ve alışkanlık ($\beta=0,28$, $p < 0,01$) değişkenlerinin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler yarattığı görülmüştür. Bu sonuç, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik niyetlerinin hem bireysel fayda algısı hem de sosyal çevre, teknik olanaklar ve alışkanlık gibi çok boyutlu faktörlerden etkilendiğini göstermektedir. Özellikle performans beklentisi ve alışkanlık değişkenlerinin görece yüksek katsayıları, adayların teknolojiyi mesleki fayda sağlayacağına inanmalarının ve teknoloji kullanımına ilişkin alışkanlık geliştirmelerinin kullanım niyetini artıran en kritik etkenler olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, hedonik motivasyon ($\beta=0,07$, $p > 0,05$) ve fiyat değeri ($\beta=0,05$, $p > 0,05$) değişkenlerinin anlamlı çıkmaması dikkat çekicidir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini eğlence ya da maliyet unsurlarından çok, mesleki fayda, erişilebilirlik ve kullanım kolaylığı bağlamında değerlendirdiğini düşündürmektedir. Özellikle öğretmen adaylarının henüz mesleğe başlamamış olmaları nedeniyle fiyat değeri unsurunu kendi karar süreçlerinde öncelikli görmemeleri, bunun yerine eğitimsel kazanımlar ve öğretimsel etkinliklere katkıyı merkeze almaları anlaşılır görünmektedir. Benzer şekilde, sanal gerçeklik teknolojisinin sınıf içi uygulamalarda işlevselliği ön plana çıkarken, hedonik motivasyonun ikincil bir faktör olarak geri planda kalması da bulgularla örtüşmektedir.

Modelin açıklama gücü de dikkat çekicidir. UTAUT-2 modeli, fen bilgisi öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetindeki varyansın %54’ünü açıklamaktadır ($R^2=0,54$). Bu oran, teknoloji kabulü literatüründe oldukça güçlü bir değer olarak kabul edilmekte ve modelin geçerliliğini desteklemektedir. Ayrıca, bulgular UTAUT-2’nin teknoloji kabulü davranışlarını öngörmede farklı

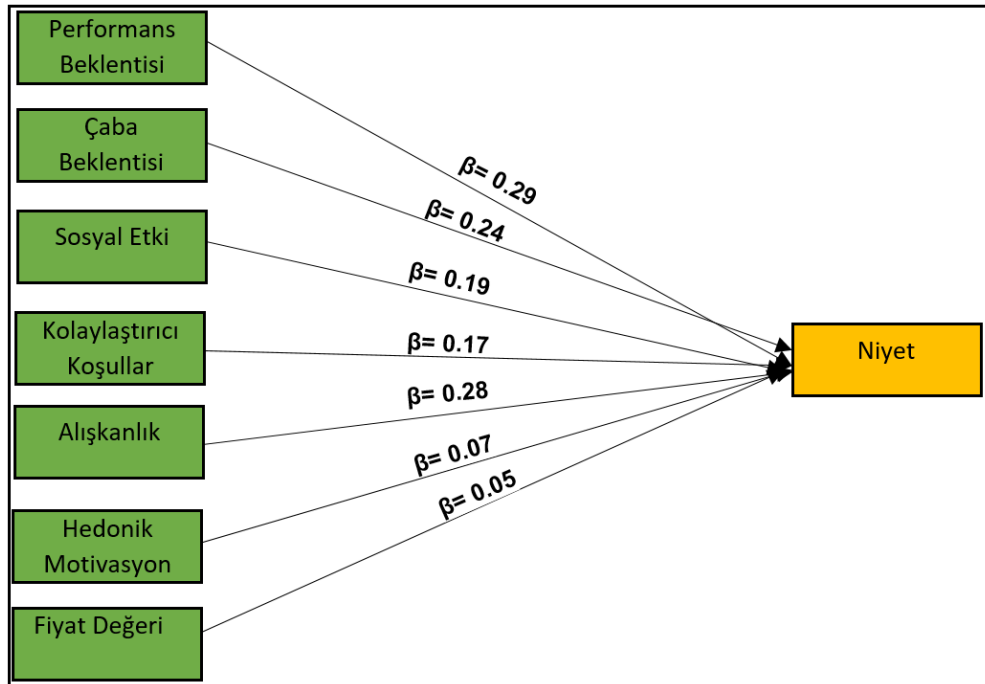
bağlamlarda da başarılı bir şekilde uygulanabileceğine ilişkin önceki araştırmalarla tutarlılık göstermektedir.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde en güçlü belirleyiciler performans beklentisi ve alışkanlık iken, sosyal etki ve kolaylaştırıcı koşulların da anlamlı katkılar sunduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, öğretmen eğitimi programlarında sanal gerçeklik teknolojilerinin yalnızca pedagojik faydalarının değil, aynı zamanda öğretmen adaylarının düzenli kullanım pratikleri kazanabilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulmasının da kritik önemde olduğunu ortaya koymaktadır.

Fen bilgisi öğretmen adayları için UTAUT-2 modeline göre yol katsayıları ve “kullanma niyeti” üzerindeki etkiler Şekil 2’de sunulmuştur.

Şekil 2

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler



Fen bilimleri öğretmenleri örnekleminde elde edilen bulgular, performans beklentisi ($\beta=0,31$, $p < 0,01$), çaba beklentisi ($\beta=0,22$, $p < 0,01$), sosyal etki ($\beta=0,18$, $p < 0,05$), kolaylaştırıcı koşullar ($\beta=0,15$, $p < 0,05$) ve alışkanlık ($\beta=0,26$, $p < 0,01$) değişkenlerinin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde anlamlı ve pozitif etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, öğretmenlerin yeni bir teknolojiyi benimseme sürecinde hem bireysel hem de çevresel faktörlerin etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle performans beklentisinin en yüksek katsayıya

sahip olması, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisine ilişkin algılarının temel olarak pedagojik fayda ve öğretim etkinliğine katkı boyutunda şekillendiğini göstermektedir. Yani teknolojiye yönelik niyetin, eğlenceden veya maliyetten çok, sınıf içi uygulamalarda sağlayacağı işlevsel faydaya bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Çaba beklentisi ve kolaylaştırıcı koşulların da anlamlı bulunması, öğretmenlerin bu teknolojiyi kullanmaya yönelik niyetlerinin yalnızca fayda algısından değil, aynı zamanda kullanım kolaylığı ve gerekli teknik altyapının sağlanmasıyla da yakından ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Özellikle mesleki deneyime sahip öğretmenler için teknolojinin erişilebilirliği, pratik kullanımı ve okul yönetiminden sağlanacak destek, kullanım niyetini güçlendiren kritik değişkenler olarak ortaya çıkmaktadır. Sosyal etkinin anlamlı olması ise meslektaşların, idarecilerin veya mesleki çevrenin teknolojiye yaklaşımının öğretmenlerin niyetlerinde belirleyici bir unsur olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda öğretmenler, teknoloji kabulünde bireysel kararlarının yanında sosyal çevrelerinden gelen teşvik ve beklentilere de duyarlıdır.

Alışkanlık değişkeninin de sanal gerçeklik kullanım niyetini güçlü bir biçimde yordaması dikkat çekicidir. Bu bulgu, öğretmenlerin önceki teknoloji kullanım pratiklerinin (akıllı tahta, simülasyon, EBA, dijital laboratuvar vb.) sanal gerçeklik teknolojisine yönelik tutumlarını pekiştirdiğini göstermektedir. Yani öğretmenler geçmişte edindikleri teknoloji deneyimlerini gelecekteki yeniliklere aktarmakta ve bu deneyim alışkanlığa dönüştüğünde yeni teknolojilerin kabulü kolaylaşmaktadır.

Buna karşın hedonik motivasyon ($\beta=0,09$, $p > 0,05$) ve fiyat değeri ($\beta=0,04$, $p > 0,05$) değişkenlerinin anlamlı olmaması önemli bir bulgudur. Bu durum, öğretmenlerin teknolojiyi eğlence ya da maliyet unsurları açısından değil, daha çok mesleki fayda ve pedagojik yarar açısından değerlendirdiğini düşündürmektedir. Ayrıca öğretmenlerin bireysel satın alma yerine genellikle kurumların sağladığı teknolojilerle çalışıyor olmaları, fiyat değeri unsurunun önemsizleşmesine yol açabilir. Hedonik motivasyonun da düşük etkisi, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini keyif verici bir yenilikten ziyade pedagojik bir araç olarak konumlandıklarını göstermektedir.

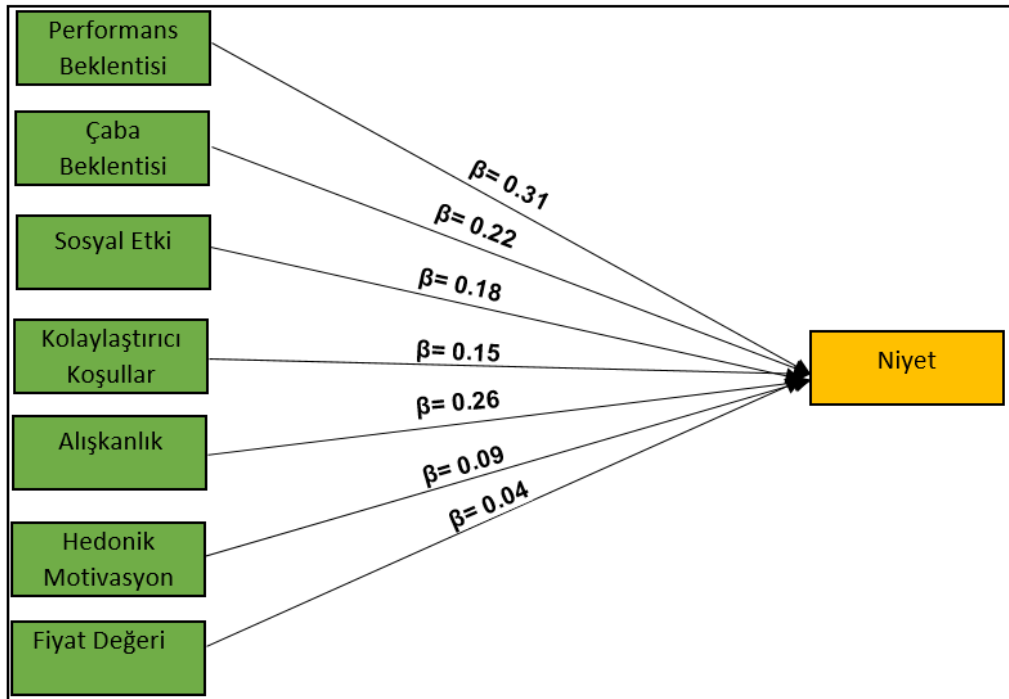
Modelin açıklama gücü %51 ($R^2=0,51$) olarak hesaplanmıştır. Bu oran, öğretmen adaylarına kıyasla (%54) biraz daha düşük olmakla birlikte, teknoloji kabulü araştırmalarında oldukça güçlü bir değer olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerde açıklama gücünün biraz daha düşük çıkması, mesleki deneyim ve pedagojik

alışkanlıkların teknolojiye yönelik niyet üzerinde daha karmaşık bir etkileşim oluşturabileceğini düşündürmektedir. Özellikle uzun yıllardır görev yapan öğretmenlerde mevcut öğretim pratiklerinin kökleşmiş olması, yeni teknolojilerin kabulünü görece sınırlayabilir. Fen bilimleri öğretmenleri için UTAUT-2 modeline göre yol katsayıları ve “kullanma niyeti” üzerindeki etkiler Şekil 3’te yer almaktadır.

Sonuç olarak, fen bilimleri öğretmenleri grubunda UTAUT-2 modelinin bulguları, öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetlerinin büyük ölçüde performans beklentisi, kullanım kolaylığı, sosyal çevre, teknik destek ve alışkanlık gibi faktörler tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, öğretmenler için sanal gerçeklik teknolojilerinin benimsenmesinde eğitsel faydayı vurgulayan, teknik destek sağlayan ve mesleki topluluklarda olumlu normlar oluşturan politikaların kritik önemde olduğunu göstermektedir.

Şekil 3

Fen Bilimleri Öğretmenleri için UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler



Her iki araştırma grubuna ait bu modelin yol katsayılarına ve açıklama gücüne ilişkin istatistiksel özet Tablo 9’da birlikte sunulmuştur.

Tablo 9*UTAUT-2 Modeline Göre Yol Katsayıları ve Açıklanan Varyans (Kullanım Niyeti)*

Değişken	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları (β , p)	Fen Bilimleri Öğretmenleri (β , p)
Performans Beklentisi	0,29** ($< 0,01$)	0,31** ($< 0,01$)
Çaba Beklentisi	0,24** ($< 0,01$)	0,22** ($< 0,01$)
Sosyal Etki	0,19* ($< 0,05$)	0,18* ($< 0,05$)
Kolaylaştırıcı Koşullar	0,17* ($< 0,05$)	0,15* ($< 0,05$)
Alışkanlık	0,28** ($< 0,01$)	0,26** ($< 0,01$)
Hedonik Motivasyon	0,07 ($> 0,05$)	0,09 ($> 0,05$)
Fiyat Değeri	0,05 ($> 0,05$)	0,04 ($> 0,05$)
Açıklanan Varyans (R^2)	0,54	0,51

β : Standartlaştırılmış yol katsayısı * $p < 0,05$ için, $p < 0,01$ için ** olarak gösterilmiştir. Modelde yalnızca anlamlı bulunan yol katsayılarına ($p < 0,05$) vurgu yapılmıştır.

4.2.2. Yol Analizi ve Hipotez Testleri: GETAMEL modeli

Fen bilgisi öğretmen adayları örnekleminde GETAMEL modeli kapsamında yapılan yol analizi bulguları, modelde öngörülen ilişkilerin büyük ölçüde doğrulandığını göstermektedir. Özellikle öznel normun hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,22$, $p < 0,01$) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,19$, $p < 0,01$) üzerinde anlamlı etkisinin bulunması, öğretmen adaylarının sosyal çevrelerinden ve mesleki topluluklarından gelen beklenti ve yönlendirmelerin teknolojiye yönelik algılarını biçimlendirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının teknoloji kabul süreçlerinde yalnızca bireysel faktörlerin değil, aynı zamanda sosyal bağlamın da güçlü bir belirleyici olduğunu göstermektedir.

Deneyim değişkeninin algılanan kullanışlılık ($\beta=0,18$, $p < 0,01$) ve kullanım kolaylığı ($\beta=0,15$, $p < 0,05$) üzerinde pozitif etkisi, öğretmen adaylarının geçmişteki teknoloji kullanım pratiklerinin yeni teknolojilerin benimsenmesinde kritik rol oynadığını düşündürmektedir. Bu sonuç, teknolojiye aşinalık ve öğrenme sürecinde teknolojiyle karşılaşma sıklığının, sanal gerçeklik gibi yenilikçi araçların daha işlevsel ve erişilebilir olarak algılanmasını sağladığını göstermektedir.

Hoşnutluğun güçlü etkisi (kullanışlılık $\beta=0,27$; kolaylık $\beta=0,23$, her ikisi de $p < 0,01$) öğretmen adaylarının duygusal tepkilerinin de teknoloji kabulünde önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Yani sanal gerçeklik kullanımında yaşanan keyif ve memnuniyet, hem fayda algısını hem de kullanım kolaylığı algısını pekiştirmektedir.

Buna karşılık, endişe değişkeninin olumsuz etkisi (kullanışlık $\beta=-0,14$; kolaylık $\beta=-0,13$) öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik kaygı ve güvensizlik hislerinin, kullanım niyetini dolaylı olarak zayıflattığını göstermektedir. Bu bulgu, teknoloji entegrasyonunda kaygıyı azaltıcı destekleyici stratejilerin (ör. hizmet içi eğitim, rehberlik, güvenli kullanım ortamı) önemine işaret etmektedir.

Öz-yeterliğin hem kullanışlık ($\beta=0,25$, $p < 0,01$) hem de kullanım kolaylığı ($\beta=0,21$, $p < 0,01$) üzerinde güçlü etkisi, öğretmen adaylarının kendi teknolojik yeterlik algılarının sanal gerçeklik kabulünde belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu durum, adayların teknolojiye yönelik özgüven kazanmalarının, onların pedagojik fayda algılarını da artırdığını ortaya koymaktadır. Özellikle öğretmen eğitimi programlarında öz-yeterliği geliştirmeye dönük uygulamaların teknoloji kabulünü güçlendireceği anlaşılmaktadır.

Algılanan kullanım kolaylığının hem algılanan kullanışlık ($\beta=0,28$, $p < 0,01$) hem de tutum ($\beta=0,24$, $p < 0,01$) üzerindeki pozitif etkisi, öğretmen adaylarının teknolojiyi pratik, öğrenmesi kolay ve erişilebilir bulduklarında hem fayda algılarının hem de genel tutumlarının olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir. Bu bulgu, klasik teknoloji kabul modelleriyle de uyumludur (Davis, 1989).

Algılanan kullanışlığın hem tutum ($\beta=0,26$, $p < 0,01$) hem de niyet ($\beta=0,32$, $p < 0,01$) üzerinde güçlü etkisi, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik olumlu niyet geliştirmesinde pedagojik fayda algısının temel belirleyici olduğunu göstermektedir. Yani teknoloji kabulünde fayda algısı, eğlenceden veya dışsal ödüllerden daha kritik bir rol üstlenmektedir. Tutumun da niyet üzerindeki anlamlı katkısı ($\beta=0,29$, $p < 0,01$), öğretmen adaylarının genel değerlendirmelerinin kullanım niyetine doğrudan yansıdığını göstermektedir.

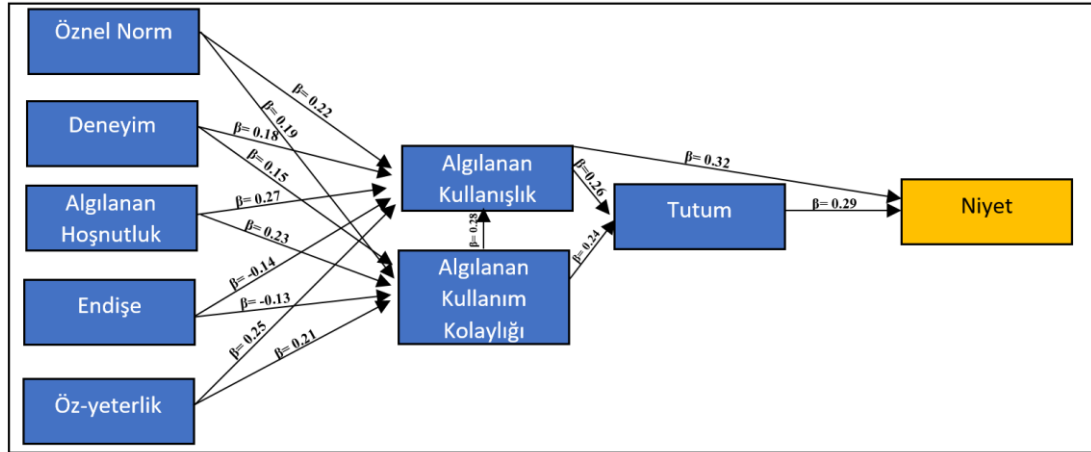
Modelin açıklama gücü %43 ($R^2=0,43$) olup, öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyetinde yaklaşık yarıya yakın varyansın GETAMEL modeli tarafından açıklandığını göstermektedir. Bu oran, teknoloji kabul çalışmalarında orta-yüksek düzeyde güçlü bir açıklama gücüne işaret etmektedir. Bulgular, özellikle öznel norm, deneyim, hoşnutluk, endişe, öz-yeterlik ve tutum değişkenlerinin öğretmen adaylarının sanal gerçeklik kullanım niyetinde kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, GETAMEL modeli öğretmen adaylarının teknoloji kabulünü açıklamada teorik olarak tutarlı ve ampirik olarak güçlü bir çerçeve sunmaktadır. Modelde özellikle sosyal bağlam (öznel norm), duygusal boyutlar (hoşnutluk, endişe)

ve bilişsel inançlar (öz-yeterlik, kullanışlık, kolaylık) bir araya gelerek kullanım niyetini şekillendirmektedir. Bu bulgu, öğretmen adaylarına yönelik teknoloji entegrasyonu politikalarında yalnızca teknik becerilerin değil, aynı zamanda sosyal destek mekanizmalarının ve duygusal faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir. Fen bilgisi öğretmen adayları için GETAMEL modeline göre yol katsayıları Şekil 4’te yer almaktadır.

Şekil 4

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları



Fen bilimleri öğretmenleri grubunda elde edilen yol analizi sonuçları da genel olarak öğretmen adayları örneklemini ile benzer bir desen göstermektedir. Özel normun algılanan kullanışlık ($\beta=0,20$, $p < 0,01$) ve algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,17$, $p < 0,05$) üzerindeki anlamlı etkisi, öğretmenlerin sosyal çevreden gelen yönlendirmelere ve mesleki bağlamda oluşan beklentilere duyarlılık gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, özellikle okul yöneticileri, meslektaşlar ve eğitim politikaları tarafından teşvik edilen uygulamaların, öğretmenlerin sanal gerçeklik gibi yeni teknolojilere yönelik algılarını güçlendirebileceğini göstermektedir.

Deneyimin algılanan kullanışlık ($\beta=0,17$, $p < 0,05$) ve kullanım kolaylığı ($\beta=0,14$, $p < 0,05$) üzerindeki pozitif katkısı, öğretmenlerin geçmiş teknoloji deneyimlerinin yeni teknolojilerin benimsenmesini kolaylaştırdığını göstermektedir. Burada özellikle mesleki kıdem ile birlikte gelişen teknolojik aşinalığın, sanal gerçekliğin pedagojik işlevselliğini daha görünür kıldığı söylenebilir. Bu durum, hizmet içi eğitimlerin ve uygulamalı deneyimlerin, öğretmenlerde teknoloji kabulünü artırıcı önemli faktörler olduğunu göstermektedir.

Algılanan hoşnutluğun algılanan kullanışlılık ($\beta=0,25$, $p < 0,01$) ve kullanım kolaylığı ($\beta=0,21$, $p < 0,01$) üzerindeki güçlü etkisi, öğretmenlerin teknolojiyi yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda motive edici ve keyifli bulduklarında kabul süreçlerinin daha güçlü ilerlediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik duygusal tepkilerinin pedagojik kabullenmede kritik rol oynadığını vurgulamaktadır.

Endişenin olumsuz etkisi (kullanışlılık $\beta=-0,11$; kolaylık $\beta=-0,12$) öğretmenlerin sanal gerçeklik teknolojisine yönelik kaygılarının –örneğin sınıf içi kontrolü kaybetme, teknik sorunlarla karşılaşma veya pedagojik faydayı tam görememe gibi endişelerin– kullanım niyetini dolaylı olarak zayıflattığını göstermektedir. Bu bulgu, öğretmenlere sağlanacak teknik destek ve güvenli kullanım rehberliğinin, teknoloji kabulünü artırmada kritik bir rol üstleneceğini göstermektedir.

Öz-yeterliğin hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,21$, $p < 0,01$) hem de kullanım kolaylığı ($\beta=0,20$, $p < 0,01$) üzerindeki güçlü etkisi, öğretmenlerin teknolojiye yönelik özgüvenlerinin sanal gerçeklik kabulünde belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, öğretmenlerin kendi teknolojik yetkinliklerini geliştirecek mesleki gelişim faaliyetlerinin kabul sürecini doğrudan destekleyeceğini göstermektedir.

Algılanan kullanım kolaylığının hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,27$, $p < 0,01$) hem de tutum ($\beta=0,22$, $p < 0,01$) üzerinde anlamlı katkısı, öğretmenlerin pratik ve erişilebilir buldukları teknolojilere daha olumlu yaklaşma eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, öğretmenlerin sınıf ortamında zaman ve emek açısından verimli çözümleri tercih ettiklerini göstermekte ve teknoloji entegrasyonunda “kullanım kolaylığı” boyutunun önemini teyit etmektedir.

Algılanan kullanışlılığın hem tutum ($\beta=0,28$, $p < 0,01$) hem de kullanım niyeti ($\beta=0,29$, $p < 0,01$) üzerindeki güçlü belirleyici etkisi, öğretmenlerin teknolojiye yönelik niyetlerini şekillendiren en kritik unsurun pedagojik fayda algısı olduğunu göstermektedir. Yani öğretmenler, sanal gerçeklik teknolojisinin öğretim süreçlerini anlamlı şekilde iyileştireceğine inandıklarında bu teknolojiyi benimsemeye daha yüksek düzeyde eğilim göstermektedirler.

Son olarak, tutumun niyet üzerindeki pozitif katkısı ($\beta=0,27$, $p < 0,01$), öğretmenlerin teknolojiye yönelik genel değerlendirmelerinin ve duygusal yaklaşımlarının, doğrudan kullanım niyetine yansıdığını ortaya koymaktadır. Bu

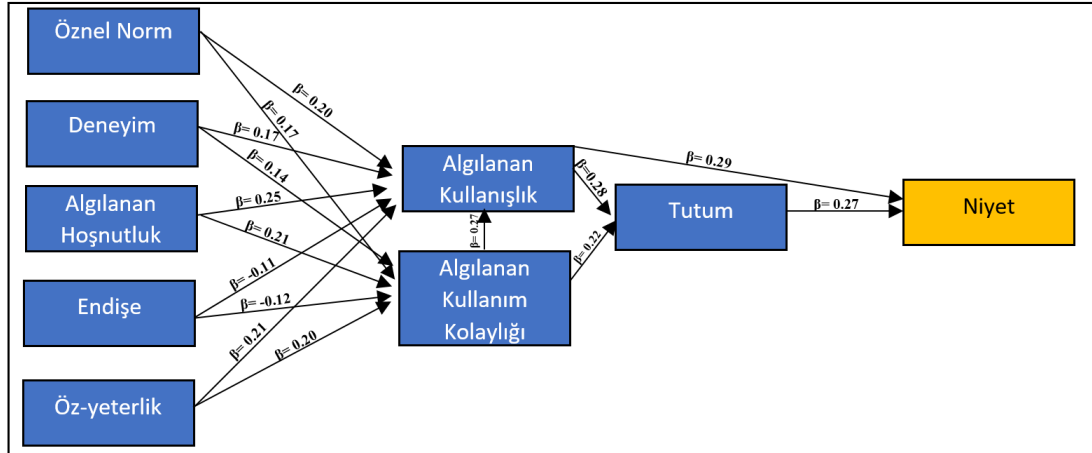
sonuç, öğretmenlerin yeni teknolojilere dair olumlu algı geliştirmelerinin, pedagojik uygulamaları benimsemeleri için kritik önemde olduğunu göstermektedir.

Modelin açıklama gücü, fen bilimleri öğretmenlerinde kullanım niyetinin %40'ını GETAMEL çerçevesinde açıklamaktadır ($R^2=0,40$). Bu oran öğretmen adaylarına göre nispeten daha düşük olmakla birlikte, yine de orta düzeyde güçlü bir açıklama gücü sunmaktadır. Bulgular, öğretmen grubunda da öznel norm, deneyim, hoşnutluk, endişe, öz-yeterlik, kullanım kolaylığı, kullanışlık ve tutum değişkenlerinin teknoloji kabulünde merkezi rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, fen bilimleri öğretmenleri örnekleminde GETAMEL modelinin sunduğu sonuçlar, öğretmen adaylarıyla benzerlikler taşısa da, özellikle mesleki bağlam, sınıf içi uygulama kaygıları ve deneyimsel farklılıklar açısından anlamlı ipuçları barındırmaktadır. Bu durum, öğretmenlere yönelik teknoloji entegrasyonu çalışmalarında bireysel ve pedagojik değişkenlerin yanında mesleki bağlama özgü sosyal ve duygusal faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Fen bilgisi öğretmenleri için GETAMEL modeline göre yol katsayıları Şekil 5'te yer almaktadır.

Şekil 5

Fen Bilgisi Öğretmenleri için GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları



Bu bulgular ışığında, modeldeki ana değişkenlerin fen bilimleri öğretmenlerinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerindeki toplam varyansın %40'ını açıkladığı ($R^2=0,40$) görülmüştür. Bu oran, modelin öğretmen grubunda orta düzeyde güçlü bir açıklama gücüne sahip olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitim ortamlarında benimsenmesinde yalnızca bireysel faktörlerin değil, aynı zamanda sosyal bağlamın da belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Öznel normun, yani meslektaşlar, yöneticiler ve eğitim politikaları gibi dışsal faktörlerden kaynaklanan beklentilerin, öğretmenlerin teknolojiye ilişkin fayda ve kolaylık algılarını güçlendirmesi dikkat çekicidir. Bu durum, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik kararlarında bireysel değerlendirmeler kadar sosyal çevreden gelen yönlendirmelerin de etkili olduğunu göstermektedir.

Deneyim ve hoşnutluğun güçlü etkileri, öğretmenlerin geçmişte teknolojiyle yaşadıkları olumlu deneyimlerin ve bu süreçten aldıkları tatminin, sanal gerçekliği sınıf ortamında daha faydalı ve erişilebilir görmelerini sağladığını ortaya koymaktadır. Bu, özellikle öğretmenlere sağlanacak uygulamalı eğitimlerin ve pilot uygulamaların teknoloji benimseme sürecinde kritik rol oynayabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, endişe değişkeninin olumsuz etkileri, öğretmenlerin teknolojiye yönelik kaygılarının —örneğin sınıf kontrolünü kaybetme, teknik sorunlarla karşılaşma ya da öğrencilerin dikkati dağılma ihtimali— sanal gerçekliğin benimsenmesini engelleyebileceğini göstermektedir. Bu durum, teknoloji entegrasyonunda yalnızca donanım ve yazılım desteğinin değil, aynı zamanda öğretmenlerin güvenlik ve kontrol algılarının da önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Öz-yeterliğin güçlü etkisi, öğretmenlerin kendi teknoloji kullanım becerilerine duydukları güvenin, sanal gerçekliğin kabul sürecinde kritik bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, öğretmenlerin dijital pedagojik yetkinliklerinin geliştirilmesi, teknoloji entegrasyonunu hızlandırabilecek önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Algılanan kullanım kolaylığının hem fayda hem de tutum üzerindeki etkisi, öğretmenlerin pratik ve erişilebilir buldukları teknolojilere daha olumlu yaklaşma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Algılanan faydanın tutum ve kullanım niyeti üzerindeki belirleyiciliği ise, öğretmenlerin bir teknolojiyi benimsemelerinde en kritik unsurun onun pedagojik işlevselliğine olan inanç olduğunu vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, fen bilimleri öğretmenleri örnekleminde elde edilen bulgular, sanal gerçeklik teknolojisinin sınıflarda etkin kullanımının hem psikolojik faktörlere (öz-yeterlik, kaygı, hoşnutluk) hem de sosyal faktörlere (öznel norm, mesleki çevre) bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitimde teknoloji entegrasyonu stratejilerinin bu nedenle yalnızca teknik altyapıya değil, öğretmenlerin motivasyonlarına,

deneyimlerine ve algılarına da odaklanması gerekmektedir. Özellikle öğretmenlerin desteklenmesi, olumlu deneyimlerle buluşturulması ve sosyal çevre tarafından teşvik edilmesi, sanal gerçekliğin benimsenmesini kolaylaştıracak temel unsurlar arasında görülmektedir.

Tablo 10

GETAMEL Modeline Göre Yol Katsayıları ve Açıklanan Varyans

Değişken/Yol	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları (β , p)	Fen Bilimleri Öğretmenleri (β , p)
Öznel norm $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	0,22** ($< 0,01$)	0,20** ($< 0,01$)
Öznel norm $\rightarrow$ Algılanan kullanım kolaylığı	0,19** ($< 0,01$)	0,17* ($< 0,05$)
Deneyim $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	0,18** ($< 0,01$)	0,17* ($< 0,05$)
Deneyim $\rightarrow$ Algılanan kullanım kolaylığı	0,15* ($< 0,05$)	0,14* ($< 0,05$)
Algılanan hoşnutluk $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	0,27** ($< 0,01$)	0,25** ($< 0,01$)
Algılanan hoşnutluk $\rightarrow$ Algılanan kullanım kolaylığı	0,23** ($< 0,01$)	0,21** ($< 0,01$)
Endişe $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	-0,14** ($< 0,01$)	-0,11* ($< 0,05$)
Endişe $\rightarrow$ Algılanan kullanım kolaylığı	-0,13* ($< 0,05$)	-0,12* ($< 0,05$)
Öz-yeterlik $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	0,25** ($< 0,01$)	0,21** ($< 0,01$)
Öz-yeterlik $\rightarrow$ Algılanan kullanım kolaylığı	0,21** ($< 0,01$)	0,20** ($< 0,01$)
Algılanan kullanım kolaylığı $\rightarrow$ Algılanan kullanışlılık	0,28** ($< 0,01$)	0,27** ($< 0,01$)
Algılanan kullanım kolaylığı $\rightarrow$ Tutum	0,24** ($< 0,01$)	0,22** ($< 0,01$)
Algılanan kullanışlılık $\rightarrow$ Tutum	0,26** ($< 0,01$)	0,28** ($< 0,01$)
Algılanan kullanışlılık $\rightarrow$ Niyet	0,32** ($< 0,01$)	0,29** ($< 0,01$)
Tutum $\rightarrow$ Niyet	0,29** ($< 0,01$)	0,27** ($< 0,01$)
Açıklanan Varyans (R^2)	0,43	0,40

β : Standartlaştırılmış yol katsayısı. * $p < 0,05$ için anlamlı, ** $p < 0,01$ için yüksek derecede anlamlı yol katsayısı.

4.2.3. Bütünleşik modelde yol analizi ve hipotez testleri: fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenleri bulguları

4.2.3.1. Fen bilgisi öğretmen adayları için analiz bulguları

Bütünleşik modele göre yapılan yol analizi sonucunda, fen bilgisi öğretmen adayları için hipotezlerin çoğu desteklenmiştir. Öznel normun hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,19$, $p < 0,01$, H1) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,18$, $p < 0,01$, H2) üzerindeki pozitif ve anlamlı etkileri, sosyal çevrenin öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik algılarında belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının sadece bireysel fayda değerlendirmesiyle değil, aynı zamanda akranlarının, öğretim elemanlarının ve çevresel beklentilerin etkisiyle sanal gerçeklik teknolojisine daha olumlu yaklaştıklarını ortaya koymaktadır.

Deneyim değişkeni de hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,15$, $p < 0,05$, H3) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,22$, $p < 0,01$, H4) üzerinde anlamlı ve pozitif etkiye sahiptir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının daha önceki teknolojik deneyimlerinin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecinde kritik rol oynadığını, uygulamalı derslerin ve simülasyon deneyimlerinin önemini vurgulamaktadır.

Algılanan hoşnutluğun hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,20$, $p < 0,01$, H5) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,24$, $p < 0,01$, H6) üzerinde anlamlı etkileri, öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanmaktan aldıkları keyif ve tatmin duygusunun benimsenme sürecini güçlendirdiğini göstermektedir. Bu sonuç, kullanıcı deneyimi ve motivasyonun teknoloji kabulünde göz ardı edilemeyeceğini ortaya koymaktadır.

Endişe değişkeninin hem algılanan kullanışlılık ($\beta=-0,14$, $p < 0,05$, H7) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=-0,13$, $p < 0,05$, H8) üzerindeki negatif ve anlamlı etkileri, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik kaygılarının benimsenme sürecinde önemli bir engel oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmen yetiştirme programlarında kaygıyı azaltacak destekleyici öğrenme ortamlarının önemini vurgulamaktadır.

Öz-yeterliğin hem algılanan kullanışlılık ($\beta=0,18$, $p < 0,01$, H9) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,23$, $p < 0,01$, H10) üzerindeki pozitif ve anlamlı etkileri, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik güven duygusunun benimsenme sürecinde kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, dijital pedagojik yeterliklerin geliştirilmesinin sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesine doğrudan katkı sağlayacağını göstermektedir.

Algılanan kullanım kolaylığının algılanan kullanışlılık ($\beta=0,27$, $p < 0,01$, H11) ve tutum ($\beta=0,25$, $p < 0,01$, H12) üzerindeki etkilerinin anlamlı ve pozitif olması, teknoloji kabul literatürü ile de uyumludur. Öğretmen adaylarının teknolojiyi kolay algıladıklarında onu faydalı görme ve olumlu tutum geliştirme eğiliminde oldukları anlaşılmaktadır.

Algılanan kullanışlılığın tutum ($\beta=0,21$, $p < 0,01$, H13) ve kullanım niyeti ($\beta=0,17$, $p < 0,01$, H14) üzerindeki anlamlı pozitif etkileri, adayların teknolojiyi faydalı bulduklarında hem olumlu tutum geliştirdiklerini hem de kullanım niyetlerinin arttığını göstermektedir. Tutumun kullanım niyeti üzerindeki güçlü etkisi ($\beta=0,30$, $p < 0,01$, H15) de bu süreci pekiştirmektedir.

Buna ek olarak, fiyat değerinin ($\beta=0,16$, $p < 0,05$, H16), kolaylaştırıcı koşulların ($\beta=0,14$, $p < 0,05$, H17) ve alışkanlığın ($\beta=0,18$, $p < 0,01$, H18) kullanım niyeti üzerinde anlamlı pozitif etkileri, öğretmen adaylarının yalnızca pedagojik faydayı değil, aynı zamanda ekonomik erişilebilirliği, teknik destek olanaklarını ve kullanım alışkanlıklarını da dikkate aldıklarını göstermektedir.

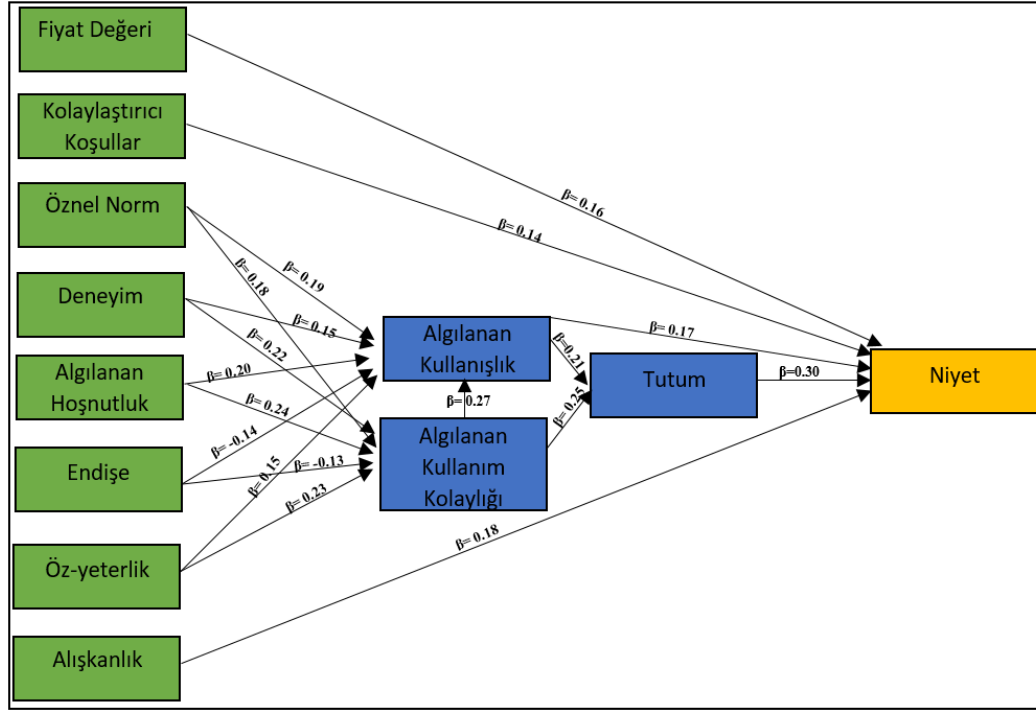
Modelin açıklama gücünün yüksek olması ($R^2=0,70$), sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenme niyetinin %70'inin açıklanabildiğini ortaya koymaktadır. Bu oran, bütünleşik modelin öğretmen adaylarının teknoloji kabul süreçlerini oldukça güçlü biçimde yansıttığını göstermektedir.

Sonuç olarak, bulgular fen bilgisi öğretmen adaylarının sanal gerçeklik gibi yenilikçi eğitim teknolojilerini benimseme sürecinde çok boyutlu psikososyal dinamiklerin (özel norm, deneyim, hoşnutluk, endişe, öz-yeterlik) yanı sıra yapısal ve ekonomik koşulların da (fiyat değeri, kolaylaştırıcı koşullar, alışkanlık) etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle öğretmen eğitimi programlarının, teknoloji entegrasyonunu yalnızca teknik bilgi öğretimiyle sınırlamaması; psikolojik, sosyal ve kurumsal boyutları da içerecek şekilde bütüncül bir yaklaşım benimsemesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Fen bilgisi öğretmen adayları için bütünleşik modelin yol katsayıları ve “kullanma niyeti” üzerindeki etkiler Şekil 6’da yer almaktadır.

Şekil 6

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için Bütünleşik Modelin Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler



4.2.3.2. Fen bilgisi öğretmenleri için analiz bulguları

Fen bilimleri öğretmenleri grubunda yapılan yol analizi sonuçları, modelde öngörülen hipotezlerin büyük çoğunluğunu desteklemiştir. Öznel normun hem algılanan kullanışlık ($\beta=0,17$, $p < 0,01$, H1) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,16$, $p < 0,01$, H2) üzerinde pozitif ve anlamlı etkiler göstermesi, öğretmenlerin sosyal çevrelerinden, mesleki beklentilerden ve akranlarından gelen yönlendirmelerin teknolojiye dair algılarını doğrudan şekillendirdiğini göstermektedir. Bu durum, özellikle mesleki topluluklarda ve okullardaki iş birliği kültüründe sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojilerin benimsenmesinin sosyal bir öğrenme süreci olduğunu ortaya koymaktadır.

Deneyim değişkeninin hem algılanan kullanışlık ($\beta=0,13$, $p < 0,05$, H3) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,21$, $p < 0,01$, H4) üzerindeki anlamlı etkileri, öğretmenlerin önceki teknolojik deneyimlerinin, yeni araçlara dair bilişsel hazırbulunuşluklarını artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, öğretmenlerin teknolojiyle sık karşılaşmalarının ve uygulama fırsatlarının, yenilikçi araçları daha işlevsel ve erişilebilir görmelerini kolaylaştırdığını vurgulamaktadır.

Algılanan hoşnutluğun hem algılanan kullanışlık ($\beta=0,19$, $p < 0,01$, H5) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,22$, $p < 0,01$, H6) üzerinde güçlü pozitif etkiler göstermesi, öğretmenlerin teknoloji kullanımında yaşadıkları keyif ve tatminin, pedagojik benimsemeyi teşvik eden kritik bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, motivasyonel faktörlerin ve öğretmenlerin öğrenme süreçlerinde edindikleri olumlu deneyimlerin teknoloji kabulünde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Buna karşılık, endişe değişkeninin hem algılanan kullanışlık ($\beta=-0,12$, $p < 0,05$, H7) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=-0,11$, $p < 0,05$, H8) üzerinde negatif etkiler göstermesi, teknolojiye yönelik kaygının öğretmenler arasında önemli bir engel olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmenlerin hata yapma, sınıf kontrolünü kaybetme ya da teknolojik aksaklıklarla karşılaşma kaygıları, onların teknolojiyi faydalı ve kolay görmelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, öğretmenlere yönelik destekleyici eğitimler ve güvenli deneme ortamlarının sağlanması, bu kaygıların azaltılması açısından önem arz etmektedir.

Öz-yeterliğin hem algılanan kullanışlık ($\beta=0,15$, $p < 0,01$, H9) hem de algılanan kullanım kolaylığı ($\beta=0,21$, $p < 0,01$, H10) üzerindeki pozitif etkileri, öğretmenlerin kendi yeterliliklerine dair algılarının teknoloji entegrasyonunda kritik bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Öğretmenler kendilerini sanal gerçeklik teknolojisini etkili biçimde kullanabileceklerine inandıklarında, bu teknolojiye yönelik hem fayda algıları hem de kullanım kolaylığına dair değerlendirmeleri artmaktadır.

Algılanan kullanım kolaylığının algılanan kullanışlık ($\beta=0,24$, $p < 0,01$, H11) ve tutum ($\beta=0,20$, $p < 0,01$, H12) üzerindeki pozitif etkileri, teknoloji kabul literatüründeki temel kabullerle uyumludur. Bu sonuç, öğretmenlerin kolay kullanabileceklerine inandıkları teknolojileri daha faydalı gördüklerini ve olumlu tutum geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, algılanan kullanışlığın tutum üzerindeki pozitif etkisi ($\beta=0,19$, $p < 0,01$, H13), fayda algısının öğretmenlerin teknolojiye yönelik genel yaklaşımını güçlendirdiğini göstermektedir.

Kullanım niyetine doğrudan etki eden değişkenler arasında, algılanan kullanışlığın ($\beta=0,18$, $p < 0,01$, H14) ve tutumun ($\beta=0,28$, $p < 0,01$, H15) güçlü pozitif etkileri göze çarpmaktadır. Bu bulgu, öğretmenlerin teknolojiye yönelik olumlu tutum geliştirdiklerinde, onu öğretim süreçlerine entegre etme niyetlerinin de yükseldiğini göstermektedir. Ayrıca, fiyat değerinin ($\beta=0,14$, $p < 0,05$, H16), kolaylaştırıcı koşulların ($\beta=0,15$, $p < 0,05$, H17) ve alışkanlığın ($\beta=0,16$, $p < 0,01$, H18) sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde anlamlı pozitif etkileri, benimseme

sürecinde pratik ve yapısal faktörlerin de ihmal edilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, erişilebilir maliyetler, yeterli altyapı ve destek, ayrıca düzenli kullanım pratikleri öğretmenlerin teknolojiyi benimsemesini kolaylaştırmaktadır.

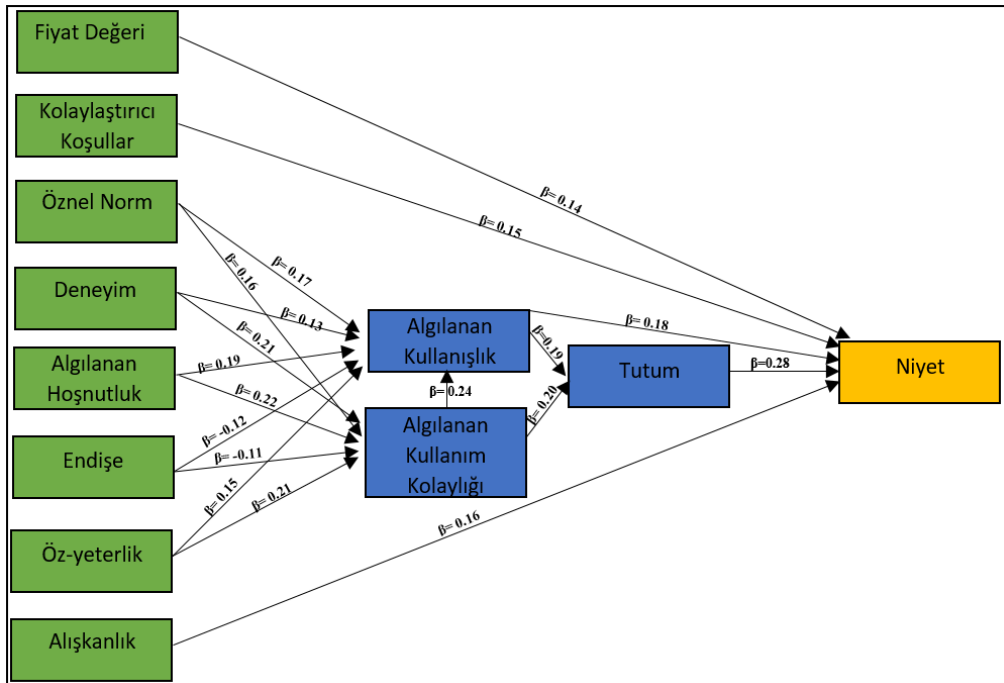
Modelin açıklama gücü yüksek olup, fen bilimleri öğretmenlerinde kullanım niyetinin %68'ini açıkladığı ($R^2=0,68$) görülmektedir. Bu oran, bütünlük modelin öğretmenlerin teknoloji kabul süreçlerini anlamada güçlü bir çerçeve sunduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bulgular fen bilimleri öğretmenlerinin sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecinde sosyal (özel norm, kolaylaştırıcı koşullar), bireysel (öz-yeterlik, hoşnutluk, endişe) ve yapısal (fiyat değeri, alışkanlık) faktörlerin karşılıklı etkileşim içinde rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu da teknoloji entegrasyonu stratejilerinin yalnızca bireysel motivasyonları değil, aynı zamanda ekonomik, kurumsal ve sosyal destek mekanizmalarını da içermesi gerektiğine işaret etmektedir.

Fen bilgisi öğretmenleri için bütünlük modelin yol katsayıları ve “kullanma niyeti” üzerindeki etkiler Şekil 7’de ve her iki araştırma grubuna ilişkin bulguların ayrıntılı gösterimi Tablo 11’de verilmiştir.

Şekil 7

Fen Bilgisi Öğretmenleri için Bütünlük Modelin Yol Katsayıları ve “Kullanma Niyeti” Üzerindeki Etkiler



Tablo 1*Bütünleşik Model Yol Katsayıları ve Hipotezlerin Sonuçları*

Hipotez ve Yol	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları (β , p)	Sonuç	Fen Bilimleri Öğretmenleri (β , p)	Sonuç
H1: Özne Norm $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	0,19**, < 0,01	Kabul	0,17**, < 0,01	Kabul
H2: Özne Norm $\rightarrow$ Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,18**, < 0,01	Kabul	0,16**, < 0,01	Kabul
H3: Deneyim $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	0,15*, < 0,05	Kabul	0,13*, < 0,05	Kabul
H4: Deneyim $\rightarrow$ Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,22**, < 0,01	Kabul	0,21**, < 0,01	Kabul
H5: Algılanan Hoşnutluk $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	0,20**, < 0,01	Kabul	0,19**, < 0,01	Kabul
H6: Algılanan Hoşnutluk $\rightarrow$ Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,24**, < 0,01	Kabul	0,22**, < 0,01	Kabul
H7: Endişe $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	-0,14*, < 0,05	Kabul	-0,12*, < 0,05	Kabul
H8: Endişe $\rightarrow$ Algılanan Kullanım Kolaylığı	-0,13*, < 0,05	Kabul	-0,11*, < 0,05	Kabul
H9: Öz-yeterlik $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	0,18**, < 0,01	Kabul	0,15**, < 0,01	Kabul
H10: Öz-yeterlik $\rightarrow$ Algılanan Kullanım Kolaylığı	0,23**, < 0,01	Kabul	0,21**, < 0,01	Kabul
H11: Algılanan Kullanım Kolaylığı $\rightarrow$ Algılanan Kullanışlık	0,27**, < 0,01	Kabul	0,24**, < 0,01	Kabul
H12: Algılanan Kullanım Kolaylığı $\rightarrow$ Tutum	0,25**, < 0,01	Kabul	0,20**, < 0,01	Kabul
H13: Algılanan Kullanışlık $\rightarrow$ Tutum	0,21**, < 0,01	Kabul	0,19**, < 0,01	Kabul
H14: Algılanan Kullanışlık $\rightarrow$ Niyet	0,17**, < 0,01	Kabul	0,18**, < 0,01	Kabul
H15: Tutum $\rightarrow$ Niyet	0,30**, < 0,01	Kabul	0,28**, < 0,01	Kabul
H16: Fiyat Değeri $\rightarrow$ Niyet	0,16*, < 0,05	Kabul	0,14*, < 0,05	Kabul
H17: Kolaylaştırıcı Koşullar $\rightarrow$ Niyet	0,14*, < 0,05	Kabul	0,15*, < 0,05	Kabul
H18: Alışkanlık $\rightarrow$ Niyet	0,18**, < 0,01	Kabul	0,16**, < 0,01	Kabul
Açıklanan Varyans (R^2)	0,70		0,68	

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$. β : Standartlaştırılmış yol katsayısı.

4.3. Örneklem Türünün (Mesleki Durum) Bütünleşik Modelde Moderatör Etkisi

Bu çalışmada, örneklem türünün (fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenleri) sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenme niyeti üzerindeki ilişkilerde moderatör rolü olup olmadığı çoklu grup YEM ile araştırılmıştır. Analizler, iki grup arasında modelin yapısal yollarındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla ardışık olarak ölçüm ve yapısal eşdeğerlik testlerini içermektedir. Analizler AMOS 24 programında gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak, hem öğretmen adayları hem de öğretmenler için sınırlanmamış (unconstrained) model tahmin edilmiş ve modelin veriyle iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir ($\chi^2=2083,12$; $sd=825$; $p < 0,001$; $\chi^2/sd=2,53$; $RMSEA=0,046$; $CFI=0,93$; $IFI=0,93$; $TLI=0,92$). Buradaki uyum indeksleri, modelin örneklemelerden elde edilen verilerle istatistiksel olarak anlamlı ve güvenilir bir şekilde örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle χ^2/sd değerinin 3'ün altında olması, modelin kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığını; $RMSEA$ değerinin 0,05'e yakın olması modelin iyi bir uyum gösterdiğini; CFI , IFI ve TLI değerlerinin 0,90'ın üzerinde olması ise modelin güçlü doğrulayıcı bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Hu ve Bentler, 1999).

Sonrasında, tam-metrik eşdeğerlik (full-metric invariance) modeli test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar da kabul edilebilir uyum indekslerine işaret etmektedir ($\chi^2=2132,87$; $sd=845$; $p < 0,001$; $\chi^2/sd=2,53$; $RMSEA=0,046$; $CFI=0,92$; $IFI=0,92$; $TLI=0,91$). Bu bulgu, hem öğretmen adaylarının hem de öğretmenlerin ölçek maddelerini benzer şekilde algıladıklarını ve yorumladıklarını, yani iki grupta da ölçüm yapısının aynı psikometrik özellikleri taşıdığını göstermektedir. Sınırlanmamış ve sınırlanmış modeller arasındaki ki-kare farkının anlamlı çıkmaması ($\Delta\chi^2(20)=49,75$; $p > 0,05$) ölçüm eşdeğerliğinin sağlandığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, elde edilen verilerde grup karşılaştırmalarını geçerli kılacak şekilde, aynı yapılar her iki grupta da aynı şekilde ölçülmektedir (Byrne, 2016). Bu durum, daha sonraki yapısal model karşılaştırmalarında elde edilen farklılıkların gerçekten gruplar arası yapısal ilişki farklılıklarından kaynaklandığını ve ölçüm aracının tarafsız olduğunu ortaya koymaktadır.

Ardından, yol katsayılarında grup bazlı farklılıkları belirlemek için yapısal yolların kısıtlandığı (structural path invariance) bir model oluşturulmuş ve bu model ile bir önceki model karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, bazı yollar üzerinde

mesleki durumun (aday-öğretmen) anlamlı moderatör etkisi olduğu belirlenmiştir. Özellikle, algılanan kullanışlılıktan niyete ($\Delta\chi^2 (1)=6,17$; $p < 0,05$), performans beklentisinden niyete ($\Delta\chi^2 (1)=5,86$; $p < 0,05$), alışkanlıktan niyete ($\Delta\chi^2 (1)=4,72$; $p < 0,05$) ve kolaylaştırıcı koşullardan niyete ($\Delta\chi^2 (1)=5,14$; $p < 0,05$) giden yollar gruplar arasında anlamlı farklılık göstermektedir. Bu sonuç, her iki grubun sanal gerçeklik teknolojisini benimseme sürecinde farklı dinamiklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarında benimseme niyeti daha çok performans beklentisi ve algılanan kullanışlılık üzerinden şekillenirken, öğretmenlerde bu niyet daha çok alışkanlıklar ve kurumsal koşullar üzerinden belirlenmektedir. Başka bir deyişle, öğretmen adayları teknolojiyi kişisel fayda ve mesleki gelişim bağlamında değerlendirirken, öğretmenler için mevcut rutinler ve kurumsal destek unsurları daha belirleyici olmaktadır.

Bu bulgular, öğretmen adayları ve öğretmenler arasında sanal gerçeklik teknolojisini benimseme niyetini şekillendiren psikolojik ve davranışsal etkenlerin hem şiddetinin hem de yönünün belirgin biçimde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle öğretmenlerde, alışkanlık (bireyin mevcut rutinleri ve önceki teknoloji kullanım deneyimi) ile kolaylaştırıcı koşulların (kurum tarafından sağlanan teknik destek, altyapı olanakları ve mesleki gelişim fırsatları) benimseme niyeti üzerinde daha güçlü ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, hali hazırda mesleki yaşantının bir parçası olan öğretmenlerin, yeni teknolojik araçları günlük uygulamalarına dahil etme sürecinde alışkanlıklarını ve kurumun sunduğu imkanları ön planda tuttuklarını göstermektedir. Kurum kültürünün ve idari desteğin güçlü olduğu okullarda, öğretmenlerin sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojileri daha kolay benimsedikleri de söylenebilir. Buna karşılık, öğretmen adaylarında ise performans beklentisi (teknolojinin kendilerine sağlayacağı mesleki ve pedagojik fayda beklentisi) ve algılanan kullanışlılık (teknolojinin kullanımının pratik ve etkili olduğuna dair algı) faktörleri, benimseme niyeti üzerinde daha baskın bir rol oynamaktadır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının henüz mesleki rutine sahip olmadıkları için teknolojik yenilikleri daha çok kişisel gelişim, mesleki yetkinlik kazanma ve öğrenme süreçlerini kolaylaştırma motivasyonu ile değerlendirdiklerini göstermektedir. Mesleğe yeni başlayacak öğretmenlerin teknolojiye bakış açılarının, deneyimli öğretmenlere göre daha yenilikçi ve fayda odaklı olduğu söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, mesleki deneyim, iş ortamı, kurum kültürü ve kişisel beklentiler gibi faktörlerin, sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimde benimsenmesinde birbirinden

farklı etki mekanizmalarına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle, teknolojinin sınıf ortamına entegrasyonunda kurumsal destek ve rutinlerin önemi deneyimli öğretmenler için artarken; yenilikçi teknolojilerin sağlayacağı mesleki avantajlar ve pratik kullanım kolaylığı ise aday öğretmenler açısından belirleyici olmaktadır. Bu farklılıklar, teknoloji entegrasyonu ve yaygınlaştırma süreçlerinde tek tip bir yaklaşımın yeterli olmadığını, her iki grubun ihtiyaç ve beklentilerine özel politikalar ve destek mekanizmalarının geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Uygulamada, öğretmen adaylarına yönelik olarak teknoloji kullanımının mesleki gelişime katkısı, yenilikçi uygulamalar ve dijital pedagojik beceriler ön plana çıkarılabilirken, mevcut öğretmenlere ise alışkanlıkları dönüştürecek, iş süreçlerini kolaylaştıracak ve kurumsal altyapıyı güçlendirecek uygulamalar ve hizmet içi eğitim programları sunulmalıdır. Sonuç olarak, hem bireysel (psikolojik, motivasyonel) hem de kurumsal (destek, altyapı, kültür) faktörler, eğitimde sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenme niyeti üzerinde anlamlı ve grup temelli farklılıklar yaratmaktadır. Bu nedenle, eğitim politikalarının ve teknoloji entegrasyonuna yönelik uygulamaların, söz konusu grup farklılıklarını dikkate alacak biçimde esnek ve çok boyutlu olarak planlanması büyük önem taşımaktadır. Analiz sonuçlarının detayları Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 2*Bütünleşik Modelde Çoklu Grup (Öğretmen Adayı ve Öğretmen) Moderatörlük Analizi Sonuçları*

Model	χ^2	sd	χ^2/sd	CFI	IFI	TLI	RMSEA	$\Delta\chi^2$ (sd)	Yorum
Sınırlanmamış (Unconstrained)	2083,12	825	2,53	0,93	0,93	0,92	0,046	-	Model uyumu iyi
Tam-Metrik Eşdeğerlik	2132,87	845	2,53	0,92	0,92	0,91	0,046	49,75 (20)	Ölçüm eşdeğerliği sağlandı ($p > 0,05$)
Yapısal Yollar Sabit (Path Invariance)	2237,13	865	2,59	0,91	0,91	0,90	0,048	104,01 (20)	Bazı yollar anlamlı farklılık gösteriyor
Yol	$\Delta\chi^2$ (1)		p		Moderasyon var mı?				
Performans Beklentisi → Niyet	5,86		<0,05		Evet				
Algılanan Kullanışlılık → Niyet	6,17		<0,05		Evet				
Kolaylaştırıcı Koşullar → Niyet	5,14		<0,05		Evet				
Alışkanlık → Niyet	4,72		<0,05		Evet				
Diğer yollar	<3,00		>0,05		Hayır				

 $\Delta\chi^2$ değerleri yol kısıtlaması yapılarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adayları ve fen bilimleri öğretmenlerinin sanal gerçeklik teknolojisini sürdürülebilir kalkınma öğretiminde kullanma niyetlerini anlamak amacıyla, UTAUT-2 ve GETAMEL modellerini bütünsel bir teorik çerçeve altında test etmiştir. Uygulanan YEM ile, her iki grubun da teknoloji kabulünde etkili olan bireysel ve yapısal faktörlerin çok boyutlu olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bulgular, bütünsel modelin hem öğretmen adaylarında hem de öğretmenlerde “kullanma niyeti” değişkenini açıklamada, GETAMEL ve UTAUT-2 modellerinin tek başına sunduğu açıklama gücünden daha üstün olduğunu göstermiştir. Bu durum, bütünsel yaklaşımın teknoloji benimseme sürecinde bireysel, psikolojik ve çevresel etmenlerin tamamını kapsayarak daha bütüncül bir açıklama sunduğunu ortaya koymaktadır.

Model analizleri sonucunda, hem UTAUT-2 hem de GETAMEL’de öngörülen temel değişkenlerin çoğu niyet üzerinde anlamlı ve beklenen yönde etkiler göstermiştir. Özellikle, performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık faktörlerinin sanal gerçeklik teknolojisini kullanma niyeti üzerinde anlamlı ve pozitif etkileri tespit edilmiştir. Buna karşın, hedonik motivasyon ve fiyat değeri değişkenlerinin doğrudan etkisi anlamlı bulunmamıştır. GETAMEL modelinde ise, öznel norm, deneyim, algılanan hoşnutluk, endişe, öz-yeterlik, algılanan kullanım kolaylığı ve tutum gibi değişkenler, kullanma niyeti üzerinde kritik rol oynamıştır. Endişe ise beklenen şekilde negatif etki göstermiştir.

Bütünsel modelde yapılan çoklu grup analizleri, mesleki durumun (öğretmen adayı-öğretmen) bazı yapısal ilişkilerde anlamlı moderatör etkisi olduğunu ortaya

koymuştur. Özellikle, performans beklentisi, algılanan kullanışlılık, alışkanlık ve kolaylaştırıcı koşullar değişkenlerinden niyete giden yollarda iki grup arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu bulgu, öğretmenlerin teknoloji benimsemesinde mesleki deneyim ve kurum kültürünün etkili birer belirleyici olduğunu göstermektedir. Özellikle öğretmenlerde alışkanlık ve kurumsal destek daha etkili olurken, öğretmen adaylarında ise bireysel beklenti ve algıların (performans beklentisi ve algılanan kullanışlılık gibi) daha belirleyici olduğu görölmüştür.

Genel olarak, bu araştırmanın sonuçları; sürdürülebilir kalkınma öğretiminde sanal gerçeklik teknolojisinin benimsenmesinde, hem bireysel (öz-yeterlik, hoşnutluk, algı) hem de yapısal (kurumsal destek, alışkanlık) faktörlerin birlikte değerlendirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, eğitim teknolojileri alanında politika geliştirme, öğretmen yetiştirme ve uygulama süreçlerinin, farklı mesleki deneyim düzeylerine sahip grupların özgül gereksinimlerini dikkate alacak biçimde tasarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.1. Kuramsal Çıkarımlar

5.1.1. Bütünleşik modelin eğitimde teknoloji kabulü alanına katkısı

Bu tezin, eğitimde teknoloji kabulüne ilişkin kuramsal literatüre önemli ve özgün bir katkı sunması umulmaktadır. Özellikle, UTAUT-2 (Venkatesh vd., 2012) ve GETAMEL (Abdullah ve Ward, 2016) modellerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulan bütünleşik model, eğitimde dijital teknolojilerin benimsenme süreçlerinin daha bütüncül, çok boyutlu ve bağlamsal olarak açıklanabilmesine olanak sağlamıştır. Söz konusu model, yalnızca bireysel-psikolojik faktörlerin değil, aynı zamanda yapısal, çevresel ve örgütsel faktörlerin de etkileşimli bir biçimde ele alınmasına imkân tanı mış ve geleneksel, tek boyutlu modellere kıyasla teknoloji kabulünü istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha yüksek düzeyde açıklamıştır (örneğin, öğretmen adaylarında açıklanan varyans $R^2=70\%$, öğretmenlerde ise $R^2=68\%$).

Bu bütünleşik model yaklaşımı, eğitimde teknoloji kabulü literatüründe sıklıkla vurgulanan iki temel eksikliğe doğrudan yanıt vermektedir. Birincisi, alan yazında uzun yıllardır baskın olan tekli modellerin, gerçek yaşamda teknoloji kabulünü şekillendiren çeşitli bireysel ve bağlamsal unsurları göz ardı ettiği, dolayısıyla uygulama ile teori arasında bir açıklık yarattığı eleştirisidir (Ateş ve Polat, 2025; Opoku vd., 2021). İkincisi ise, öğretmenlerin dijital teknolojilere yönelik tutum,

motivasyon ve davranışlarının yalnızca bireysel tercihlere ya da salt yapısal faktörlere indirgenemeyecek kadar karmaşık ve etkileşimli olduğunun son yıllarda daha çok kabul görmesidir (Almusawi ve Durugbo, 2024; Kim ve Song, 2022).

Bu çalışmada, geliştirilen bütünlük model, öğretmenlerin öz-yeterlik, hoşnutluk, endişe, alışkanlık gibi bireysel bilişsel ve duyuşsal süreçleri ile fiyat değeri, kolaylaştırıcı koşullar, sosyal etki gibi çevresel ve örgütsel faktörleri bir arada ve ilişkisel biçimde analiz eden az sayıdaki özgün araştırmadan biri olmuştur. Böylece, teknoloji kabulünü salt bireysel iradeye (örneğin, sadece öz-yeterlik veya tutum) veya yalnızca çevresel koşullara (örneğin, altyapı, idari destek) indirgemeyen, dinamik, bağlamsal ve sistemik bir açıklama modeli ortaya çıkmıştır. Modelin yüksek açıklama gücü, geleneksel modellerin ötesine geçerek, teknolojik yeniliklerin eğitim ortamlarına entegrasyonunu anlamada ve öngörmeye araştırmacılar ve uygulayıcılar için daha güvenilir ve kapsayıcı bir teorik çerçeve sunmaktadır. Bu bütünlük yaklaşım, yalnızca teknoloji kabulü teorilerinin gelişimine değil, aynı zamanda dijital dönüşüm çağında eğitimde politika geliştirme, öğretmen eğitimi ve kurumsal uygulamalar için de doğrudan uygulanabilir, yenilikçi ve işlevsel bir temel oluşturmaktadır. Böylece, tez kapsamında geliştirilen model, eğitimde dijitalleşmenin çok boyutlu doğasını anlamak ve yönetmek isteyen tüm paydaşlar için alan yazında özgün ve sürdürülebilir bir kuramsal referans noktası olarak öne çıkmaktadır.

5.1.2. Kuramlararası geçiş ve çoklu teorik çerçeve kullanımı

Araştırmada, eğitimde teknoloji kabulünü açıklamak için çoğu zaman tek bir teoriyle sınırlı kalan yaklaşımlardan ayrılarak, UTAUT-2 ve GETAMEL gibi iki köklü modelin bütünlleştirilmesi tercih edilmiştir. Bu model, teknoloji kabulünü etkileyen faktörlerin birbirleriyle etkileşimli ve hiyerarşik biçimde nasıl işlediğini daha iyi anlamamızı sağlamıştır (Abdekhoda vd., 2022; Venkatesh vd., 2012). Örneğin, hem UTAUT-2'nin bireysel/psikolojik faktörleri (performans beklentisi, çaba beklentisi, alışkanlık, kolaylaştırıcı koşullar) hem de GETAMEL'in özgül algı ve duygusal faktörleri (öz-yeterlik, hoşnutluk, endişe, tutum) aynı anda değerlendirilmiş ve her iki kuramın avantajları sinerjik biçimde kullanılabilmiştir. Bu, eğitimde teknoloji kabulü alanında son yıllarda öne çıkan “multi-teorik” (çoklu kuramlı) modelleme eğilimiyle de örtüşmektedir (Ateş ve Polat, 2025; Opoku vd., 2021). Ayrıca, böyle bir bütünlük yaklaşımın yüksek açıklama gücü hem model doğrulaması hem de yeni kuramsal sentezler açısından güçlü bir temel sunmaktadır (Venkatesh vd., 2012).

Kuramlar arası geçişin bir diğer katkısı, ampirik bulguların yorumlanmasında esneklik sağlamasıdır. Örneğin, çalışmada bazı değişkenlerin (örneğin, öznel norm) beklenenin altında bir etkisinin olması (Fishbein ve Ajzen, 2010; Habibi vd., 2023) bireysel ve çevresel etmenlerin bağlama duyarlı şekilde modellenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu tür bütünleşik modellerin kullanımı, eğitim teknolojilerinin farklı sosyal, kültürel ve örgütsel bağlamlarda nasıl algılandığına dair daha rafine ve gerçekçi açıklamalar sunma potansiyeli taşımaktadır (Ahn vd., 2024; Ellis, 2024).

5.1.3. Bağlam ve kültürün kuramsal modellerdeki rolü

Bu tezde elde edilen bulgular, eğitimde teknoloji kabulüne yönelik kuramsal modellerin kültürel ve kurumsal bağlamdan bağımsız olarak evrensel düzeyde geçerli ve etkili olmayabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle öznel norm değişkeninin Türk eğitim bağlamında beklenen kadar güçlü bir belirleyici olmaması, kültürel dinamiklerin teknoloji kabulünde oynadığı karmaşık rolü gözler önüne sermektedir. Türk eğitim sisteminin köklü merkezîyetçi yapısı, mesleki otorite ve karar alma süreçlerinde bireysel özerkliğin sınırlandırılması gibi faktörler, öğretmenlerin mesleki uygulamalarındaki toplumsal baskı algısını farklılaştırmakta ve “öznel norm” gibi sosyal etkilerin gücünü sınırlamaktadır (Abu vd., 2016). Ayrıca, okul ortamındaki hiyerarşik ilişkiler, kurum kültürü ve idari politikalar, öğretmenlerin teknolojiye yaklaşımında kişisel iradeden ziyade yapısal dinamiklerin etkili olmasına neden olabilmektedir (Korkmaz, 2006).

Bu bağlamda, bireysel teknoloji kabulünün yalnızca psikolojik ve bilişsel süreçlerle açıklanamayacağı, aynı zamanda kültürel normlar, mesleki değerler, toplumsal roller ve kurumsal yapıların da dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır (Runyon vd., 2024). Türk öğretmenlerinin mesleki kimliğinde öne çıkan kolektif sorumluluk, dayanışma ve geleneksel değerler, batı merkezli modellerde vurgulanan bireysel inanç ve tutumlardan daha farklı şekilde niyet ve davranışlara yansıyabilmektedir (Ateş ve Garzón, 2023). Ayrıca, öğretmenlerin teknolojiye yönelik algılarında, kişisel değerler, mesleki özgüven, toplumsal statü ve kurumsal destek gibi faktörlerin, kültürlerarası karşılaştırmalarda anlamlı biçimde farklılaşabildiği vurgulanmalıdır (Ateş ve Polat, 2025).

Bu durum, teknoloji kabul modellerinin “bir boyut herkese uyar” yaklaşımıyla evrenselleştirilemeyeceğini, aksine, her ülke ve kurumun özgün sosyo-kültürel bağlamı gözetilerek yeniden yapılandırılması gerektiğini göstermektedir. Nitekim,

kültürel olarak yüksek güç mesafesine sahip toplumlarda idari destek ve yapısal koşulların, bireylerin yenilikçi teknolojileri benimseme sürecinde çok daha belirleyici olabildiği; buna karşılık, bireyselci kültürlerde kişisel tutum, öz-yeterlik ve sosyal etki gibi değişkenlerin daha etkili olduğu alan yazında sıklıkla tartışılmaktadır (Ahn vd., 2024; Ellis, 2024). Dolayısıyla, bu çalışma, teknoloji kabulü kuramlarının farklı kültürel ve kurumsal bağlamlara uygun biçimde esnekleştirilmesi ve yerelleştirilmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Gelecekte gerçekleştirilecek ampirik araştırmalarda, modelin temel değişkenlerinin farklı kültürel bağlamlarda yeniden test edilmesi, modelin kuramsal genellenebilirliğinin ve bağlama özgü geçerliğinin daha kapsamlı biçimde sınanmasını sağlayacaktır. Ayrıca, kuramsal modellerin yalnızca batı merkezli paradigmalara sınırlı kalmayıp, yerel gerçeklikleri ve kültürel özgünlükleri dikkate alacak biçimde çoğulcu ve bağlamsal olarak zenginleştirilmesi, eğitimde dijital dönüşümün etkinliğini artıracaktır. Böylece, kültürlerarası karşılaştırmalı çalışmaların ve karma yöntemli araştırma yaklaşımlarının yaygınlaştırılması, alanda daha sağlam ve evrensel açıdan geçerli kuramsal modellerin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır (Konca vd., 2025).

5.1.4. Bireysel ve yapısal etmenlerin dinamik etkileşimi

Bu çalışmada ulaşılan en çarpıcı ve özgün bulgulardan biri, eğitimde teknoloji kabulünü belirleyen bireysel ve yapısal etkenlerin yalnızca ayrı ayrı değil, birbirini sürekli etkileyen ve dönüştüren dinamik bir bütün olarak çalıştığının ortaya konmuş olmasıdır. Çalışmada geliştirilen bütünleşik model, öz-yeterlik, alışkanlık ve tutum gibi bireysel psikolojik faktörlerin, teknoloji kullanma niyeti üzerinde anlamlı rol oynadığını göstermiştir. Bununla birlikte, kolaylaştırıcı koşullar, fiyat değeri, sosyal etki gibi daha dışsal ve yapısal faktörlerin de öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik tutum ve niyetlerini şekillendirmede en az bireysel faktörler kadar belirleyici olduğu saptanmıştır. Ancak bu iki boyut arasındaki ilişkilerin durağan ve tek yönlü olmadığı, aksine mesleki deneyim, kurumsal ortam ve bireyin içinde bulunduğu sosyal ağlar gibi unsurlara bağlı olarak karşılıklı biçimde değişip dönüştüğü tespit edilmiştir. Örneğin, mesleki deneyim kazandıkça öğretmenlerde alışkanlık ve kolaylaştırıcı koşulların niyet üzerindeki etkisinin güçlendiği; buna karşılık, öğretmen adaylarında ise performans beklentisi, öz-yeterlik ve bireysel motivasyonun daha baskın olduğu gözlemlenmiştir (Ateş vd., 2024; Özdemir, 2025; Zhang ve Yang, 2025). Bu durum, bireysel psikolojik unsurlar ile örgütsel ve çevresel destek

mekanizmaları arasındaki ilişkinin mesleki olgunluk düzeyine ve kurumsal bağlama göre yeniden şekillenebildiğini ortaya koymaktadır (Awa vd., 2015).

Literatürde sıklıkla vurgulanan bir diğer önemli nokta ise, teknoloji entegrasyonu süreçlerinde kurumsal destek, sürekli mesleki gelişim fırsatları ve öğretmenlerin dijital kaynaklara erişiminin sağlanmasının, bireysel düzeydeki olumlu tutum ve niyetleri pekiştirdiği yönündedir (Tornatzky ve Fleischer, 1990; Xie vd., 2023). Özellikle, okul yönetiminin liderliği, teknik altyapı, finansal teşvikler ve mesleki öğrenme toplulukları gibi dışsal faktörler; öğretmenlerin kendilerini daha yetkin, güvende ve motive hissetmelerine yol açmakta, böylece teknoloji kabul sürecinin sürdürülebilirliğini ve başarısını artırmaktadır (Gupta vd., 2023). Bununla birlikte, bu desteğin sürekliliği ve niteliği öğretmenlerin teknolojiye olan güvenini ve alışkanlığını doğrudan etkilemektedir.

Ayrıca, bu araştırmada ortaya çıkan bir diğer önemli sonuç, bireysel ve yapısal faktörlerin etkisinin yalnızca doğrudan değil, aynı zamanda birbirlerini aracılık ve etkileşim yoluyla da belirlediğidir. Örneğin, öğretmenlerde kurumsal kolaylaştırıcı koşulların yüksek olduğu ortamlarda, bireysel öz-yeterlik algısı da güçlenmekte ve bu iki değişkenin sinerjik etkisi teknoloji kullanım niyetini anlamlı biçimde artırmaktadır. Öte yandan, yapısal desteklerin yetersiz kaldığı durumlarda ise en motive ve yüksek öz-yeterlik algısına sahip öğretmenlerin bile teknoloji entegrasyonu konusunda çekimser kaldıkları görülmüştür.

Bu çalışmada geliştirilen bütünleşik modelin en önemli katkılarından biri, eğitimde teknoloji kabulünü açıklarken yalnızca bireysel psikolojiye veya sadece dışsal koşullara odaklanmanın yetersizliğini, bunun yerine iki boyutun etkileşimli, dinamik ve bağlamsal olarak birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuş olmasıdır. Böylece, alana yönelik yeni kuramsal modellerin, teknoloji kabulünü hem bireysel hem de yapısal düzeyde çok boyutlu olarak açıklayacak biçimde yeniden tasarlanması gerekliliği açıkça ortaya çıkmaktadır. Gelecekteki araştırmaların, bu dinamik etkileşimlerin farklı kurum, bölge ve mesleki deneyim düzeylerinde nasıl değiştiğini karşılaştırmalı olarak incelemesi, kuramsal ve uygulamaya dönük öneriler geliştirilmesi açısından son derece değerli olacaktır.

5.1.5. Kuramsal modellerin sınırları ve gelişme alanları

Bu çalışmada test edilen bütünleşik modelin yüksek açıklama gücü, eğitim teknolojisi alanında çoklu teorik çerçevelerin bir arada kullanılmasının büyük

avantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, bu güçlü yönlerine rağmen, mevcut kuramsal modellerin önemli sınırlamaları da olduğu görülmektedir. Özellikle UTAUT-2 ve GETAMEL gibi yaygın kabul görmüş modeller, çoğunlukla bireysel düzeydeki psikolojik ve davranışsal etkilere odaklanırken, eğitim kurumlarının karşı karşıya kaldığı dışsal veya yapısal engelleri çoğu zaman dolaylı, yüzeysel ya da ikincil düzeyde ele almaktadır (Buabeng-Andoh, 2012; Konukman vd., 2024). Örneğin, okul politikalarının katılığı, teknolojik altyapı eksiklikleri, yönetimden alınan destek düzeyi, zaman ve kaynak kısıtları gibi faktörler; öğretmenlerin yeni teknolojileri benimseme süreçlerinde belirleyici olabilmekte, ancak mevcut modeller bu unsurları çoğunlukla "kolaylaştırıcı koşullar" veya "kurumsal destek" gibi tekil değişkenler altında özetlemektedir. Bu durum, modellerin eğitim sahasındaki gerçekliği tüm boyutlarıyla yansıtmaya kapasitesini sınırlamaktadır.

Bununla birlikte, öğretmenlerin teknolojiyi kabullenişini yalnızca bireysel motivasyonlarla açıklamak da yetersizdir. Literatürde, iş yükünün artışı, mesleki tükenmişlik, yeniliğe direnç ya da kurumsal yenilik kültürü gibi psikososyal ve yapısal faktörlerin öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumlarını ve niyetlerini karmaşık biçimde etkilediği vurgulanmaktadır (Oliveira ve Martins, 2011; Tornatzky ve Fleischer, 1990). Bu nedenle, mevcut kuramsal modellerin açıklayıcılığını ve geçerliğini artırmak için, niteliksel verilerin de dahil edildiği karma (mixed-methods) yöntemlerle daha derinlemesine analizler yapmak gereklidir. Örneğin, öğretmenlerin teknoloji kullanımında karşılaştıkları görünmez engellerin ya da örgüt içi güç dinamiklerinin, yapılandırılmış ölçeklerle tam olarak ölçülemeyebileceği, bu tür faktörlerin daha çok derinlemesine görüşmeler, odak grup çalışmaları veya vaka analizleriyle ortaya çıkarılabileceği belirtilmektedir (Ateş ve Garzón, 2022; 2023).

Kuramsal olarak, teknoloji kabul modellerinin TOE (Teknoloji-Organizasyon-Çevre) gibi yapısal ve çevresel değişkenleri daha doğrudan kapsayan yaklaşımlarla bütünleştirilmesi, mevcut açıklama gücünü artıracak ve modellerin esnekliğini geliştirecektir (Aligarh vd., 2023; Ganguly, 2024; Malik vd., 2021). Özellikle, teknolojik yeniliğin eğitim ortamlarında yaygınlaştırılması için, kurumsal strateji, liderlik, değişim yönetimi ve politika yapıcılarının rolü gibi faktörlerin daha kapsamlı biçimde modellerde temsil edilmesi gerekmektedir.

Bir diğer önemli gelişme alanı ise, teknolojik değişimin hızlandığı çağımızda, öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutum ve davranışlarının zaman içinde dinamik olarak değişebileceği gerçeğidir. Bu noktada, boylamsal araştırma tasarımlarına

(longitudinal studies) ve zaman serisi analizlerine daha fazla yer verilmesi önerilmektedir. Bu sayede, bütünleşik modelin zaman içindeki evrimi, etki mekanizmalarının hangi koşullarda güçlenip zayıfladığı ya da hangi dönemlerde modelin açıklama gücünün değiştiği gibi sorulara yanıt bulunabilir (Truong, 2022).

Sonuç olarak, eğitimde teknoloji kabulüne ilişkin kuramsal modellerin gelişimi için hem nicel hem nitel veriyle beslenen, çok seviyeli ve bağlamsal değişkenleri dikkate alan esnek yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Yalnızca bireysel psikolojiyi değil, aynı zamanda örgütsel, kültürel ve yapısal engelleri de kapsayan bütüncül modeller geliştirmek, gelecekte eğitim teknolojilerinin benimsenmesini destekleyecek temel kuramsal adımlardan biri olacaktır.

5.1.6. Fen eğitimi bağlamında teorik çıkarımlar

Bu çalışmanın kuramsal anlamda en özgün katkılarından biri, bütünleşik teknoloji kabul modelinin fen eğitimi özelinde kapsamlı biçimde sınanması ve modelin oldukça yüksek bir açıklama gücüne sahip olduğunun ortaya konmasıdır. Fen eğitimi literatüründe dijital teknolojilerin, özellikle yenilikçi teknolojilerin (sanal gerçeklik, yapay zekâ, robotik, vb.) entegrasyonu uzun süredir üzerinde durulan bir konu olmakla birlikte, bu entegrasyonun altında yatan bireysel ve çevresel faktörlerin birlikte ve dinamik bir biçimde analiz edildiği ampirik çalışmalar oldukça sınırlıdır (Aydogan Yenmez vd., 2021; Wu vd., 2022). Son yıllarda yapılan araştırmalar, özellikle de GETAMEL ve UTAUT-2 gibi bütüncül modellerle yapılan YEM çalışmalarının, fen öğretmenlerinin dijital teknolojileri sınıflarında etkili biçimde kullanabilmesi için sadece bireysel motivasyonların değil; aynı zamanda kurumsal, çevresel ve mesleki faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Ateş, vd., 2023; Ateş ve Gündüzalp, 2025; Ates ve Polat, 2025). Örneğin; Ateş, Garzón ve Lampropoulos (2023) tarafından gerçekleştirilen ve GETAMEL modelinin uygulandığı bir çalışmada, fen öğretmenlerinin ters yüz öğrenme yaklaşımına hazır oluşlukları incelenmiş; öz-yeterlik, öznel norm, deneyim, algılanan hoşnutluk ve endişe gibi bireysel faktörlerin hem doğrudan hem de aracı (mediatör) değişkenler olarak teknolojiye yönelik tutum ve kullanım niyeti üzerinde anlamlı etkileri olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde, Ateş ve Gündüzalp (2025) tarafından yapay zekâ teknolojilerinin STEM eğitimi bağlamında benimsenmesi üzerine geliştirilen modelde de öznel norm, deneyim, algılanan hoşnutluk, endişe, öz-yeterlik, fiyat değeri, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık gibi çok sayıda değişkenin teknolojiye yönelik

tutum ve niyet üzerinde doğrudan etkili olduğu, ayrıca algılanan kullanım kolaylığı, algılanan kullanışlık ve tutumun aracı rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları da fen bilgisi öğretmenleri ve öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojilerine yönelik kabulünde; öz-yeterlik, tutum, kolaylaştırıcı koşullar ve alışkanlık gibi bireysel faktörlerin teknolojiye yönelik niyetin en güçlü yordayıcıları olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, bütünleşik modelin açıklama gücünün (R^2) hem öğretmen adaylarında (%70), hem de öğretmenlerde (%68) son derece yüksek çıkması, bütüncül yaklaşımların geleneksel tek model temelli açıklamalara kıyasla çok daha kapsayıcı ve güçlü kuramsal sonuçlar ürettiğini göstermektedir (Ates ve Polat, 2025). Bunun yanı sıra, Ates ve Polat (2025) ile Ates vd. (2024), fen eğitimi bağlamında profesyonel deneyimin ve örgütsel faktörlerin teknoloji kabulündeki moderatör rolüne dikkat çekerek, bireysel ve çevresel faktörlerin etkileşimli biçimde analiz edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Sonuç olarak, bu tezde sunulan bütünleşik model, mevcut literatürde eksikliği hissedilen çok katmanlı, dinamik ve bağlamsal analiz ihtiyacını karşılamakta ve fen eğitimi alanına hem teorik hem de uygulamalı düzeyde özgün katkılar sunmaktadır.

Bununla birlikte, elde edilen veriler yalnızca bireysel motivasyonlarla sınırlı kalınmaması gerektiğini, okul yönetimi, meslektaş ilişkileri, teknik altyapı ve kurumsal destek gibi bağlamsal değişkenlerin de fen eğitimi ortamlarında teknoloji kabulünü doğrudan ve dolaylı biçimde etkilediğini göstermektedir. Özellikle çok katmanlı destek mekanizmalarının varlığı (örneğin, okul yönetiminin vizyonu, teknik donanım, mesleki gelişim imkânları), öğretmenlerin teknolojiyi derslerinde daha etkin ve sürdürülebilir biçimde kullanabilmelerine olanak sağlamaktadır (Buraimoh vd., 2023). Bu bulgu, fen eğitimi alanında yapılan önceki araştırmalarla paralellik göstermekte ve teknoloji entegrasyonunun başarılı olabilmesi için hem mikro (bireysel) hem de makro (kurumsal/toplumsal) faktörlerin birlikte değerlendirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Ayrıca, çalışmada öne çıkan bir diğer önemli boyut, sanal gerçeklik teknolojilerinin fen eğitiminde kullanımının; soyut bilimsel kavramların somutlaştırılması, deneysel öğrenme süreçlerinin çeşitlendirilmesi ve öğrencilerin motivasyonunun artırılması gibi birçok pedagojik avantaj sunduğudur (Yağcı ve Şentürk, 2023). Bu açıdan, bütünleşik modelin yalnızca teknoloji kabulünü değil, aynı zamanda fen eğitiminin niteliğini ve öğrenci başarısını da dolaylı olarak olumlu yönde etkileyebilecek bir teorik zemin sunduğu söylenebilir.

Bu çalışmada önerilen bütünleşik model, fen eğitimi literatürüne çift yönlü bir katkı sağlamaktadır: Bir yandan, teknolojinin eğitim ortamına entegrasyonunda öğretmenlerin bireysel psikolojisini ve mesleki motivasyonunu açıklarken; diğer yandan, kurumsal ve yapısal faktörlerin öğretim uygulamaları üzerindeki belirleyici rolünü öne çıkarmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, fen eğitimi alanında teknoloji entegrasyonunun açıklanmasında yeni bir çerçeve sunmakta ve gelecek çalışmalara çok katmanlı, bağlamsal ve dinamik modeller geliştirme gerekliliğini işaret etmektedir.

5.1.7. Sürdürülebilirlik eğitimi bağlamında teorik çıkarımlar

Bu tezin en yenilikçi yönlerinden biri, teknoloji kabulünün sürdürülebilir kalkınma eğitimi ile bütünleşik biçimde incelenmiş olmasıdır. Sürdürülebilirlik eğitimi, yalnızca çevre bilincinin kazandırılmasıyla sınırlı kalmayıp, bireylerin toplumsal, ekonomik ve ekolojik sistemler arasındaki etkileşimi bütüncül bir bakış açısıyla kavramalarını, karmaşık ve disiplinler arası problemlere çözüm üretebilecek yeterlilikte yetişmelerini hedeflemektedir (Huckle ve Sterling, 1996). Ancak, sürdürülebilirlik temalarının genellikle soyut, çok boyutlu ve günlük yaşantıyla bağlantısının kolay kurulamadığı alanlar olması, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda bu kavramları etkili biçimde aktarabilmesinin önünde önemli bir engel oluşturmaktadır (Stevenson vd., 2017).

Bu çalışmada geliştirilen bütünleşik modelin bulguları, sanal gerçeklik gibi yenilikçi dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik eğitimi ortamlarında kullanımının, yalnızca bireysel motivasyon ve pedagojik inançlar değil, aynı zamanda okulun kurumsal desteği ve altyapı yeterliliğiyle yakından ilişkili olduğunu göstermiştir (Sancar vd., 2023a). Öğretmen ve öğretmen adaylarının “algılanan kullanışlılık”, “öz-yeterlik” ve “kolaylaştırıcı koşullar”a yönelik yüksek düzeyde olumlu algılarının, bu teknolojilerin sürdürülebilirlik odaklı derslerde daha etkin ve motive edici bir şekilde kullanılmasına katkı sağladığı görülmüştür. Özellikle, sanal gerçekliğin sunduğu deneyimsel, etkileşimli ve gerçek yaşam senaryolarına dayalı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin sürdürülebilirlik konularında soyut kavramları anlamalarını, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Sancar vd., 2023b).

Ayrıca, mevcut bulgular ışığında, sürdürülebilirlik eğitiminde teknoloji entegrasyonunun başarılı olabilmesi için üç temel koşul öne çıkmaktadır: Birincisi,

öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknolojik araçlara karşı olumlu tutum geliştirmesi ve yeterli öz-yeterliğe sahip olması; ikincisi, teknik ve pedagojik açıdan sürekli destek mekanizmalarının oluşturulması; üçüncüsü ise okul düzeyinde sürdürülebilirlik vizyonunun belirgin biçimde teşvik edilmesidir (Lee ve Hwang, 2022). Bu çerçevede, sadece bireysel çabaların değil, okul yönetimi, meslektaş iş birliği ve toplumsal farkındalık çalışmalarının da teknoloji tabanlı sürdürülebilirlik eğitimi için kritik öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır (Lin vd., 2023).

Son olarak, çalışmanın bulguları sürdürülebilirlik eğitimi alanında geliştirilecek kuramsal modellerin, geleneksel bilgi aktarımı ve ders anlatımı yaklaşımlarının ötesine geçerek, dijital çağın gerektirdiği etkileşimli, uygulamalı ve disiplinler arası öğrenme ortamlarını içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Böylece, teknoloji destekli sürdürülebilirlik eğitiminin, öğrencilerin çevresel okuryazarlık, toplumsal sorumluluk ve inovatif düşünme becerilerinin gelişiminde merkezi bir rol oynayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Uygulamalı Çıkarımlar

Bu araştırmanın bulguları, fen eğitimi ve sürdürülebilirlik eğitimi alanında dijital teknolojilerin, özellikle sanal gerçeklik gibi yenilikçi ve etkileşimli araçların kalıcı ve anlamlı biçimde eğitim süreçlerine entegre edilmesi için, salt bireysel düzeydeki gelişimlerin ötesinde, çok katmanlı ve bütüncül uygulama stratejilerine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Model sonuçları, öğretmenlerin bireysel yeterlik ve motivasyonlarının artırılmasının başlı başına yeterli olmadığını; bu sürecin başarılı olabilmesi için örgütsel kültürün, altyapının, yönetim desteğinin ve politika düzeyindeki yönlendirmelerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Başka bir deyişle, teknoloji entegrasyonunun sadece öğretmenlerin kişisel çabalarına bırakılması yerine, kurumun tamamını kapsayan stratejik planlama, liderlik, sürekli mesleki gelişim ve sistematik destek mekanizmalarının devreye alınması gerekmektedir. Öğretmenlerin SG ve diğer dijital teknolojilere yönelik olumlu tutum ve yeterlik geliştirebilmeleri için, öncelikle güçlü bir teknik altyapı, işlevsel bir dijital ekosistem ve süreklilik arz eden mesleki öğrenme toplulukları oluşturulmalıdır. Okullarda teknik donanımın güncel ve erişilebilir olması, BT destek birimlerinin varlığı ve kullanıcı dostu içeriklerin sağlanması, teknolojiye karşı oluşabilecek kaygıların ve dirençlerin azaltılmasında belirleyici rol oynayacaktır.

Ayrıca, dijital teknolojilerin sürdürülebilir kalkınma ve fen eğitimi hedeflerine ulaşmadaki potansiyelinin açığa çıkması, öğretmenlere yalnızca araç temelli eğitimler vermekten ziyade, pedagojik entegrasyon süreçlerini odağına alan ve disiplinler arası düşünmeyi destekleyen uygulama modellerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Öğretmenlerin, teknoloji destekli ders planı hazırlama, deneyimsel ve işbirlikçi öğrenme ortamları oluşturma ve öğrencileri gerçek yaşam temelli, problem çözmeye dayalı etkinliklere yönlendirme konusunda desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktada, mesleki öğrenme toplulukları, deneyim paylaşımı oturumları ve okul içi mentorluk sistemleri etkili uygulama örnekleri sunmaktadır.

Son olarak, elde edilen bulgular, politika yapıcılar ve okul yöneticileri için de önemli mesajlar taşımaktadır. Dijital dönüşümün sürdürülebilir ve yaygın olabilmesi, makro düzeyde tutarlı stratejiler, sürekli yatırım ve öğretmen-öğrenci ihtiyaçlarına duyarlı politika geliştirme ile mümkün olacaktır. Kurumların yenilikçi teknoloji uygulamalarını teşvik eden, ödüllendiren ve sürekliliğini güvence altına alan bir liderlik yaklaşımı benimsemesi, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna yönelik motivasyonunu artıracak ve eğitimde dijitalleşme sürecini hızlandıracaktır. Ayrıca, uygulamanın etkinliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi için sistematik izleme ve geri bildirim mekanizmalarının kurulması önerilmektedir. Bu çerçevede, fen ve sürdürülebilirlik eğitimi alanında dijital teknolojilerin başarılı bir şekilde entegre edilmesi, bütünsel ve çok katmanlı bir stratejiyle; bireysel, kurumsal ve sistemsel düzeyde eşgüdümlü çabalar gerektirmektedir. Böylelikle, eğitimde teknoloji temelli yeniliklerin yaygınlaşması ve öğrencilerin çağın gerektirdiği bilgi, beceri ve sürdürülebilirlik bilinciyle donatılması sağlanabilecektir.

5.2.1. Öğretmenlerin mesleki gelişiminde kapsamlı ve süreklilik içeren eğitimler

Bu çalışmanın en çarpıcı uygulamalı çıkarımlarından biri, öğretmenlerin dijital teknolojilere yönelik öz-yeterlik algılarının ve olumlu tutumlarının, yenilikçi ve sürdürülebilir eğitim uygulamalarının kalıcı biçimde sınıfa taşınmasında merkezi bir rol oynadığını ortaya koymasıdır. Bulgular, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda yalnızca teknik bilgiye sahip olmasının yeterli olmadığını; öz-yeterlik duygusunun, değişime açıklık ve dijital pedagojik yeterliklerle birlikte gelişmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin mesleki gelişim süreçleri, geleneksel ve

çoğunlukla kısa süreli seminerlerin ötesine geçerek, sürekli, uygulama temelli ve bütünsel bir yaklaşımla yeniden tasarlanmalıdır.

Öğretmenlerin güncel ve derinlemesine dijital beceriler geliştirmesi için, uygulamalı atölye çalışmaları, canlı sınıf içi uygulama oturumları ve simülasyon destekli deneyim paylaşımı gibi etkileşimli ve katılımcı yöntemlerin öne çıkarılması gerekmektedir. Ayrıca, deneyimli öğretmenlerin yeni teknolojilere adapte olmasında karşılaştıkları özgün engellerin aşılması için mentörlük programları ve meslektaş öğrenme toplulukları kritik öneme sahiptir. Bu tip topluluklar, öğretmenlerin deneyimlerini karşılıklı paylaşımlarını, iyi uygulama örneklerinin yaygınlaşmasını ve problem çözme kültürünün gelişmesini sağlayarak, sürekli mesleki öğrenmeyi kurumsallaştırmaktadır.

Çevrim içi sürekli destek platformları, dijital içerik paylaşım ağları ve güncel kaynaklara erişim imkânı, öğretmenlerin eğitimden sonra da bireysel ve toplu olarak gelişimlerine devam etmelerine olanak tanımaktadır. Bu yapılar sayesinde, öğretmenler yalnızca teknolojiyi kullanmayı öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda disiplinler arası, yenilikçi ders tasarımları ve gerçek yaşam problemleriyle bütünleşen öğretim stratejileri geliştirebilirler. Ayrıca, mesleki gelişim programlarının odak noktası yalnızca teknik donanım ve yazılım kullanımına indirgenmemeli; teknolojinin öğretim içerikleriyle bütünsel olarak, Teknoloji, Pedagoji ve Alan Bilgisi çerçevesinde ele alınması sağlanmalıdır. Böylece, öğretmenler farklı disiplinlerde SG ve diğer yenilikçi araçları etkin ve pedagojik açıdan anlamlı bir şekilde entegre edebilecek bilgi ve becerilerle donatılır. Disiplinler arası eğitim tasarımı, problem temelli öğrenme, öğrenci merkezli ve etkileşimli sınıf ortamları, teknoloji destekli mesleki gelişim süreçlerinin vazgeçilmez unsurları olarak öne çıkmaktadır.

Bu araştırmanın bulguları, öğretmenlerin dijital teknolojileri etkin ve sürdürülebilir biçimde kullanabilmeleri için, bütünsel, sürekli ve ihtiyaç temelli mesleki gelişim modellerinin geliştirilmesinin bir zorunluluk olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitim fakülteleri, hizmet içi eğitim birimleri ve eğitim politikası geliştiricileri, uygulamaya dayalı, mentörlük temelli ve disiplinler arası yaklaşımı benimseyen sürekli öğrenme ekosistemlerini güçlendirmelidir. Bu sayede, öğretmenler dijital dönüşümün pasif uygulayıcıları değil, aynı zamanda yenilikçi ve öncü aktörleri haline gelebilecektir.

5.2.2. Okul ve kurum düzeyinde altyapı ve destek sistemlerinin güçlendirilmesi

Bu çalışmanın bulguları, bireysel öğretmen yeterliklerinin ve olumlu tutumların, teknoloji entegrasyonunun sadece bir yönünü oluşturduğunu; etkili ve sürdürülebilir entegrasyonun ancak güçlü bir okul altyapısı, etkin yönetsel destek ve olumlu kurum içi iklimle mümkün olabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle sanal gerçeklik gibi ileri düzey dijital araçların eğitim ortamlarında yaygınlaştırılması, salt öğretmenlerin motivasyonuna bağlı olmayıp, okulların teknolojik altyapısının ve operasyonel kapasitesinin yeterliliği ile doğrudan ilişkilidir. Başarılı bir teknoloji entegrasyonu için öncelikle okullarda yüksek hızlı ve güvenilir internet bağlantısı, güncel ve yeterli sayıda donanım (bilgisayar, VR gözlüğü, projeksiyon cihazları vb.), lisanslı yazılım ve dijital içerik altyapısı gerekmektedir. Bununla birlikte, teknik sorunların hızla çözülebilmesi, donanım ve yazılımın sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi için okullarda kalıcı teknik destek personelinin bulunması ve düzenli bakım-onarım protokollerinin oluşturulması zorunludur. Bu tür kurumsal altyapı yatırımları, öğretmenlerin teknolojik yeniliklere karşı güven geliştirmelerini ve uygulama motivasyonlarının artmasını da desteklemektedir.

Altyapının yanı sıra, okul yöneticilerinin dijital dönüşüm süreçlerinde vizyoner ve destekleyici bir liderlik sergilemeleri, teknolojinin okula entegrasyonunda kritik bir değişken olarak öne çıkmaktadır. Yöneticilerin öğretmenlerin yenilikçi teknoloji uygulamalarına katılımını teşvik etmesi, pilot projeleri ve yaratıcı denemeleri desteklemesi ve bu süreçte risk almaya açık bir okul kültürü inşa etmesi gerekmektedir. Ayrıca, teknoloji entegrasyonu ile ilgili karar süreçlerinde öğretmenlerin görüşlerinin alınması, işbirlikçi bir kurum ikliminin oluşmasına katkı sağlarken, öğretmenlerin sahiplenme duygusunu da artırmaktadır.

Kurumsal düzeyde sürdürülebilir teknoloji entegrasyonunu sağlayabilmek için okullarda sadece donanım ve yazılım yatırımı yapmak yeterli değildir. Etkili dijital dönüşüm için; teknoloji kullanımına ilişkin ortak bir vizyonun oluşturulması, okulun stratejik planlarına teknoloji entegrasyonunun açık biçimde entegre edilmesi, dijital etik ve güvenlik protokollerinin geliştirilmesi ve sürekli değerlendirme-iyileştirme süreçlerinin işletilmesi gerekmektedir. Okullar arası iyi uygulama örneklerinin paylaşılması, bölgesel veya ulusal ölçekte teknoloji destek ağlarının kurulması ve

profesyonel öğrenme topluluklarının yaygınlaştırılması da kurumlar arası dayanışmayı güçlendiren ek önlemler arasındadır.

Sonuç olarak, fen ve sürdürülebilirlik eğitiminde dijital araçların kalıcı ve yaygın kullanımı, sadece bireysel öğretmen yeterlikleriyle değil, aynı zamanda güçlü bir okul altyapısı, kurumsal destek sistemleri, liderlik ve iş birliği kültürü ile mümkün olabilmektedir. Eğitim politikası yapımcılarının, okul yöneticilerinin ve yerel idarelerin; uzun vadeli teknoloji entegrasyonunda altyapı yatırımları, teknik personel istihdamı ve liderlik gelişimine özel öncelik vermesi kritik önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, dijital çağın gerektirdiği yenilikçi öğrenme ortamlarının sürdürülebilir biçimde eğitim sistemine entegre edilmesini sağlayacaktır.

5.2.3. Disiplinler arası ve deneyimsel öğrenme ortamlarının tasarlanması

Günümüzün karmaşık toplumsal ve çevresel sorunları, tek bir disiplinin ötesinde, çok yönlü bilgi ve beceriler gerektirmektedir. Özellikle sürdürülebilir kalkınma ve fen eğitimi gibi alanlarda, öğrencilerin yalnızca kuramsal bilgiyle yetinmemesi, gerçek yaşam problemlerini çok boyutlu olarak kavrayıp çözebilecek disiplinler arası bakış açısı geliştirmesi büyük önem taşır. Bu nedenle, okullarda geleneksel anlatım ve ezber temelli öğretim yerine, öğrencilerin deneyimsel, uygulamalı ve problem tabanlı öğrenme süreçlerine aktif olarak katılımını sağlayan ortamların oluşturulması kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Sanal gerçeklik başta olmak üzere artırılmış gerçeklik, simülasyonlar ve diğer dijital araçlar; öğrencilere karmaşık ekosistemleri, çevresel sorunları, bilimsel süreçleri ve sürdürülebilirlik ile ilgili soyut kavramları gerçek yaşam senaryolarında deneyimleme fırsatı sunmaktadır. Bu tür deneyimsel ortamlar, yalnızca kavramsal anlamayı derinleştirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin merak duygusunu, sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini, iş birliği ve yaratıcılık yetkinliklerini de üst düzeyde geliştirmektedir. Özellikle sürdürülebilir kalkınma temalı projeler ve fen tabanlı uygulamalı etkinlikler, öğrencilerin çoklu perspektiflerden sorunları analiz etmesine ve çözüm yolları geliştirmesine imkân tanır.

Bu bağlamda, öğretmenlerin ders planlarını disiplinler arası yaklaşımla yeniden yapılandırmaları büyük bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Fen, matematik, sosyal bilgiler ve hatta sanat gibi farklı alanların entegrasyonu ile oluşturulacak projelerde, öğrencilerin çevre, enerji, sağlık, ekonomi ve toplumsal eşitlik gibi sürdürülebilir kalkınmanın temel boyutları üzerinde çalışma yapmaları teşvik

edilmelidir. Ayrıca, öğrencilerin sadece bilgi tüketicisi değil, aktif bilgi üreticisi ve problem çözücü rolüne geçmeleri için, gerçek yaşam problemlerine dayalı proje tabanlı öğrenme, vaka analizleri ve toplumsal sorumluluk çalışmaları müfredata entegre edilmelidir. Öte yandan, deneyimsel öğrenme ortamlarının etkili biçimde tasarlanabilmesi için, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna dair pedagojik yetkinliklerinin güçlendirilmesi, dijital materyal ve içerik tasarımı konusunda sürekli desteklenmeleri önem taşır. Okullarda disiplinler arası iş birliğinin ve takım öğretmenliğinin teşvik edilmesi, öğretmenler arası bilgi ve deneyim paylaşımını artırarak uygulama kalitesini yükseltecektir.

Disiplinler arası ve deneyimsel öğrenme ortamlarının tasarlanması hem sürdürülebilir kalkınma eğitiminin hem de fen eğitiminin amaçlarına ulaşmasında anahtar bir strateji olarak değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, öğrencilerin bütüncül, yenilikçi ve 21. yüzyıl becerileriyle donanmış bireyler olarak yetişmelerine katkı sağlayacaktır. Eğitim politikası yapıcılarının ve okul yönetimlerinin, bu tür öğrenme ortamlarının yaygınlaştırılması için gerekli kaynak, altyapı ve teşvik mekanizmalarını geliştirmesi, sürdürülebilir ve nitelikli bir eğitim sistemi inşa etmenin ön koşuludur.

5.2.4. Politika ve yönetim düzeyinde stratejik yönlendirmeler

Bu çalışmanın bulguları, dijital teknolojilerin, özellikle sanal gerçeklik gibi yenilikçi araçların eğitim ortamlarına entegrasyonunda yalnızca sınıf içi uygulamaların değil, politika ve yönetim düzeyindeki stratejik kararların da belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Eğitimde dönüşümün sürekliliği ve sürdürülebilirliği açısından, ulusal ve kurumsal ölçekte politika yapıcılarının, teknoloji entegrasyonu süreçlerini çok boyutlu, uzun vadeli ve vizyoner bir perspektifle ele alması gerekmektedir. Öncelikle, MEB başta olmak üzere, ilgili tüm merkezi ve yerel eğitim otoritelerinin, sürdürülebilir kalkınma eğitiminde dijital teknolojilerin kullanımını teşvik edecek kapsamlı bir ulusal strateji geliştirmesi gerekmektedir. Bu strateji yalnızca mevzuat ve müfredat düzeyinde değil, aynı zamanda okullara yönelik finansal destek, teknik altyapı yatırımları, öğretmen ve yönetici eğitimleri, Ar-Ge projeleri ve kamu-özel sektör iş birliklerini kapsayan bütüncül bir yaklaşımı içermelidir. Sürdürülebilirlik hedeflerinin eğitim politikalarında kalıcı yer bulması için, ilgili dijital araçların müfredat entegrasyonunun ve uygulama örneklerinin yaygınlaştırılması elzemdir.

Bununla birlikte, dijital dönüşümün tabana yayılması ve sürdürülebilir bir şekilde kurumsallaşabilmesi için, pilot okulların belirlenmesi, iyi uygulama örneklerinin sistematik olarak dokümanite edilmesi ve bu uygulamaların diğer okullara aktarılmasını sağlayacak ölçeklenebilir model ve rehberlerin hazırlanması gereklidir. Pilot uygulamalar, yeni teknolojilerin pedagojik potansiyelini ve saha koşullarında karşılaşılan zorlukları ortaya koyarak, politika yapıcılar için veri temelli karar süreçlerinin temelini oluşturacaktır. Ayrıca, başarılı uygulamaların yaygınlaştırılması için bölgesel ve ulusal ölçekte çalıştaylar, sempozyumlar, dijital platformlar ve öğretmen değişim programları gibi etkileşimli mekanizmalar kurulmalıdır.

Stratejik politika tasarımı yalnızca teknik altyapı ve mali kaynak aktarımına odaklanmak yeterli değildir. Bunun ötesinde, okul yöneticilerinin liderlik kapasitesinin artırılması, öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin sürekli desteklenmesi ve yenilikçi uygulamalara açıklığın kurumsal kültüre yerleşmesi gerekmektedir. Yönetim kademesinde, teknoloji entegrasyonunun okul vizyonunun bir parçası olarak benimsenmesi, yöneticilere stratejik planlamada ve insan kaynağı geliştirmede yol gösterici olacaktır.

Ayrıca, ulusal düzeyde sürdürülebilirlik eğitiminin yaygınlaştırılması için, bakanlıklar arası iş birliği ve üniversitelerle ortak araştırma-geliştirme projelerinin desteklenmesi, inovasyon odaklı okul-aile-toplum ortaklıklarının teşvik edilmesi önem arz etmektedir. Politika yapıcıların veri temelli karar alma mekanizmaları kurması, okullardan ve öğretmenlerden gelen geri bildirimlerin sürekli toplanması ve bu veriler ışığında programların esnek biçimde güncellenmesi, uygulamanın etkililiği açısından kritik önemdedir. Sonuç olarak, politika ve yönetim düzeyinde teknoloji entegrasyonunun sürdürülebilirliği için çok katmanlı, kapsayıcı ve dinamik stratejiler geliştirilmelidir. Bu stratejiler, yalnızca bugünün değil, geleceğin ihtiyaçlarına da cevap verecek biçimde sürekli güncellenmeli ve bütün paydaşları sürece dahil edecek şekilde tasarlanmalıdır. Eğitimde dijital dönüşümün başarısı, ancak böylesi bütüncül ve vizyoner bir politika yaklaşımıyla mümkün olabilecektir.

5.2.5. Toplum, aile ve paydaş katılımının güçlendirilmesi

Eğitimde sürdürülebilirlik ve teknoloji entegrasyonu, yalnızca okulun dört duvarı arasında gerçekleşen bir süreç değildir; aksine, çok daha geniş bir toplumsal ve kültürel ekosistem içerisinde şekillenmektedir. Araştırma bulguları, özellikle sürdürülebilir kalkınma eğitimi bağlamında, ailelerin, sivil toplum kuruluşlarının,

yerel yönetimlerin, iş dünyasının ve diğer toplumsal paydaşların sürece aktif ve sürekli katılımının, öğrencilerde hem çevresel farkındalık hem de dijital okuryazarlık gibi temel yeterliliklerin gelişmesinde kritik rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, okulların yalnızca bilgi aktaran kurumlar olarak değil, aynı zamanda toplumun diğer unsurlarıyla etkileşim halinde olan, paydaşlarını sürece ortak eden öğrenme toplulukları olarak yeniden tasarlanması gerekmektedir. Sanal gerçeklik gibi yenilikçi teknolojiler, ailelerin ve toplumun da katılımıyla gerçekleştirilecek okul dışı öğrenme etkinlikleri, sürdürülebilirlik temalı dijital projeler, atölyeler ve saha çalışmaları aracılığıyla, öğrencilerin öğrenme deneyimlerinin gerçek yaşamla daha güçlü bağlar kurmasını sağlayacaktır. Örneğin, sanal gerçeklik destekli çevre inceleme gezileri, atık yönetimi, enerji tasarrufu veya biyoçeşitlilik gibi toplumsal konularda, ailelerin ve öğrencilerin birlikte katılım gösterebileceği uygulamalar, kalıcı davranış değişiklikleri yaratmak açısından oldukça etkilidir.

Ayrıca, ailelerin eğitime katılımı yalnızca öğrenci başarısını artırmakla kalmamakta, aynı zamanda sürdürülebilirlik odaklı dijital okuryazarlık becerilerinin kuşaklar arası aktarımını da desteklemektedir. Okul-aile iş birliği kapsamında, ailelere yönelik bilinçlendirme seminerleri, dijital platformlar üzerinden rehberlik ve bilgilendirme oturumları, toplumsal sorunlara çözüm geliştiren öğrenci-aile projeleri teşvik edilmelidir. Bu tür uygulamalar, ailelerin hem teknolojik gelişmelere hem de sürdürülebilirlik uygulamalarına karşı farkındalığını artırmakta ve çocuklarına rol model olmalarını sağlamaktadır.

Bununla birlikte, yerel yönetimler, belediyeler, üniversiteler ve özel sektör kuruluşlarıyla yapılan iş birlikleri de okulların teknolojik kapasitesini artırmak, yenilikçi uygulamaları yaygınlaştırmak ve toplumsal etkiyi güçlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Yerel çevre sorunları, sosyal sorumluluk projeleri, sürdürülebilir şehircilik ve dijital vatandaşlık gibi temalarda, çok paydaşlı projeler geliştirilerek, öğrencilerin çözüm üreten, toplumsal katılıma açık ve sorumluluk sahibi bireyler olarak yetişmesi desteklenmelidir. Sonuç olarak, sürdürülebilirlik eğitimi ve dijital teknoloji entegrasyonunun başarılı olabilmesi için, okul-toplum-aile iş birliği kültürünün sistematik biçimde güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, politika yapıcıların ve okul yöneticilerinin, toplumsal paydaşları karar alma süreçlerine dahil etmesi, kaynakları birlikte yönetmesi ve eğitimde toplumsal sorumluluk bilincini artıracak mekanizmalar geliştirmesi önem arz etmektedir. Böylelikle, öğrencilerin

edindiği bilgi ve becerilerin, toplumsal yaşama ve sürdürülebilir gelecek vizyonuna güçlü bir şekilde yansması sağlanabilir.

5.2.6. Süreç izleme, değerlendirme ve ölçme

Dijital teknolojilerin ve sürdürülebilir kalkınma eğitiminin etkili entegrasyonu, yalnızca planlama ve uygulama ile sınırlı kalmamalı; sürecin her aşamasında sistematik bir izleme, değerlendirme ve ölçme kültürünün yerleşmesiyle desteklenmelidir. Araştırmanın bulguları, teknolojik yeniliklerin eğitim ortamlarına entegrasyonunda karşılaşılan en önemli zorluklardan birinin, süreçlerin çoğunlukla anlık ve sonuç odaklı değerlendirilmesi, sürece ilişkin sürekli veri ve geri bildirim mekanizmalarının ise yeterince kullanılmamasıdır. Oysa, yenilikçi uygulamaların sürdürülebilirliği ve etkililiği için kapsamlı bir değerlendirme ekosistemi gereklidir.

Bu kapsamda, süreç izleme ve değerlendirme faaliyetleri çok boyutlu olarak yapılandırılmalı, yalnızca nicel çıktıları (ör. teknoloji kullanım sıklığı, öğrenci başarı puanları, katılım oranları) ile sınırlı kalmamalı; aynı zamanda öğretmenlerin, öğrencilerin ve diğer paydaşların deneyimlerini ve görüşlerini içeren nitel veriler de sistematik biçimde toplanmalıdır. Nitel değerlendirme, öğretmen ve öğrenci günlükleri, odak grup görüşmeleri, sınıf içi gözlem raporları ve uygulama sırasında karşılaşılan güçlüklerin kayda geçirilmesiyle desteklenmelidir. Bu şekilde elde edilen kapsamlı veri setleri, eğitim ortamlarında neyin işe yaradığını, hangi koşullarda daha etkili sonuçlar elde edildiğini ve uygulamanın hangi noktalarda revizyona ihtiyaç duyduğunu ortaya koyar.

Ayrıca, süreç değerlendirmeleri yalnızca proje veya uygulama sonunda değil, süreç boyunca belirli aralıklarla gerçekteştirilmeli ve elde edilen bulgular hızla uygulamaya yansıtılmalıdır. Sürekli geri bildirim döngüleriyle, öğretmenlerin mesleki gelişimi, öğrencilerin teknoloji kullanımındaki ilerlemesi ve okul düzeyindeki uygulama kapasitesi dinamik olarak izlenebilir. Bu yaklaşım, uygulamanın güncellenmesini, karşılaşılan sorunlara hızla müdahale edilmesini ve başarılı örneklerin yaygınlaştırılmasını kolaylaştırır. Bunun yanında, okul ve sistem düzeyinde geliştirilecek dijital veri tabanları ve değerlendirme panelleri sayesinde, elde edilen veriler yalnızca yerel uygulamalar için değil, ulusal politika geliştirme süreçlerine de kaynaklık edebilir. Eğitim otoriteleri ve politika yapıcılar, bu veri setleri üzerinden etkili stratejiler geliştirerek, dijital teknolojilerin ve sürdürülebilirlik uygulamalarının yaygınlaştırılması için daha bilinçli kararlar alabilirler.

Son olarak, izleme ve değerlendirme süreçlerinin etik ilkeler gözetilerek yürütülmesi, öğretmen ve öğrencilerin mahremiyetinin korunması, geri bildirimlerin yapıcı biçimde paylaşılması ve sürece tüm paydaşların aktif katılımının sağlanması da kritik öneme sahiptir. Böylelikle hem okul temelli uygulamalar hem de ulusal politikalar için kanıta dayalı, dinamik ve kapsayıcı bir değerlendirme kültürü yerleşebilir ve eğitimde dijital dönüşümün kalıcı ve etkili biçimde gerçekleşmesi mümkün olabilir.

5.2.7. Geleceğe yönelik araştırma ve geliştirme alanları

Bu araştırmanın bulguları, dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik eğitimi ve fen eğitimine entegrasyonunda yalnızca mevcut uygulama modellerinin değil, aynı zamanda geleceğe dönük sürekli gelişen ve yenilenen uygulama yaklaşımlarının geliştirilmesine duyulan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır. Eğitim teknolojilerinin hızla çeşitlendiği günümüzde, yeni nesil dijital araçların (örneğin, yapay zekâ tabanlı öğrenme analitiği, artırılmış gerçeklik, oyunlaştırma, nesnelerin interneti) fen ve sürdürülebilirlik eğitiminde nasıl bütüncül, pedagojik ve etik biçimde kullanılabileceği üzerine odaklanan araştırmaların önemi her geçen gün artmaktadır.

Öncelikli olarak, öğretmen eğitiminde yeni teknolojilerin entegrasyonuna dair eylem araştırmaları ve pilot uygulamalar planlanmalı; bu sayede teknolojik yeniliklerin, gerçek sınıf ortamlarında öğretmen ve öğrenci performansına etkisi doğrudan gözlemlenebilir. Üniversite-okul iş birlikleri ve disiplinler arası proje grupları aracılığıyla, öğretmen adaylarının dijital araçlarla erken deneyim yaşamaları, yenilikçi ders tasarımı ve uygulama becerilerinin gelişmesini destekleyecektir. Ayrıca, sanal ve hibrit laboratuvarlar, mikro-öğrenme modülleri ve akıllı değerlendirme sistemleri gibi yeni araçların eğitim süreçlerine entegrasyonuna dair geniş çaplı etki araştırmalarına ihtiyaç vardır.

Bunun yanında, kültürel, bölgesel ve sosyo-ekonomik farklılıkların teknoloji entegrasyonu üzerindeki etkileri çoklu vaka çalışmaları, boylamsal araştırmalar ve karşılaştırmalı analizlerle derinlemesine incelenmelidir. Farklı okul türleri, coğrafi bölgeler ve öğrenci profillerinde teknolojinin benimsenmesi ve etkisinin karşılaştırılması, bağlama duyarlı uygulama modellerinin geliştirilmesine katkı sunacaktır. Böylece, özellikle kırsal ve dezavantajlı bölgelerde dijital uçurumun azaltılması ve fırsat eşitliğinin sağlanması için politika önerileri üretilebilir.

Ayrıca, yeni nesil teknolojilerin etik, güvenlik ve veri mahremiyeti boyutlarında yaratabileceği riskler de gelecekteki araştırmaların önemli bir odağı olmalıdır. Özellikle, yapay zekâ tabanlı eğitim uygulamalarında algoritmik önyargı, veri gizliliği, dijital okuryazarlık ve teknolojik stres gibi konular, kapsamlı nitel ve nicel araştırmalarla irdelenmelidir. Bu alanda geliştirilecek yönergeler ve etik kodlar, öğretmenlerin ve öğrencilerin dijital ortamlarda daha güvenli ve bilinçli hareket etmelerine yardımcı olacaktır.

Son olarak, uluslararası ortaklıklar ve disiplinler arası araştırma ağları kurularak, farklı ülkeler ve kültürlerde geliştirilen iyi uygulama örneklerinin paylaşımı teşvik edilmelidir. Avrupa Birliği, UNESCO, OECD gibi uluslararası kuruluşların desteklediği projeler aracılığıyla, sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve fen eğitimi bağlamında dijital teknolojilerin yaygınlaştırılması ve etkisinin artırılması sağlanabilir. Böylelikle, geleceğin eğitim ortamlarına yön verecek yenilikçi, esnek ve kapsayıcı modellerin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

5.3. Öğretmen Eğitimi ve Mesleki Gelişime Yönelik Öneriler

Araştırmanın bulguları, öğretmenlerin teknolojiye yönelik kabulünü artırmak ve sürdürülebilirlik eğitimi uygulamalarını etkinleştirmek için öğretmen eğitiminin çok boyutlu, dinamik ve süreklilik içeren bir yapıya sahip olması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Geleneksel, tek seferlik ve çoğunlukla yüzeysel kalan hizmet-içi eğitim uygulamaları, dijital dönüşümün gerektirdiği pedagojik derinliği ve pratik yeterliği sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, öğretmen yetiştirme programları; dijital teknolojilerin eğitimde etkin kullanımına, öğrenme ortamlarının teknolojiyle yeniden tasarlanmasına ve öğretim süreçlerinde sürdürülebilirlik temalarının entegre edilmesine olanak verecek şekilde kapsamlı biçimde yeniden yapılandırılmalıdır.

Bunun ötesinde, Teknoloji, Pedagoji ve Alan Bilgisi modelinin öğretmen eğitimlerinin merkezine alınması gereklidir. Öğretmenlerin, yalnızca yeni teknolojileri tanımaları değil, aynı zamanda bu teknolojileri disipline özgü öğretim yöntemleriyle bütünleştirerek yenilikçi ve etkili ders tasarımları oluşturabilmeleri sağlanmalıdır. Bu amaçla, mesleki gelişim programlarının içeriği, uygulamalı atölyeler, vaka analizleri, teknoloji destekli mikro-öğretim uygulamaları ve etkileşimli senaryo çalışmalarıyla zenginleştirilmelidir. Ayrıca, çevrim içi öğrenme toplulukları, akran koçluğu ve

mentörlük uygulamaları sayesinde, öğretmenler arasında sürekli bir deneyim paylaşımı ve destek kültürü teşvik edilmelidir.

Mesleki gelişim faaliyetlerinin yalnızca başlangıç seviyesindeki öğretmenlere yönelik değil, tüm kariyer basamaklarına yayılan ve yaşam boyu öğrenme anlayışına dayalı şekilde kurgulanması büyük önem taşımaktadır. Yeni başlayan öğretmenler için temel dijital okuryazarlık, bilgi güvenliği ve sanal gerçeklik uygulamalarına giriş düzeyinde eğitimler planlanırken; deneyimli öğretmenler için ileri düzeyde teknolojik entegrasyon, veri odaklı öğretim stratejileri, yapay zekâ tabanlı kişiselleştirilmiş öğrenme uygulamaları gibi alanlara odaklanan modüller geliştirilmelidir. Böylece, öğretmenlerin teknolojik gelişmeler karşısında kendilerini sürekli güncelleyebilmeleri ve eğitim ortamlarında liderlik rolü üstlenmeleri desteklenecektir.

Ayrıca, mesleki gelişim programlarının etkililiği, düzenli olarak izlenmeli ve geri bildirim mekanizmaları yoluyla sürekli iyileştirilmelidir. Eğitimlerin içeriği ve uygulama biçimi, öğretmenlerin ihtiyaçlarına, branşlarına ve okul türlerine göre esnek biçimde uyarlanmalı; yerel ve ulusal düzeyde örnek uygulama modelleri geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Sonuç olarak, öğretmenlerin mesleki gelişimi, dijital dönüşümün ve sürdürülebilirlik eğitim hedeflerinin başarısı için temel bir kaldıraç işlevi görmekte; bu nedenle, stratejik ve sistematik bir şekilde ele alınmalıdır.

5.4. Okul ve Kurum Düzeyinde Destekleyici Altyapı ve Liderliğe Yönelik Öneriler

Eğitimde teknoloji entegrasyonunun sürdürülebilir başarısı, yalnızca öğretmenlerin bireysel çabalarına ve pedagojik yeterliklerine değil, aynı zamanda okulun bütüncül olarak sunduğu fiziksel, teknik ve yönetsel altyapı olanaklarına dayanmaktadır. Dijital dönüşümün gerektirdiği yüksek hızlı ve kesintisiz internet bağlantısı, güncel ve yeterli sayıda bilgisayar, tablet, sanal gerçeklik başlığı, etkileşimli tahtalar gibi donanımların yaygınlaştırılması zorunludur. Özellikle sanal gerçeklik gibi ileri teknolojilerin eğitim ortamlarına etkin şekilde entegre edilebilmesi için, okullarda sanal gerçeklik laboratuvarlarının kurulması, çeşitli branşlara ve öğretim seviyelerine uygun yazılımların temin edilmesi ve bu sistemlerin periyodik olarak güncellenmesi gerekmektedir.

Altyapının sürdürülebilirliğini sağlamak adına, okulların yıllık bakım-onarım bütçelerinin artırılması, donanım ve yazılım güncellemeleri için uzun vadeli planlar oluşturulması büyük önem taşır. Ayrıca, okullarda teknik destek birimlerinin oluşturulması ve öğretmenlerin karşılaştığı teknik sorunlara hızlı müdahale

edilebilmesi için yeterli personel istihdamı gereklidir. Sistematik ihtiyaç analizleri ile, mevcut altyapının hangi alanlarda güçlendirilmesi gerektiği periyodik olarak değerlendirilerek, kaynakların etkili ve verimli kullanımı sağlanmalıdır. Okul yönetimlerinin altyapı yatırımlarında önceliklendirme ve bütüncül planlama yapabilmesi için, MEB ve yerel yönetimler tarafından rehberlik ve ek finansal destek sağlanmalıdır.

Yalnızca fiziksel altyapı değil, aynı zamanda yönetsel ve kültürel liderlik de teknoloji entegrasyonunun yaygın ve etkili biçimde gerçekleşmesini destekleyen temel bir unsurdur. Okul yöneticileri, yenilikçi eğitim uygulamalarına liderlik etmeli, öğretmenlerin teknolojiye ilişkin girişimlerini teşvik eden, hatalardan öğrenmeye açık, katılımcı ve destekleyici bir kurum kültürü inşa etmelidir. Yönetici kadrolarının da dijital liderlik ve değişim yönetimi konularında sürekli eğitim alması, güncel uygulamalar ve uluslararası iyi örneklerle buluşmaları gerekmektedir. Çünkü yönetici desteği, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik motivasyonunu, yenilikçi yaklaşımları deneme cesaretini ve kurumsal aidiyet duygusunu doğrudan etkilemektedir.

Ayrıca, okul içi iletişimi ve mesleki paylaşımı güçlendirmek için, dijital platformlar üzerinden iyi uygulama örneklerinin, öğretmen deneyimlerinin ve teknoloji entegrasyonuna ilişkin çözüm önerilerinin düzenli olarak paylaşılması önerilmektedir. Okul bazında oluşturulacak teknoloji koordinasyon ekipleri, disiplinler arası iş birliğini teşvik edebilir ve tüm paydaşların sürece aktif katılımını sağlayabilir. Sonuç olarak, güçlü bir altyapı ve vizyon sahibi liderlik, teknolojinin sınıf ortamında inovatif, sürdürülebilir ve kapsayıcı biçimde kullanılmasının ön koşulunu oluşturmaktadır.

5.5. Program ve Müfredat Geliştirmeye Yönelik Öneriler

Fen ve sürdürülebilirlik eğitimi programlarının dijital çağa uyumlu şekilde yeniden yapılandırılması, eğitimde teknolojinin etkili, anlamlı ve kalıcı biçimde entegrasyonunun temel koşullarından biridir. Mevcut bulgular, sanal gerçeklik gibi yenilikçi dijital teknolojilerin müfredatla bütünleşik ve sistematik bir şekilde kullanıldığında, öğrencilerin bilimsel kavrayış, çevresel farkındalık ve problem çözme yeteneklerinde belirgin gelişmeler sağladığını göstermektedir. Bu nedenle, program geliştirme süreçlerinde içeriklerin güncellenmesiyle yetinilmemeli, aynı zamanda

öğretim yöntemleri, öğrenme senaryoları ve değerlendirme araçları da dijital dönüşümün gerektirdiği biçimde yeniden tasarlanmalıdır.

Özellikle fen ve sürdürülebilirlik eğitimi müfredatlarında, disiplinler arası ve problem temelli öğrenme yaklaşımlarına öncelik verilmesi önerilmektedir. Öğrencilere gerçek yaşam problemleri üzerinden, teknoloji destekli analiz, modelleme, simülasyon ve deney yapma fırsatları sunulmalıdır. Sanal gerçeklik uygulamaları ile soyut kavramların görselleştirilmesi, öğrencilerin aktif katılımını sağlayan deneyimsel öğrenme ortamlarının oluşturulması, eleştirel düşünme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. Bu bağlamda, öğretmenlerin, öğrencileri disiplinler arası projeler, sürdürülebilirlik temalı saha çalışmaları ve toplumsal sorunlara yönelik dijital çözüm geliştirme etkinliklerine yönlendirmeleri teşvik edilmelidir.

Müfredat çıktılarının değerlendirilmesinde de yenilikçi yaklaşımlar benimsenmelidir. Dijital okuryazarlık, sürdürülebilirlik farkındalığı ve problem çözme becerileri, geleneksel sınavların ötesinde portfolyo, dijital proje sunumları, uygulama temelli değerlendirme formları ve öğrenci yansıtma raporları gibi çağdaş ölçme araçlarıyla izlenmeli ve raporlanmalıdır. Böylece, öğrencilerin dijital araçlarla derinlemesine ve anlamlı öğrenme yaşantıları edinin edinmedikleri çok boyutlu olarak değerlendirilebilecektir.

Dijital teknolojilerin ve sanal gerçekliğin müfredat entegrasyonunda, içerik sağlayıcılar, eğitim teknolojileri şirketleri ve üniversiteler ile yakın iş birlikleri kurulmalıdır. Ortak geliştirilen dijital eğitim içerikleri, öğretmenlerin ve öğrencilerin yerel bağlama uygun, kültürel ve pedagojik açıdan zenginleştirilmiş materyallere erişimini kolaylaştıracaktır. Ayrıca, ulusal düzeyde belirlenen müfredat standartlarının, farklı okul türleri, bölgesel koşullar ve öğrenci grupları için bağlama özgü esneklikler içermesi gerekmektedir. Bu esneklikler sayesinde, her okulun ve sınıfın ihtiyaçlarına uygun özgün uygulama modelleri geliştirilebilecek ve dijital dönüşüm tüm ülke genelinde kapsayıcı biçimde yaygınlaştırılabilecektir. Sonuç olarak, dijital teknolojilerin fen ve sürdürülebilirlik eğitime entegrasyonu için müfredat ve programların yalnızca içerik değil, pedagojik yaklaşım, değerlendirme sistemi ve işbirlikçi yapı bakımından da bütüncül bir şekilde yeniden tasarlanması gerekmektedir. Böyle bir dönüşüm hem öğrenci başarısını artıracak hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada eğitim sistemine stratejik bir katkı sunacaktır.

5.6. Politika ve Strateji Geliştirmeye Yönelik Öneriler

Günümüz dijital çağında, eğitim politikalarının geliştirilmesi sürecinde MEB başta olmak üzere tüm ilgili paydaşların, dijital teknolojilerin sürdürülebilir kalkınma eğitimi ile bütünleştirilmesine öncelik vermesi stratejik bir zorunluluktur. Araştırmanın bulguları, dijital teknolojilerin eğitimde etkin ve kapsayıcı biçimde kullanılabilmesi için yalnızca altyapısal yatırımların değil, aynı zamanda kapsamlı politika ve strateji setlerinin hayata geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, öncelikli olarak okullara ayrılan finansal kaynakların artırılması ve dijital dönüşümü hızlandıracak şekilde fon tahsisatlarının şeffaf, sürdürülebilir ve ihtiyaç odaklı yapılması gerekmektedir. Özellikle sanal gerçeklik, AR ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojilere dayalı pilot projelerin başlatılması ve bu projelerin başarılı uygulama örnekleriyle desteklenerek ülke genelinde yaygınlaştırılması, öğretmenler ve öğrenciler için model teşkil edecek uygulama sahaları yaratacaktır. Pilot projeler, bölgesel çeşitlilik ve sosyo-ekonomik farklılıklar göz önünde bulundurularak tasarlanmalı; kırsal ve dezavantajlı bölgelerde dijital eşitsizliğin azaltılmasına katkı sunmalıdır.

Ayrıca, mevzuat ve standartların güncellenmesi büyük önem taşımaktadır. Dijital içeriklerin kalitesinin artırılması, veri güvenliği, etik dijital kullanım ve telif haklarına ilişkin düzenlemeler, küresel standartlar ve Avrupa Birliği politikalarıyla uyumlu biçimde revize edilmelidir. Böylece, dijital dönüşüm sürecinin hem pedagojik hem de hukuki temelleri güçlendirilmiş olacak, öğretmen ve öğrencilerin güvenli dijital ortamda faaliyet göstermeleri sağlanacaktır.

Bölgesel uygulama merkezlerinin kurulması, farklı illerde geliştirilen yenilikçi eğitim uygulamalarının izlenmesi ve analiz edilmesi, ulusal politika üretiminde kanıta dayalı yaklaşımların benimsenmesini mümkün kılacaktır. Pilot uygulamaların sonuçlarının sistematik olarak toplanması, etki analizlerinin yapılması ve bu verilerin politika geliştirme süreçlerine entegre edilmesi, eğitimde bilimsel temelli karar almanın yolunu açacaktır. Böylece, sadece mevcut uygulamaların yaygınlaştırılması değil, aynı zamanda karşılaşılan sorunların hızlı biçimde tespit edilip giderilmesi sağlanacaktır.

Eğitimde dijital inovasyonu ve iyi uygulama örneklerini teşvik etmek amacıyla, ödül programları, tematik yarışmalar, inovasyon festivalleri ve ulusal çapta görünürlük kazandıran projeler geliştirilmelidir. Bu tür etkinlikler, öğretmenlerin ve

okulların yenilikçi uygulamalarını teşvik edecek, motivasyonu artıracak ve örnek modellerin yaygınlaştırılmasına katkı sunacaktır. Ayrıca, öğretmenlerin geliştirdiği dijital içeriklerin ulusal içerik platformlarında paylaşılması ve bu paylaşımların lisanslanarak telif haklarının korunması, içerik üretiminde sürdürülebilirliği destekleyecektir. Sonuç olarak, politika ve strateji geliştirme süreçlerinde çok paydaşlı, katılımcı ve veri temelli yaklaşımlar benimsenmeli; dijital teknolojilerin sürdürülebilir kalkınma eğitimiyle bütünleştirilmesi, eğitimde toplumsal dönüşümün temel itici gücü haline getirilmelidir. Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca teknolojinin eğitimde kullanımıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda öğretmen, öğrenci, okul ve toplumun tüm bileşenlerini kapsayacak şekilde eğitim ekosisteminin tüm katmanlarında dönüşümü teşvik edecektir.

5.7. Toplum, Aile ve Paydaş Katılıma Yönelik Öneriler

Sürdürülebilir ve etkili bir eğitim ekosisteminin inşası, okul sınırlarının çok ötesinde; aile, toplum, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları (STK) ve özel sektör gibi geniş bir paydaş yelpazesinin aktif katılımını gerektirmektedir. Araştırmanın bulguları, dijital teknoloji ve sürdürülebilirlik odaklı eğitim uygulamalarının başarısının, yalnızca okul tabanlı girişimlerle değil; çok paydaşlı, bütüncül ve toplumsal katılımı teşvik eden modellerle mümkün olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, öncelikle ailelerin eğitim süreçlerine aktif biçimde dahil edilmesi, dijital teknolojilerin bilinçli ve güvenli kullanımı konusunda öğrencilerin yönlendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Ailelerin dijital okuryazarlık düzeylerinin artırılması için bilgilendirici seminerler, atölyeler ve çevrim içi eğitim modülleri düzenlenmeli; ebeveynlerin hem teknoloji kullanımına dair bilinçli rehberlik yapabilmesi, hem de çocuklarının sürdürülebilirlik temalı dijital projelerine katılımı teşvik edilmelidir. Okul-aile iş birliği platformları ve düzenli iletişim mekanizmaları kurularak, ev ve okul arasındaki etkileşim güçlendirilmelidir.

Toplumsal farkındalık artırıcı kampanyalar ve sürdürülebilirlik temalı dijital etkinlikler (ör. sanal sergiler, çevrimiçi yarışmalar, bilim şenlikleri) yaygınlaştırılmalı; öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamlarında (müze, bilim merkezi, fablab, ekolojik çiftlik gibi) gerçek dünya ile bağlantı kurmasına olanak tanınmalıdır. Bu tür deneyimsel öğrenme süreçleri, öğrencilerin soyut kavramları somut uygulamalarla ilişkilendirmesini, çevre ve toplum bilincinin derinleşmesini ve dijital teknolojilerin toplumsal fayda için kullanılmasını teşvik edecektir. Özellikle yerel yönetimler ve özel

sektörle geliştirilecek stratejik iş birlikleri, eğitimde gerçek yaşam problemlerinin sınıf ortamına taşınmasını ve öğrencilerin teknoloji aracılığıyla sürdürülebilirlik konularını bütüncül biçimde deneyimlemesini mümkün kılacaktır. Belediyeler, eğitim kurumlarına teknik ve lojistik destek sağlayabilir; özel sektör ise dijital içerik, yazılım ve donanım temini ile eğitim projelerine katkı sunabilir. Sivil toplum kuruluşları, sosyal sorumluluk projeleriyle hem öğretmen hem de öğrenci topluluklarına yönelik sürdürülebilirlik temalı atölye, seminer ve farkındalık etkinlikleri düzenleyebilir.

Ayrıca, eğitim-öğretim faaliyetlerinin toplumsal kapsayıcılığını artırmak amacıyla, kültürel ve yerel ihtiyaçlara duyarlı, çok dilli ve erişilebilir dijital içerikler üretilmeli; dezavantajlı grupların ve bölgelerin dijital eğitim olanaklarından eşit şekilde faydalanabilmesi için özel stratejiler geliştirilmelidir. Toplum temelli izleme, değerlendirme ve geribildirim mekanizmaları kurularak, paydaşların süreçlere aktif olarak katılımı teşvik edilmeli ve elde edilen çıktıların politika yapımcılarla paylaşılması sağlanmalıdır. Sonuç olarak, eğitimde sürdürülebilirlik ve dijital dönüşümün başarısı, toplumun tüm bileşenlerinin iş birliği, iletişim ve karşılıklı sorumluluk ilkeleri çerçevesinde harekete geçirilmesiyle mümkün olacaktır. Bu kapsamda geliştirilecek bütüncül ve paydaş odaklı yaklaşımlar, yalnızca öğrenci başarısını değil, toplumun genel kalkınma ve dönüşüm kapasitesini de artıracaktır.

5.8. Değerlendirme, İzleme ve Sürekli İyileştirmeye Yönelik Öneriler

Teknoloji entegrasyonunun sürdürülebilir biçimde başarılı olabilmesi için, uygulama süreçlerinin çok boyutlu ve sistematik olarak izlenmesi, değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirilmesi zorunludur. Eğitimde dijitalleşme ve sürdürülebilirlik gibi karmaşık süreçler, yalnızca başlangıçta belirlenen hedeflerle değil, uygulama sırasında ortaya çıkan değişkenlerle de şekillenmektedir. Bu nedenle, uygulama aşamasında elde edilen verilerin titizlikle analiz edilmesi ve elde edilen bulgular ışığında yeniden yapılandırılması, başarıyı artıran temel unsurlardan biridir.

İzleme ve değerlendirme süreçlerinde nicel ve nitel veri kaynaklarının birlikte kullanılması büyük önem taşır. Anketler, performans değerlendirme testleri, öğretmen ve öğrenci gözlem raporları, odak grup görüşmeleri, uygulama sırasında karşılaşılan güçlükleri ve başarı öykülerini belgeleyen günlükler gibi farklı veri kaynakları bir arada analiz edilmelidir. Bu çoklu veri setleri sayesinde, uygulamaların hangi yönlerinin güçlü, hangi yönlerinin ise iyileştirmeye açık olduğu ayrıntılı biçimde ortaya konabilir.

Elde edilen izleme ve değerlendirme verilerinin, okul bazında sürekli iyileştirme döngülerinin oluşturulmasında aktif olarak kullanılması gerekmektedir. Okul yönetimleri, öğretmenler ve ilgili paydaşlar, düzenli aralıklarla gerçekleştirilen değerlendirme toplantılarında elde edilen sonuçları birlikte analiz etmeli; mevcut uygulamaları güçlendirmek ve eksikleri gidermek amacıyla kolektif kararlar almalıdır. Bu süreçler, aynı zamanda öğretmenlerin mesleki öğrenme toplulukları içerisinde deneyim paylaşımı yapmalarına ve yenilikçi uygulamaları yaygınlaştırmalarına olanak tanır.

Ayrıca, boylamsal izleme ve değerlendirme sistemlerinin kurulması ile, teknoloji entegrasyonunun öğrenci, öğretmen ve okul düzeyindeki etkileri uzun vadede izlenebilmektedir. Gelişmiş dijital izleme platformları kullanılarak, öğrencilerin ve öğretmenlerin dijital araçları kullanımındaki ilerleme, motivasyon, başarı ve tutum değişimleri detaylı olarak takip edilebilir. Bu tür sistemler, yalnızca anlık geri bildirim sağlamakla kalmaz, aynı zamanda eğitim politikalarının uzun vadeli planlamasında da bilimsel kanıta dayalı kararların alınmasına katkı sunar.

Ulusal ve bölgesel düzeyde standart izleme protokolleri geliştirilerek, elde edilen değerlendirme sonuçları eğitim otoriteleri ve politika yapıcılar ile paylaşılmalıdır. Böylece, uygulama süreçlerinden elde edilen çıktıların politika ve strateji geliştirme süreçlerine entegrasyonu sağlanır ve sistemde bütüncül bir kalite güvence döngüsü oluşturulur. Sonuç olarak, etkin bir değerlendirme, izleme ve sürekli iyileştirme sistemi, eğitimde dijital dönüşümün kalıcı ve etkili hale gelmesi için vazgeçilmezdir.

5.9. Geleceğe Yönelik Araştırmalar ve Yenilikçi Uygulamalara Yönelik Öneriler

Bu araştırmanın bulguları, eğitimde teknoloji entegrasyonunun dinamik ve sürekli evrilen bir süreç olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Dijital dönüşüm, yalnızca mevcut araçların yaygınlaştırılmasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda yeni ve yenilikçi teknolojilerin eğitim ortamlarına entegrasyonunda araştırma-geliştirme (Ar-Ge), pilot uygulama ve sürekli yenilik gerektirmektedir. Bu noktada, üniversiteler, araştırma merkezleri, okullar ve diğer eğitim paydaşları arasında disiplinler arası ve sektörler arası iş birliklerinin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Önümüzdeki dönemde, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik), öğrenme analitiği, büyük veri ve oyun tabanlı öğrenme gibi ileri dijital teknolojilerin fen ve sürdürülebilirlik eğitimi başta olmak üzere tüm disiplinlerde nasıl etkili biçimde

kullanılabileceğine yönelik kapsamlı eylem araştırmalarına ihtiyaç vardır. Söz konusu teknolojilerin öğretim süreçlerine entegrasyonunda, öğretmen ve öğrenci rollerinin, öğrenme ortamlarının ve pedagojik yaklaşımların nasıl dönüştüğü detaylı olarak araştırılmalıdır. Ayrıca, bu teknolojilerin öğrenci başarısı, motivasyonu, eleştirel düşünme ve sürdürülebilirlik farkındalığı üzerindeki etkileri uzun vadeli ve çok boyutlu izleme çalışmaları ile ortaya konmalıdır.

Bunun yanında, farklı kültürel, bölgesel ve sosyo-ekonomik bağlamlarda teknoloji entegrasyonunun etkilerini karşılaştıran çalışmalar öncelikli olarak ele alınmalıdır. Dijital uçurumun önlenmesi, dezavantajlı bölgelerde eşit fırsatlar sunulması ve uygulamaların yerel ihtiyaçlara duyarlı biçimde uyarlanması için çok-merkezli ve çok-kültürlü araştırma modelleri geliştirilmelidir. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki pilot uygulamalardan elde edilen bulgular, ulusal düzeyde yaygınlaştırılacak uygulama stratejilerinin şekillenmesinde yol gösterici olacaktır.

Geleceğe yönelik bir diğer önemli öneri ise, yenilikçi uygulama ve teknolojik gelişmelerin eğitim politikalarına entegrasyonunda, kanıta dayalı veri ve izleme sonuçlarının aktif olarak kullanılmasıdır. Eğitim sisteminin esnekliği ve yeniliğe açıklığı, ancak uygulama sonuçlarının şeffaf biçimde paylaşılması ve başarısı kanıtlanan modellerin ölçeklenmesiyle sağlanabilir. Bu çerçevede, öğretmenlerin ve okulların kendi uygulama örneklerini, iyi uygulama bankaları aracılığıyla paylaşmaları teşvik edilmelidir.

Son olarak, öğrenci, öğretmen ve diğer paydaşların teknoloji geliştirme ve yenilik süreçlerine doğrudan katılımını sağlayacak tasarım-odaklı araştırma (design-based research) ve ortak üretim (co-creation) yaklaşımlarının yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Bu sayede, geliştirilen dijital araçlar ve öğrenme ortamları, gerçek ihtiyaç ve beklentilere uygun olarak sürekli geliştirilebilir ve sürdürülebilirliğin sağlanmasına daha güçlü bir katkı sunar. Tüm bu öneriler ışığında, gelecekte teknoloji entegrasyonunun yalnızca araçsal değil; pedagojik, kültürel ve toplumsal boyutlarıyla birlikte ele alındığı, çok katmanlı, esnek ve yenilikçi araştırma ve uygulama modellerinin eğitim politikalarına ve okul uygulamalarına yansıtılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbas, J. R., Bertram-Ralph, E., Bruce, I. A., ve McGrath, B. A. (2024). The road to Net Zero: incorporating virtual reality technology to reduce the carbon footprint of medical training. *British Journal of Anaesthesia*, 133(6), 1377-1379. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2024.01.021>
- Abdekhoda, M., Dehnad, A., ve Zarei, J. (2022). Factors influencing adoption of e-learning in healthcare: integration of UTAUT and TTF model. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(327), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12911-022-02060-9>
- Abdullah, F., ve Ward, R. (2016). Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, 238–256. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.036>
- Abu, N. K., Bacanak, A., ve Gökdere, M. (2016). Öğretmen adaylarının Türk eğitim sisteminin sorunlarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 287-307. <https://doi.org/10.17539/aej.07102>
- Acosta-Enriquez, B. G., Farroñan, E. V. R., Zapata, L. I. V., Garcia, F. S. M., Rabanal-León, H. C., Angaspilco, J. E. M., ve Bocanegra, J. C. S. (2024). Acceptance of artificial intelligence in university contexts: A conceptual analysis based on UTAUT2 theory. *Heliyon*, 10(19), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38315>
- Ahn, J., J. Flores, O., D. Welton, A., ve Hackmann, D. G. (2024). Challenges in sustaining professional learning communities focused on equity. *Journal of Educational Change*, 26(1), 57-87. <https://doi.org/10.1007/s10833-024-09511-2>
- Aina, A. ve Ogegbo, A. (2022). Investigating TVET college educators' experiences while transitioning from the traditional classroom to the virtual classroom during the COVID-19 pandemic. *Perspectives in Education*, 40(1), 129–142. <https://doi.org/10.18820/2519593x/pie.v40.i1.8>
- Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100132>

- Al Farsi, G. (2023). The efficiency of UTAUT2 model in predicting student's acceptance of using virtual reality technology. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(12), 17-27. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i12.36951>
- Al-Adwan, A. S., ve Al-Debei, M. M. (2024). The determinants of Gen Z's metaverse adoption decisions in higher education: Integrating UTAUT2 with personal innovativeness in IT. *Education and Information Technologies*, 29(6), 7413-7445. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12080-1>
- Al-Gahtani, S. S., Hubona, G. S., ve Wang, J. (2007). Information technology (IT) in Saudi Arabia: Culture and the acceptance and use of IT. *Information ve Management*, 44(8), 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.im.2007.09.002>
- Al-Rahmi, W., Yahaya, N., Aldraiweesh, A., Alamri, M., Aljarboa, N., Alturki, U., ve Aljeraiwi, A. (2019). Integrating technology acceptance model with innovation diffusion theory: An empirical investigation on students' intention to use e-learning systems. *IEEE Access*, 7, 26797–26809. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2899368>
- Al-Shahrani, H. (2023). Examining the extent of faculty members' acceptance and readiness on shifting to the e-learning system during the COVID-19 pandemic through the lens of GETAMEL (in Arabic). *The Educational Journal*, 38(149), 189-220. <https://doi.org/10.34120/0085-038-149-006>
- Al-Shahrani, H. A. (2022). Investigating Determinants of the Acceptance of Zoom Technology Through the Lens of GETAMEL. *Journal of Educational and Psychological Studies [JEPS]*, 16(4), 308-319. <https://doi.org/10.53543/jeps.vol16iss4pp308-319>
- Alfarani, L. A. K. (2016). *Exploring the influences on faculty members' adoption of mobile learning at King Abdulaziz University, Saudi Arabia* (Unpublished doctoral dissertation). University of Leeds.
- Aligarh, F., Sutopo, B., ve Widarjo, W. (2023). The antecedents of cloud computing adoption and its consequences for MSMEs' performance: A model based on the Technology-Organization-Environment (TOE) framework. *Cogent Business ve Management*, 10(2), 1-16. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2220190>
- Alkhatabi, M. (2017). Augmented reality as an e-learning tool in primary schools' education: Barriers to teachers' adoption. *International Journal of Emerging*

- Technologies in Learning (iJET)*, 12(2), 91–100.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>
- Altomonte, S., Logan, B., Feißt, M., Rutherford, P. ve Wilson, R. (2016). Interactive and situated learning in education for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(3), 417-443.
<https://doi.org/10.1108/ijshe-01-2015-0003>
- Alvarez, L., Ortoleva, G., Widmer, D. S., Fritz, M., Bugmann, J., Boéchat-Heer, S., ve Ramillon, C. (2024). Future teachers' beliefs about generative AI. Assessing technology acceptance as students or as aspiring professionals. *Journal of Technology and Teacher Education*, 32(3), 383-408.
<https://folia.unifr.ch/unifr/documents/329547>
- Alves-Oliveira, P., Sequeira, P., Melo, F., Castellano, G., ve Paiva, A. (2019). Empathic robot for group learning. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, 8(1), 1-34. <https://doi.org/10.1145/3300188>
- Ardoyn, N. M., Bowers, A. W., Roth, N. W., ve Holthuis, N. (2018). Environmental education and K-12 student outcomes: A review and analysis of research. *The Journal of Environmental Education*, 49(1), 1-17.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2017.1366155>
- Ateş, H., Garzón, J., ve Lampropoulos, G. (2024). Evaluating science teachers' flipped learning readiness: A GETAMEL approach test. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6283–6300.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2255232>
- Ateş, H., ve Garzón, J. (2022). Drivers of teachers' intentions to use mobile applications to teach science. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2521-2542. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10671-4>
- Ateş, H., ve Garzón, J. (2023). An integrated model for examining teachers' intentions to use augmented reality in science courses. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1299-1321. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11239-6>
- Ateş, H., ve Gündüzalp, C. (2024). A unified framework for understanding teachers' adoption of robotics in STEM education. *Education and Information Technologies*, 29(11), 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12382-4>
- Ateş, H., ve Gündüzalp, C. (2025). Proposing a conceptual model for the adoption of artificial intelligence by teachers in STEM education. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2457350>

- Ateş, H., ve Kölemen, C. Ş. (2025). Integrating theories for insight: an amalgamated model for gamified virtual reality adoption by science teachers. *Education and Information Technologies*, 30, 2123–2153. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12892-9>
- Ateş, H., ve Polat, M. (2025). Exploring adoption of humanoid robots in education: UTAUT-2 and TOE models for science teachers. *Education and Information Technologies*, 30, 12765–12806. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13344-8>
- Aurangzeb, W., Kashan, S., ve Rehman, Z. U. (2024). Investigating Technology Perceptions Among Secondary School Teachers: A Systematic Literature Review on Perceived Usefulness and Ease of Use. *Academy of Education and Social Sciences Review*, 4(2), 160-173. <https://doi.org/10.48112/aessr.v4i2.746>
- Avantis Systems. (2021). Introducing: The ClassVR standalone headset. <https://www.classvr.com/school-virtual-reality/student-vr-standalone-headset/>
- Awa, H. O., Ojiabo, O. U., ve Emecheta, B. C. (2015). Integrating TAM, TPB and TOE frameworks and expanding their characteristic constructs for e-commerce adoption by SMEs. *Journal of Science ve Technology Policy Management*, 6(1), 76-94. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-04-2014-0012>
- Aydogan Yenmez, A., Gökce, S., Aydede, M. N., ve Çelik, T. (2021). Investigation of Pre-Service Teachers' Awareness of STEM and STEM Teaching Intention. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(1), 250-260.
- Bailenson, J. N. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton ve Company.
- Barfod, K. S., ve Daugbjerg, P. (2020). Teaching science and mathematics outside the classroom: A pilot study on assessing inquiry-based practices. In M. Gröger, C. Prust, ve A. Flügel (Eds.), *Cultural appropriation of spaces and things: Conference proceedings October 28–30, 2019* (pp. 43–54). Universitätsverlag Siegen. <https://doi.org/10.25819/ubsi/5429>
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., ve Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416–430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
- Barton, A., Sheen, J. ve Byrne, L. (2020). Immediate attention enhancement and restoration from interactive and immersive technologies: A scoping review.

- Frontiers in Psychology*, 11(2050), 1-14.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02050>
- Bennett, E., ve Reyers, B. (2024). Disentangling the complexity of human–nature interactions. *People and Nature*, 6(2), 402-409.
<https://doi.org/10.1002/pan3.10611>
- Birleşmiş Milletler. (1992). *Agenda 21 - United Nations conference on environment ve development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992*. Retrieved from <http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm>
- Birleşmiş Milletler. (2015a). 70/1. *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development [UN resolution]*. United Nations.
<https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Birleşmiş Milletler. (2015b). *The Millennium Development Goals Report 2015*. United Nations. <https://www.un.org/en/development/desa/publications/mdg-report-2015.html>
- Boffi, P., Clerici, M., Muolo, M., Gallace, A., ve Lanzi, P. L. (2023, May). EnVisioning CoRals: Embodying Coral Reef Inhabitants to Raise Awareness on Climate Changes Impacts on Remote Environments. In *2023 9th International Conference on Virtual Reality (ICVR)* (pp. 239-246). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICVR57957.2023.10169419>
- Bowen, N. K., ve Guo, S. (2011). *Structural equation modeling*. Oxford University Press.
- Bower, M., DeWitt, D., ve Lai, J. W. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2215-2233.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13009>
- Brown, S. A., ve Venkatesh, V. (2005). Model of adoption of technology in households: A baseline model test and extension incorporating household life cycle. *MIS Quarterly*, 29(3), 399–426. <https://doi.org/10.2307/25148690>
- Brundiers, K., Wiek, A. ve Redman, C. (2010). Real-world learning opportunities in sustainability: From classroom into the real world. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4), 308-324.
<https://doi.org/10.1108/14676371011077540>
- Buabeng-Andoh, C. (2012). Factors influencing teachers' adoption and integration of information and communication technology into teaching: A review of the

- literature. *International Journal of Education and Development using ICT*, 8(1), 136-155.
- Buraimoh, O. F., Boor, C. H., ve Aladesusi, G. A. (2023). Examining facilitating condition and social influence as determinants of secondary school teachers' behavioural intention to use mobile technologies for instruction. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 3(1), 25-34. <https://doi.org/10.17509/ijert.v3i1.44720>
- Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming* (3rd ed.). Routledge.
- Cabero-Almenara, J., Palacios-Rodríguez, A., Loaiza-Aguirre, M. I., ve Andrade-Abarca, P. S. (2024). The impact of pedagogical beliefs on the adoption of generative AI in higher education: predictive model from UTAUT2. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, 1-11. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1497705>
- Calder, W., ve Clugston, R. M. (2003). International efforts to promote higher education for sustainable development. *Planning for Higher Education*, 31(3), 30-44.
- Chandler, D. (2013). "Human-centred" development? Rethinking "freedom" and "agency" in discourses of international development. *Millennium: Journal of International Studies*, 42(1), 3–23. <https://doi.org/10.1177/0305829813492184>
- Chang, A. (2012). UTAUT and UTAUT 2: A review and agenda for future research. *The Winners*, 13(2), 10-114. <https://doi.org/10.21512/tw.v13i2.656>
- Chaturvedi, S., Elmahdi, A., Abdelmonem, A., Haralur, S., Alqahtani, N., Suleman, G., ve Alfarsi, M. (2020). Predoctoral dental implant education techniques- Students' perception and attitude. *Journal of Dental Education*, 85(3), 392–400. <https://doi.org/10.1002/jdd.12453>
- Chen, C. Q., Wang, C. Y., Shan, X. F., Zhan, L., ve Chen, S. J. (2024). An empirical investigation of reasons influencing pre-service teachers acceptance and rejection of immersive virtual reality usage. *Teaching and Teacher Education*, 137, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104391>
- Chen, H. (2022). *The development trend of visual communication design in the internet era*. Proceedings of the International Conference on Innovative Research. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-046-6_20

- Cheng, Y. (2010). Antecedents and consequences of e-learning acceptance. *Information Systems Journal*, 21(3), 269–299. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2010.00356.x>
- Chin, C., Munip, H., Miyadera, R., Thoe, N., Ch'ng, Y. ve Promsing, N. (2018). Promoting education for sustainable development in teacher education integrating blended learning and digital tools: An evaluation with exemplary cases. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 15(1), em1653. <https://doi.org/10.29333/ejmste/99513>
- Chuo, Y., Tsai, C., ve Lan, Y. (2011). The effect of organizational support and self-efficacy on the usage intention of e-learning system in hospital. *Key Engineering Materials*, 467–469, 2137–2142. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.467-469.2137>
- Ciftci, S. K., Gok, R., ve Karadag, E. (2023). Acceptance and use of the distance education systems of Turkish medical educators during COVID-19 pandemic: an analysis of contextual factors with the UTAUT2. *BMC Medical Education*, 23(36), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04024-7>
- Clay, V., König, P., ve König, S. (2019). Eye tracking in virtual reality. *Journal of Eye Movement Research*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.16910/jemr.12.1.3>
- Crowdmark. (2024, May 1). The digital classroom: Enhancing student engagement through educational technology. <https://crowdmark.com/blog/the-digital-classroom-enhancing-student-engagement-through-educational-technology/>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., ve Hart, H. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, 35(6), 64–82. <https://doi.org/10.1145/129888.129892>
- Çakır, Z. (2022). Beden eğitimi ve spor eğitimi öğretmen adaylarının sanal gerçeklik teknolojisinin incelenmesi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 13(49), 1001-1016. <https://doi.org/10.35826/ijoess.3186>
- Çilesiz, E., ve Aydın, N. (2022). Metaverse and tourism: A theoretical approach. *Journal of Academic Tourism Studies*, 3(1), 32-44. <https://doi.org/10.29228/jatos.62009>
- Darmawan, A., ve Umamah, N. (2019). Testing of technology acceptance model on e-learning based Edmodo framework: A perspective of students' perception.

- Journal of Information Systems and Informatics*, 1(1), 60–69.
<https://doi.org/10.33557/isi.v1i1.3>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
<https://doi.org/10.2307/249008>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
- Deubel, H., ve Schneider, W. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827–1837. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)00294-4](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)00294-4)
- DeVellis, R. F., ve Thorpe, C. T. (2021). *Scale development: Theory and applications*. Sage publications.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., ... Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>
- Dodds, W. B., Monroe, K. B., ve Grewal, D. (1991). Effects of price, brand, and store information on buyers' product evaluations. *Journal of Marketing Research*, 28(3), 307–319. <https://doi.org/10.1177/002224379102800305>
- Du Pisani, J. A. (2006). Sustainable development – Historical roots of the concept. *Environmental Sciences*, 3(2), 83–96.
<https://doi.org/10.1080/15693430600688831>
- Eden, S., ve Bezer, M. (2011). Three-dimensions vs. two-dimensions intervention programs: The effect on the mediation level and behavioural aspects of children with intellectual disability. *European Journal of Special Needs Education*, 26(3), 315–337. <https://doi.org/10.1080/08856257.2011.593827>
- Ellis, T. (2024). *Career technical and agricultural education teachers in rural schools: Perceptions of leadership abilities, professional support, and overall job satisfaction following participation in a teacher leadership professional learning community* (Doctoral dissertation, Kennesaw State University).

- Erdem, B. ve Karakoç, E. (2020). Yas ve melankolide sanal gerçekliğin duygulanımsal boyutu. *Intermedia International E-Journal*, 7(12), 252-269. <https://doi.org/10.21645/intermedia.2020.79>
- Esteva, G. (2018). *What is development? Oxford Research Encyclopedia of International Studies*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190846626.013.360>
- Faqih, K. M., ve Jaradat, M. I. R. M. (2021). Integrating TTF and UTAUT2 theories to investigate the adoption of augmented reality technology in education: Perspective from a developing country. *Technology in Society*, 67, 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101787>
- Fauville, G., Queiroz, A. C. M., ve Bailenson, J. N. (2020). Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. *Technology and Health*, 91-108. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816958-2.00005-8>
- Fidan, Ş. ve Ulvi, A. (2022). Tarsus Aziz Pavlus Kilisesinin yersel lazer tarama teknikleri ile üç boyutlu modelinin oluşturularak sanal gerçekliğe hazırlamanın değerlendirilmesi. *Turkey Lidar Journal*, 4(2), 60-70. <https://doi.org/10.51946/melid.1206504>
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited.
- Fishbein, M., ve Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. Psychology Press.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... ve Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Fornell, C., ve Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 412-422. <https://doi.org/10.1111/bjet.12135>
- Ganguly, K. K. (2024). Understanding the challenges of the adoption of blockchain technology in the logistics sector: the TOE framework. *Technology Analysis ve Strategic Management*, 36(3), 457-471. <https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2036333>

- García-Murillo, G., Novoa-Hernández, P., ve Serrano Rodríguez, R. (2023). On the Technological Acceptance of Moodle by Higher Education Faculty-A Nationwide Study Based on UTAUT2. *Behavioral Sciences*, 13(5), 1-27. <https://doi.org/10.3390/bs13050419>
- Gelbrich, K., ve Sattler, B. (2014). Anxiety, crowding, and time pressure in public self-service technology acceptance. *Journal of Services Marketing*, 28(1), 82-94. <https://doi.org/10.1108/JSM-02-2012-0051>
- Gharrah, A.S.A., ve Aljaafreh, A. (2021). Why Students Use Social Networks for Education: Extension of Utaut2. *Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 53-66. <https://doi.org/10.3926/jotse.1081>
- Glavič, P., ve Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>
- Green, M. ve Somerville, M. (2014). Sustainability education: Researching practice in primary schools. *Environmental Education Research*, 21(6), 832-845. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.923382>
- Green, M., ve Somerville, M. (2014). Sustainability education: Researching practice in primary schools. *Environmental Education Research*, 20(6), 718–731. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.833591>
- Gupta, S., Mathur, N., ve Narang, D. (2023). E-leadership and virtual communication adoption by educators: an UTAUT3 model perspective. *Global Knowledge, Memory and Communication*, 72(8/9), 902-919. <https://doi.org/10.1108/GKMC-01-2022-0001>
- Habibi, A., Riady, Y., Samed Al-Adwan, A., ve Awni Albelbisi, N. (2023). Beliefs and knowledge for pre-service teachers' technology integration during teaching practice: An extended theory of planned behavior. *Computers in the Schools*, 40(2), 107-132. <https://doi.org/10.1080/07380569.2022.2124752>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., ve Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., ve Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hamilton, I. (2020, June 17). Sign language in VR “worth exploring” as hand tracking improves. UploadVR. <https://uploadvr.com/sign-language-vr-asl/>

- Haugstvedt, A.-C., ve Krogstie, J. (2012). *Mobile augmented reality for cultural heritage: A technology acceptance study*. In 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (pp. 247–255). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402563>
- Hebe, H. (2019). Locating the position of environmental education in the South African school curriculum: The case of grade R. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 15(9), em1750. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108486>
- Hedberg, J., ve Alexander, S. (1994). Virtual reality in education: Defining researchable issues. *Educational Media International*, 31(4), 214-220. <https://doi.org/10.1080/0952398940310402>
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1, 26–271. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.2.262>
- Hertz, T., García, M., ve Schlüter, M. (2020). From nouns to verbs: How process ontologies enhance our understanding of social-ecological systems understood as complex adaptive systems. *People and Nature*, 2(2), 328-338. <https://doi.org/10.1002/pan3.10079>
- Hew, K. F., ve Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>
- Hidayat, M. R., ve Siregar, M. R. (2022). Zoom in Online Learning: GETAMEL Implementation of Student Acceptance. *Invention: Journal Research and Education Studies*, 76-83. <https://doi.org/10.51178/invention.v3i3.1087>
- Hoffman, J. E., ve Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception ve Psychophysics*, 57(6), 787–795. <https://doi.org/10.3758/BF03206794>
- Hollweg, K. S., Taylor, J. R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, W. C., ve Zoido, P. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education.
- HTC. (2021). VIVE Focus: The all-in-one VR system designed for enterprise. <https://enterprise.vive.com/us/product/focus-plus/>

- Hu, L. T., ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: a Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hu, Q. (2024). Product design interaction and experience based on virtual reality technology. *JES*, 20(7s), 1571–1583. <https://doi.org/10.52783/jes.3735>
- Hu, X., Goh, Y. M., ve Tay, J. (2024). Construction professionals' perspectives of adaptive learning adoption: an SEM-machine learning approach. *Engineering, Construction and Architectural Management*. Advance Online Publication, <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2024-0896>
- Huang, C. (2021). Using PLS-SEM model to explore the influencing factors of learning satisfaction in blended learning. *Education Sciences*, 11(5), 249. <https://doi.org/10.3390/educsci11050249>
- Huckle, J., ve Sterling, S. R. (Eds.). (1996). *Education for sustainability*. Earthscan.
- Ibrahim, R., Leng, N., Yusoff, R., Samy, G., Masrom, S., ve Rizman, Z. (2018). E-learning acceptance based on technology acceptance model (TAM). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(4S), 871. <https://doi.org/10.4314/jfas.v9i4s.50>
- Idrees, M. A., ve Ullah, S. (2024). Comparative analysis of FinTech adoption among Islamic and conventional banking users with moderating effect of education level: A UTAUT2 perspective. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(3), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100343>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). *Summary for policymakers of IPCC special report on global warming of 1.5°C approved by governments*. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

- İneç, Z. (2020). Sanal gerçeklik teknolojisi ile sosyal bilgiler öğretiminde kültür aktarımı. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 180-203. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.793821>
- Jamei, E., Mortimer, M., Seyedmahmoudian, M., Horan, B., ve Stojcevski, A. (2017). Investigating the role of virtual reality in planning for sustainable smart cities. *Sustainability*, 9(2006), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su9112006>
- Jia, Y. (2023). Innovative teaching mode of instrumental music courses in colleges and universities in China: An exploratory study. *International Journal of New Developments in Education*, 5(23). <https://doi.org/10.25236/ijnde.2023.052319>
- Johnson-Glenberg, M. C. (2018). Immersive VR and education: Embodied design principles that include gesture and hand controls. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 81. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>
- Jones, S. (2015, July 23). What is the millennium development goal on sustainability all about? The Guardian. <https://www.theguardian.com/global-development/2015/jul/23/millennium-development-goal-seven-sustainability-mdg7-sanitation-deforestation-drinking-water-explainer>
- Kaasila, R., Hannula, M. ve Laine, A. (2011). "My personal relationship towards mathematics has necessarily not changed but ..." Analyzing preservice teachers' mathematical identity talk. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 975-995. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9308-x>
- Kahveci, A., ve Sondaş, A. (2023). Eğitimde sanal gerçeklik teknolojisine genel bakış. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 6-13. <https://doi.org/10.53410/koufbd.1134394>
- Kalınkara, Y., ve Özdemir, O. (2024). Anatomy in the metaverse: Exploring student technology acceptance through the UTAUT2 model. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 319-336. <https://doi.org/10.1002/ase.2353>
- Kandemir, C., ve Demir, B. (2020). On virtual reality applications in education: "I am in the classroom as well" project. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 10(4), 339-354. <https://doi.org/10.7456/11004100/002>
- Karahan, E. ve Roehrig, G. (2016). Use of Web 2.0 technologies to enhance learning experiences in alternative school settings. *International Journal of Education*

in *Mathematics Science and Technology*, 4(4), 272.
<https://doi.org/10.18404/ijemst.32930>

- Kasaroğlu, K. ve Güler, M. (2023). Teknoloji kabul modeliyle turizm eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarına ilişkin tutum ve kullanım niyetlerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 1400-1426. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.1307089>
- Khan, M., Reddy, L., Khan, J., Narapureddy, B., Vaddamanu, S., Alhamoudi, F., ve Chaturvedi, S. (2023). Challenges of e-learning: Behavioral intention of academicians to use e-learning during COVID-19 crisis. *Journal of Personalized Medicine*, 13(3), 555. <https://doi.org/10.3390/jpm13030555>
- Kimathi, F., ve Zhang, Y. (2019). Exploring the general extended technology acceptance model for e-learning approach on students' usage intention on e-learning system in University of Dar es Salaam. *Creative Education*, 10(1), 208–223. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.101017>
- Kimmons, R. (2015). Examining TPACK's theoretical future. *Journal of Technology and Teacher Education*, 23(1), 53-77. <https://www.learntechlib.org/primary/p/130072/>
- Kline, R. B. (2023). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.
- Kollmuss, A., ve Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Konca, A. S., Simsar, A., Alhajji, R., ve Al Mansoori, A. (2025). Cross-cultural perspectives on AI adoption in teacher education: a comparative study of pre-service teachers in Turkey and the United Arab Emirates. *Interactive Learning Environments*, 1-27. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2488143>
- Konrad, T., Wiek, A., ve Barth, M. (2021). Learning to collaborate from diverse interactions in project-based sustainability courses. *Sustainability*, 13(17), 9884. <https://doi.org/10.3390/su13179884>
- Konukman, F., Filiz, B., Moghimehfar, F., Maghanoy, M. A., Graber, K., Richards, K. A., ... ve Jinyu, G. S. (2024). Exploring Physical Education teachers' intention and Perceived constraints in Offering Online lessons using the theory

- of Planned Behavior: A multi-country analysis. *Behavioral Sciences*, 14(4), 1-16. <https://doi.org/10.3390/bs14040305>
- Korkmaz, M. (2006). Okul yöneticilerinin kişilik özellikleri ile liderlik stilleri arasındaki ilişki. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 46(46), 199-226.
- Köroğlu, M. (2025). Pioneering virtual assessments: Augmented reality and virtual reality adoption among teachers. *Education and Information Technologies*, 30(8), 9901-9948. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13159-z>
- Kristiawan, N. B. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan mahasiswa terhadap e-learning exelsa moodle dengan menggunakan getamel. *Edcomtech: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 6(2), 275-287. <https://doi.org/10.17977/um039v6i12021p275>
- Krosnick, J. A. (1999). Survey research. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 537-567. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.50.1.537>
- Landorf, H., Doscher, S., ve Rocco, T. (2008). Education for sustainable human development: Towards a definition. *Theory and Research in Education*, 6(2), 221-236. <https://doi.org/10.1177/1477878508091114>
- Lee, H., ve Hwang, Y. (2022). Technology-enhanced education through VR-making and metaverse-linking to foster teacher readiness and sustainable learning. *Sustainability*, 14(8), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su14084786>
- Lemon, N., ve Garvis, S. (2016). Pre-service teacher self-efficacy in digital technology. *Teachers and Teaching*, 22(3), 387-408. <https://doi.org/10.1080/13540602.2015.1058594>
- Li, Q., Liu, Q., ve Chen, Y. (2023). Prospective teachers' acceptance of virtual reality technology: a mixed study in Rural China. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3217-3248. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11219-w>
- Liang, H., Saraf, N., Hu, Q., ve Xue, Y. (2007). Assimilation of enterprise systems: The effect of institutional pressures and the mediating role of top management. *MIS Quarterly*, 31(1), 59–87. <https://doi.org/10.2307/25148781>
- Limayem, M., Hirt, S. G., ve Cheung, C. M. (2007). How habit limits the predictive power of intention: The case of information systems continuance. *MIS Quarterly*, 31(4), 705–737. <https://doi.org/10.2307/25148817>
- Lin, C. C., Huang, A. Y., ve Lu, O. H. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart*

- Learning Environments*, 10(41), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>
- Linowes, J. (2015). *Unity virtual reality projects: Explore the world of virtual reality by building immersive and fun VR projects using Unity 3D*. Packt Publishing. <https://www.amazon.com/dp/178398855X>
- Liu, Q., Cheng, Z., ve Chen, M. (2019). Effects of environmental education on environmental ethics and literacy based on virtual reality technology. *The Electronic Library*, 37(5), 860-877. <https://doi.org/10.1108/EL-12-2018-0250>
- Liu, X. (2023). Digital Transformation of Environmental Design Education and Application of Virtual Reality. *Journal of Education and Educational Research*, 5(3), 53-56. <https://doi.org/10.54097/jeer.v5i3.13303>
- Liu, Y., Sun, J. C. Y., ve Chen, S. K. (2023). Comparing technology acceptance of AR-based and 3D map-based mobile library applications: a multigroup SEM analysis. *Interactive Learning Environments*, 31(7), 4156-4170. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1955271>
- Lytovchenko, I., Yamshynska, N., Куценюк, Н., ve Filatova, V. (2021). Teaching sustainability online to university students with the use of interactive presentation tools: A case study. *Advanced Education*, 8(17), 11-18. <https://doi.org/10.20535/2410-8286.227792>
- Mahamud, S., Fam, S. F., Saleh, H., Kamarudin, M. F., ve Wahjono, S. I. (2021, November). Predicting Google Classroom Acceptance and Use in STEM Education: Extended UTAUT2 Approach. In *2021 2nd SEA-STEM International Conference (SEA-STEM)* (pp. 155-159). IEEE.
- Mailizar, M., Burg, D., ve Maulina, S. (2021). Examining university students' behavioral intention to use e-learning during the COVID-19 pandemic: An extended TAM model. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7057–7077. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10557-5>
- Makransky, G., ve Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937-958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Malik, S., Chadhar, M., Vatanasakdakul, S., ve Chetty, M. (2021). Factors affecting the organizational adoption of blockchain technology: Extending the

- technology–organization–environment (TOE) framework in the Australian context. *Sustainability*, 13(16), 1-31. <https://doi.org/10.3390/su13169404>
- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., ve Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Matarirano, O., Jere, N., Sibanda, H., ve Panicker, M. (2021). Antecedents of blackboard adoption by lecturers at a South African higher education institution–Extending GETAMEL. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(1), 60-79. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i01.16821>
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.
- Medeiro, E., ve Domingo, J. (2021). Social interaction: A crucial means to promote sustainability in initial teacher training. *Sustainability*, 13(15), 8666. <https://doi.org/10.3390/su13158666>
- Mensah, I., Zeng, G., Luo, C., Lu, M., ve Xiao, Z. (2022). Exploring the e-learning adoption intentions of college students amidst the COVID-19 epidemic outbreak in China. *SAGE Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221086629>
- Mierlo, B., Arkesteijn, M., ve Leeuwis, C. (2010). Enhancing the reflexivity of system innovation projects with system analyses. *American Journal of Evaluation*, 31(2), 143-161. <https://doi.org/10.1177/1098214010366046>
- Mikropoulos, T. A., ve Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers ve Education*, 56(3), 769-780. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
- Millennium Development Goal (2017, May 15). MDG 2: Achieve universal primary education. MDG Monitor. <https://www.mdgmonitor.org/mdg-2-achieve-universal-primary-education>
- Mitre-Ortiz, A., Arteaga, J. ve Cardona-Reyes, H. (2022). Developing a model to evaluate and improve user experience with hand motions in virtual reality environments. *Universal Access in the Information Society*, 22(3), 825–839. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00882-y>
- Mochizuki, Y., ve Fadeeva, Z. (2010). Competences for sustainable development and sustainability: Significance and challenges for ESD. *International Journal of*

- Sustainability in Higher Education, 11(4), 391–403.
<https://doi.org/10.1108/14676371011077603>
- Moore, J. (2005). Seven recommendations for creating sustainability education at the university level: A guide for change agents. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(4), 326–339.
<https://doi.org/10.1108/14676370510623829>
- Mtebe, J. (2019). Examining user experience of e-learning systems implemented in two universities in Tanzania. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(1), 39–55. <https://doi.org/10.1108/ITSE-05-2019-0025>
- Naqvi, S., Sareen, P., Sharma, T., Chawla, S., Wadhwa, S., ve Malik, R. (2023). COVID-19: Job insecurity as a moderator of e-learning acceptance in Indian organisations. *SA Journal of Human Resource Management*, 21. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v21i0.2130>
- Narayan, J., ve Naidu, S. (2024). A new contextual and comprehensive application of the UTAUT2 model post-Covid-19 pandemic in higher education. *Higher Education Quarterly*, 78(1), 47-77. <https://doi.org/10.1111/hequ.12441>
- Negi, S. K. (2024). Exploring the impact of virtual reality and augmented reality technologies in sustainability education on green energy and sustainability behavioral change: A qualitative analysis. *Procedia Computer Science*, 236, 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.065>
- Nguyen, C. (2019). Hand tracking on Oculus Quest hands-on review: My immersion! Digital Trends. <https://www.digitaltrends.com/vr-headset-reviews/oculus-quest-hand-tracking-hands-on-review/>
- Nofita, M., Handarkho, Y. D., ve Mudjihartono, P. (2024). Student Acceptance of LMS in Indonesian High Schools: The SOR and Extended GETAMEL Frameworks. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 19, 1-20. <https://doi.org/10.28945/5367>
- Ockwell, D., Whitmarsh, L., ve O'Neill, S. (2009). Reorienting climate change communication for effective mitigation: Forcing people to be green or fostering grassroots engagement? *Science Communication*, 30(3), 305–327. <https://doi.org/10.1177/1075547008328969>
- Oculus. (2019). Introducing hand tracking on Oculus Quest-Bringing your real hands into VR. https://www.oculus.com/blog/introducing-hand-tracking-on-oculus-quest-bringing-your-real-hands-into-vr/?locale=en_US

- Oculus. (2021). *Compare headsets*. <https://www.oculus.com/compare/>
- Oliveira, T., ve Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 14(1), 110-121.
- Opoku, M. P., Cuskelly, M., Pedersen, S. J., ve Rayner, C. S. (2021). Applying the theory of planned behaviour in assessments of teachers' intentions towards practicing inclusive education: A scoping review. *European Journal of Special Needs Education*, 36(4), 577-592. <https://doi.org/10.1080/08856257.2020.1779979>
- Oubahssi, L., Piau-Toffolon, C., ve Mahdi, O. (2024). VR-Peas: a Virtual Reality PEdAgogical Scenarisation tool. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 7212–7229. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2308094>
- Özçakır, B., ve Aydın, B. (2019). Artırılmış gerçeklik deneyimlerinin matematik öğretmeni adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(2), 314-335. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.487162>
- Özdemir, A. M. (2025). Unveiling the factors influencing science teachers' adoption of eye-tracking technology through the GETAMEL framework. *Frontiers in Education*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1593146>
- Özdemir, O., Erbaş, D., ve Özkan, Ş. (2019). Özel eğitimde sanal gerçeklik uygulamaları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 20(2), 395-420. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.448322>
- Paramita, P., Julianons, J., Fayola, A., Sabur, F. ve Husain, D. (2024). Utilization of virtual reality (VR) in developing interactive learning experiences. *Al-Fikrah Jurnal Manajemen Pendidikan*, 12(1), 136-148. <https://doi.org/10.31958/jaf.v12i1.12501>
- Prasetyo, Y. T., Roque, R. A. C., Chuenyindee, T., Young, M. N., Diaz, J. F. T., Persada, S. F., Miraja, B. A., ve Perwira Redi, A. A. N. (2021). Determining factors affecting the acceptance of medical education eLearning platforms during the COVID-19 pandemic in the Philippines: UTAUT2 approach. *Healthcare*, 9(7), 1-13. <https://doi.org/10.3390/healthcare9070780>
- Price, J., Khatri, H., Gauthier, C., ve Coffey, B. (2025, April 1). Advancing the facilitation of social interaction and community engagement among American football enthusiasts through immersive metaverse platform. In *Proceedings of*

the Eighth International Conference on Computer Graphics and Virtuality (ICCGV 2025) (Vol. 13557, Paper 135570F). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.3065862>

Purdue University. (2024, Ocak 1). *How has technology changed education?* <https://education.purdue.edu/2024/01/how-has-technology-changed-education/>

Rahmawati, R., ve Narsa, I. (2019). Penggunaan e-learning dengan technology acceptance model (TAM). *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 6(2), 127–136. <https://doi.org/10.21831/jitp.v6i2.26232>

Reid, A., ve Petocz, P. (2006). University lecturers' understanding of sustainability. *Higher Education*, 51(1), 105–123. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6379-4>

Revythi, A., ve Τσέλιος, N. (2019). Extension of technology acceptance model by using system usability scale to assess behavioral intention to use e-learning. *Education and Information Technologies*, 24(4), 2341–2355. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09869-4>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., ... ve Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Rozmi, M. D. A. B., Thirunavukkarasu, G. S., Jamei, E., Seyedmahmoudian, M., Mekhilef, S., Stojcevski, A., ve Horan, B. (2019). Role of immersive visualization tools in renewable energy system development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 115, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109363>

Runyon, A., Heaven, S., Forster, L., Kerr, A. M., Shaub, T. L., ve Simon, J. E. (2024). US medical students' attitudes, subjective norms, and perceived behavioral control regarding social media and online professionalism: a single institution study. *Teaching and Learning in Medicine*, 36(3), 293-303. <https://doi.org/10.1080/10401334.2023.2211967>

Salah, B., Abidi, M., Mian, S., Krid, M., Alkhalefah, H. ve Abdo, A. (2019). Virtual reality-based engineering education to enhance manufacturing sustainability in industry 4.0. *Sustainability*, 11(5), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su11051477>

- Salloum, S., AlHamad, A., Al-Emran, M., Monem, A., ve Shaalan, K. (2019). Exploring students' acceptance of e-learning through the development of a comprehensive technology acceptance model. *IEEE Access*, 7, 128445–128462. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939467>
- Sancar, R., Atal Demırbacak, D., ve Ateş, H. (2023a). The use of virtual reality in education for sustainable development. In J. Braun ve G. Trajkovski (Eds.), *Designing context-rich learning by extending reality* (1st ed.). IGI Global.
- Sancar, R., Atal Demırbacak, D., ve Ateş, H. (2023b). Sürdürülebilir çevre eğitiminde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı. In A. Şimşek ve S. Fiş Erümit (Eds.), *Pedagojiden uygulamaya yansımalar: Teknolojinin öğretim ortamlarında kullanımı* (1st ed., pp. 199-222). PEGEM Akademi.
- Sari, G. I., Winasis, S., Pratiwi, I., ve Nuryanto, U. W. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences ve Humanities Open*, 10, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101100>
- Sauer, P., Silva, M., ve Schleper, M. (2022). Supply chains' sustainability trajectories and resilience: A learning perspective in turbulent environments. *International Journal of Operations ve Production Management*, 42(8), 1109-1145. <https://doi.org/10.1108/ijopm-12-2021-0759>
- Schumacker, R. E., ve Lomax, R. G. (2016). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (4th ed.). Routledge.
- Scott, W. (2009). Judging the effectiveness of a sustainable school: A brief exploration of issues. *Journal of Education for Sustainable Development*, 3(1), 33–39. <https://doi.org/10.1177/097340820900300109>
- Selçuk, M., Bütün, M., Kartal, E., ve Gülseçen, S. (2019). Virtual reality perceptions of graduate students in information technology field. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 284-301. <https://doi.org/10.29130/dubited.441417>
- Silva, M., Pereira, M., ve Boffelli, A. (2023). Bridging sustainability knowledge management and supply chain learning: Evidence through buyer selection. *International Journal of Operations ve Production Management*, 43(6), 947-983. <https://doi.org/10.1108/ijopm-01-2022-0047>
- Silvestre, B., Silva, M., Cormack, A., ve Thomé, A. (2020). Supply chain sustainability trajectories: Learning through sustainability initiatives. *International Journal*

- of *Operations ve Production Management*, 40(9), 1301-1337.
<https://doi.org/10.1108/ijopm-01-2020-0043>
- Sitar-Taut, D. A., ve Mican, D. (2021). Mobile learning acceptance and use in higher education during social distancing circumstances: An expansion and customization of UTAUT2. *Online Information Review*, 45(5), 1000-1019.
<https://doi.org/10.1108/OIR-01-2021-0017>
- Slater, M., ve Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Smith System. (2023, Ocak 10). How technology is shaping the future of learning.
<https://smithsystem.com/smithfiles/how-technology-is-shaping-the-future-of-learning/>
- Song, S. ve Ghani, D. (2023). Design a virtual reality interface to enhance the user experience of intangible cultural heritage protection. *GJESET*, 1(1), 37–47.
<https://doi.org/10.56225/gjeset.v1i1.19>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., ve Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Sterling, S. (2010). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 17–33.
<https://doi.org/10.1108/14676371011031869>
- Sterling, S., ve Orr, D. (2001). *Sustainable education: Re-visioning learning and change* (Vol. 6). Totnes: Green Books for the Schumacher Society.
- Stevenson, R. B., Brody, M., Dillon, J., ve Wals, A. E. J. (2017). *International handbook of research on environmental education*. Routledge.
- Stevenson, R. B., Lasen, M., Ferreira, J. A., ve Davis, J. (2017). Approaches to embedding sustainability in teacher education: A synthesis of the literature. *Teaching and Teacher Education*, 63, 405-417.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.013>
- Strzelecki, A., Cicha, K., Rizun, M., ve Rutecka, P. (2021). *Using a general extended technology acceptance model for e-learning (GETAMEL): A literature review of empirical studies*. University of Economics in Katowice.

- Suhail, F., Adel, M., Al-Emran, M., ve AlQudah, A. A. (2024). Are students ready for robots in higher education? Examining the adoption of robots by integrating UTAUT2 and TTF using a hybrid SEM-ANN approach. *Technology in Society*, 77, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102524>
- Surya Bahadur G. C., Bhandari, P., Gurung, S. K., Srivastava, E., Ojha, D., ve Dhungana, B. R. (2024). Examining the role of social influence, learning value and habit on students' intention to use ChatGPT: the moderating effect of information accuracy in the UTAUT2 model. *Cogent Education*, 11(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2403287>
- Surya, U., Sampathsree, N., ve Swetha, M. (2024, June). Virtual Reality For Eco-Conscious Customer Engagement. In *2024 International Conference on Innovations and Challenges in Emerging Technologies (ICICET)* (pp. 1-7). IEEE.
- Suryati, S., Pangga, D., Habibi, H., ve Azmi, I. (2025). Digital Pedagogical Model Based on Climate Change Issues Integrated with Virtual Reality Technology to Enhance Students' Critical Thinking and Climate Change Awareness. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 1-28. <https://doi.org/10.33394/ijete.v2i1.14054>
- Şahin, S. ve Göcen, C. (2021). Sürdürülebilir kalkınma amaçları bağlamında coğrafya eğitimi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(46), 1355-1370. <http://dx.doi.org/10.35826/ijoess.3034>
- Şekerci, C. (2017). Sanal gerçeklik kavramının tarihçesi. *Journal of International Social Research*, 10(54), 1126-1133. <https://doi.org/10.17719/jisr.20175434681>
- Tabachnick, B. G., ve Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7th ed.). Pearson.
- Tarhini, A., Hone, K., ve Liu, X. (2015). A cross-cultural examination of the impact of social, organisational and individual factors on educational technology acceptance between British and Lebanese university students. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 739-755. <https://doi.org/10.1111/bjet.12169>
- Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers ve Education*, 57(4), 2432-2440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.008>

- Teo, T., ve Wong, S. (2013). Modeling key drivers of e-learning satisfaction among student teachers. *Journal of Educational Computing Research*, 48(1), 71–95. <https://doi.org/10.2190/EC.48.1.D>
- Terzi, O. (2023). The relationship of virtual experiential marketing with brand loyalty and repurchase intention. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(4), 393-418. <https://doi.org/10.53443/anadoluibfd.1284514>
- Thoma, S. P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F. W., ve Weibel, D. (2023). Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, 1-14. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.897034>
- Tian, Y., ve Wang, Y. (2024, November). Understanding instructors' tablet adoption for note-taking in interpreting: insights from the GETAMEL model. *Frontiers in Education*, 9, 1-15. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1456770>
- Tilbury, D. (2011). Education for sustainable development: An expert review of processes and learning. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000196419>
- Tilbury, D. (2011). Education for sustainable development: An expert review of processes and learning. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000210073>
- Tonbuluğlu, İ. (2023). Examination of current applications in educational technologies. *Critical Reviews in Educational Sciences*, 4(2), 173-186. <https://doi.org/10.59320/alanyazin.1369322>
- Truong, N. X. (2022). Adopting digital transformation in small and medium enterprises: An empirical model of Influencing factorsbased on TOE-TAM integrated. *Tạp chí Nghiên cứu Tài chính-Marketing*, 45-57. <https://doi.org/10.52932/jfm.vi72.352>
- UNESCO. (2009). Review of contexts and structures for Education for Sustainable Development 2009: Key findings ve ways forward. UNESCO Digital Library. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000187757>
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>

- van Ufford, P. Q., Giri, A. K., ve Mosse, D. (2003). Interventions in development: Towards a new moral understanding of our experiences and an agenda for the future evolving a new approach. In P. Q. van Ufford ve A. K. Giri (Eds.), *A moral critique of development* (pp. 3–40). Routledge.
- Vanderlinde, R., ve van Braak, J. (2010). The gap between educational research and practice: Views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299-316. <https://doi.org/10.1080/01411920902919257>
- Vardarlı, B. (2021). A technological approach: Virtual reality exposure therapy. *Ege Eğitim Dergisi*, 22(1), 40-56. <https://doi.org/10.12984/eggefd.807422>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., ve Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Virtual Reality Society. (2018). Virtual reality motion tracking technology has all the moves. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/motion-tracking/>
- Vlachopoulos, D., Þorkelsdóttir, R., Schina, D. ve Jónsdóttir, J. (2023). Teachers' experience and perceptions of sustainable digitalization in school education: An existential phenomenological study of teachers in Romania, Greece, Cyprus, Iceland, and the Netherlands. *Sustainability*, 15(18), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su151813353>
- Wiek, A., Withycombe, L., ve Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Wijethilake, C., ve Upadhaya, B. (2020). Market drivers of sustainability and sustainability learning capabilities: The moderating role of sustainability control systems. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2297-2309. <https://doi.org/10.1002/bse.2503>
- Wojciechowski, R., ve Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers ve Education*, 68, 570–585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future* (Report No. A/42/427). United Nations.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

- Wu, B., Yu, X., ve Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1992–2004. <https://doi.org/10.1111/bjet.13023>
- Wu, C. H., Liu, C. H., ve Huang, Y. M. (2022). The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load. *International Journal of STEM Education*, 9(35), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00346-y>
- Wu, J. H., ve Wang, S. C. (2005). What drives mobile commerce? An empirical evaluation of the revised technology acceptance model. *Information ve Management*, 42(5), 719–729. <https://doi.org/10.1016/j.im.2004.07.001>
- Wynveen, B. (2017). Improving sustainable living education through the use of formative experiments. *Journal of Education for Sustainable Development*, 11(1), 14-32. <https://doi.org/10.1177/0973408217696532>
- Xie, K., Nelson, M. J., Cheng, S. L., ve Jiang, Z. (2023). Examining changes in teachers' perceptions of external and internal barriers in their integration of educational digital resources in K-12 classrooms. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(2), 281-306. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1951404>
- Yağcı, A., ve Şentürk, C. (2023). Fen bilimleri (fizik-kimya-biyoloji) eğitiminde metaverse. *Educatione*, 2(2), 262-288. <https://doi.org/10.58650/educatione.1299434>
- Yalçın, G., ve Öztürk, Z. (2018). Hastanelerde kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin kabulü ve kullanımının genişletilmiş teknoloji kabul modeline göre değerlendirilmesi: Ankara ili örneği. *AJIT-E Online Academic Journal of Information Technology*, 9(34), 53–71. <https://doi.org/10.5824/1309-1581.2018.4.004.x>
- Yao, N., ve Wang, Q. (2024). Factors influencing pre-service special education teachers' intention toward AI in education: Digital literacy, teacher self-efficacy, perceived ease of use, and perceived usefulness. *Heliyon*, 10(14), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34894>

- Yu, C. W., Chao, C. M., Chang, C. F., Chen, R. J., Chen, P. C., ve Liu, Y. X. (2021). Exploring behavioral intention to use a mobile health education website: an extension of the UTAUT 2 model. *Sage Open*, 11(4), 1-12. <https://doi.org/10.1177/21582440211055721>
- Yuen, A. H. K., Fox, R., ve Park, J. (2003). ICT implementation and school leadership: Case studies of ICT integration in teaching and learning. *Journal of Educational Administration*, 41(2), 158-170. <https://doi.org/10.1108/09578230310464666>
- Yuldashev, A. (2024). Music in virtual reality: New opportunities for composers and performers. *EJLHSS*, 1(1), 136–141. <https://doi.org/10.61796/ejlhs.v1i1.339>
- Yulianto, D., Setyaningsih, E., ve Sumardi, S. (2021). EFL students' interpretations of e-learning during COVID-19 using GETAMEL: Indonesian higher education context. *Register Journal*, 14(2), 203–224. <https://doi.org/10.18326/rgt.v14i2.203-224>
- Yumak, S., ve Karadeniz, C. (2023). Müze eğitiminde yeni teknolojilerin kullanımı ve kazanımları. *Uluslararası Müze Eğitimi Dergisi*, 5, 62-77. <https://doi.org/10.51637/jimuseumed.1376981>
- Yüksekdağ, B. (2021). Sağlık profesyonellerinin eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 130-148. <https://doi.org/10.51948/auad.887267>
- Zardari, B., Hussain, Z., Arain, A., Rizvi, W., ve Vighio, M. (2021). Development and validation of user experience-based e-learning acceptance model for sustainable higher education. *Sustainability*, 13(11), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su13116201>
- Zhang, P., ve Yang, H. (2025). The GETAMEL model: features of the adaptation of teachers in the transition to on-line learning. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(1), 102-114. <https://doi.org/10.62872/3gra3v08>
- Zheng, H., Yu, Q., Wang, Z., ve Wu, Y. (2023). Research on the influence of e-learning quality on the intention to continue e-learning: Evidence from SEM and fsQCA. *Sustainability*, 15(6), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su15065557>

EKLER

EK-1: Öğretmen Adayı Ölçeği

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma, fen bilimleri öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma kapsamında yer alan konuları öğretme süreçlerinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi'nin kullanımını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yürütülmektedir. Tarafsız ve içten yanıtlarınız, araştırmamızın doğruluğu açısından hayati önem taşımaktadır.

Verdiğiniz bilgiler gizli tutulacak ve yalnızca bu akademik çalışma için kullanılacaktır. Araştırmanın geçerliliği için tüm sorulara samimiyetle yanıt vermeniz büyük önem arz etmektedir.

Değerli vaktinizi ayırdığınız ve kıymetli görüşlerinizi paylaştığınız için teşekkür ederim.

Yeşim TAKTAT ATEŞ

Demografik Bilgiler

No	Soru	Seçenekler
1	Cinsiyetiniz	☐ Kadın ☐ Erkek
2	Sınıfınız	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ve sonrası
3	Yaşadığınız şehir	.....
4	Üniversiteniz	.....
5	Not ortalamanız	.....
6	Ailenizin aylık geliri (TL)	.....
7	Annenizin mesleği	☐ Ev hanımı ☐ Memur ☐ İşçi ☐ Serbest meslek ☐ Diğer: _____
8	Babanızın mesleği	☐ Çiftçi ☐ Memur ☐ İşçi ☐ Serbest meslek ☐ Çalışmıyor ☐ Diğer: _____
9	Annenizin eğitim durumu	☐ Okuryazar değil ☐ İlkokul ☐ Ortaokul ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora
10	Babanızın eğitim durumu	☐ Okuryazar değil ☐ İlkokul ☐ Ortaokul ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Yüksek Lisans ☐ Doktora
11	Ailenizle beraber oturduğunuz yerleşim yeri	☐ Şehir Merkezi ☐ İlçe ☐ Kasaba ☐ Köy
12	Ailenizin evinde siz dahil kaç kişi yaşıyor?	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ve daha fazla
13	Evinizde kaç tane kitap bulunuyor?(<i>Magazin dergileri, gazete ve okul kitapları dışında</i>)	☐ 0–10 ☐ 11–25 ☐ 26–100 ☐ 101–200 ☐ 200'den fazla

No	Soru	Seçenekler	
14	Yaşadığınız yerde kendinize ait bir çalışma odanız var mı?	☐ Evet	☐ Hayır
15	Yaşadığınız yerde bilgisayarınız var mı?	☐ Evet	☐ Hayır
16	Daha önce hiç sanal gerçeklik teknolojisini kullandınız mı?	☐ Evet	☐ Hayır
17	Okuldaki öğreniminiz içerisinde sanal gerçeklik teknolojisinden faydalaniyor musunuz?	☐ Evet	☐ Hayır
18	Eğer kullanıyorsanız, öğrenim sürecinizde sanal gerçeklik teknolojisine günlük ne kadar zaman ayırıyorsunuz?(Gün başına saat olarak belirtiniz)	☐ 1 saatten az ☐ 5–8 saat arası	☐ 1–4 saat arası ☐ 9 saat ve daha fazla
19	Çevre sorunları ile ne kadar ilgilisiniz?	☐ Çok fazla ☐ Hiç	☐ Biraz ☐ Çok az
20	Çevre konuları ve problemleri ile ilgili genel olarak ne kadar bilginiz olduğunu düşünüyorsunuz?	☐ Çok ☐ Fikrim yok	☐ Yeteri kadar ☐ Bilmiyorum
21	Aşağıdakilerden hangisi sizin görüşünüze en yakındır?	☐ Çevre problemleri, günümüzde insanların karşı karşıya olduğu en önemli 2 ya da 3 problemten biridir. ☐ Çevre problemleri önemlidir, ama daha başka önemli problemler de vardır. ☐ Çevre problemleri önemli değildir. ☐ Çevre problemlerini problem olarak görmüyorum. ☐ Kesinlikle Katılmıyorum ☐ Katılmıyorum	
22	Türkiye’deki çevre problemleri abartılıyor.	☐ Kararsızım ☐ Katılıyorum ☐ Kesinlikle Katılıyorum	

Fen bilimleri dersinde sürdürülebilir kalkınma kapsamında yer alan konuların öğretimi bağlamında aşağıdaki maddeleri değerlendiriniz.	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
<i>Algılanan Kullanım Kolaylığı</i>					
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı kolaydır.	1	2	3	4	5

Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecinde kullanma konusunda yetkinleşmek benim için kolaydır.	1	2	3	4	5
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı açık ve anlaşılırdır.	1	2	3	4	5
<i>Algılanan Kullanışlılık</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisinin, öğretim sürecime katkı sağlayacağına inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımının, öğretim sürecimdeki öğrenme etkinliğimi artıracığı kanaatindeyim.	1	2	3	4	5
<i>Endişe</i>					
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma konusunda endişeliyim.	1	2	3	4	5
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanırken telafisi mümkün olmayan hatalar yapma düşüncesi beni tedirgin etmektedir.	1	2	3	4	5
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma ihtimali bana biraz korkutucu gelmektedir.	1	2	3	4	5
<i>Deneyim</i>					
Çalışmalarında sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak öğretim deneyimimi geliştirecektir.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecime dahil ederken kendimi rahat hissedeceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim amacıyla verimli bir şekilde kullanabileceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>Öz-yeterlik</i>					
Dışarıdan yardım almaksızın sanal gerçeklik teknolojisini kullanabilme yetkinliğime olan güvenim tamdır.	1	2	3	4	5
Öğretim sürecime sanal gerçeklik teknolojisini etkin bir biçimde entegre etme noktasında gereken yetkinliklere sahibim.	1	2	3	4	5
Çalışmalarında sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı konusunda kendime olan güvenim tamdır.	1	2	3	4	5
<i>Tutum</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisinin öğretim sürecime entegrasyonunun yararlı olacağı kanaatindeyim.	1	2	3	4	5
Öğretim faaliyetlerimde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmaktan memnuniyet duyuyorum.	1	2	3	4	5
Çalışmalarında sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak bana güzel bir deneyim sağlamaktadır.	1	2	3	4	5
<i>Öznel Norm</i>					

Düşüncelerine önem verdiğim insanlar öğretme sürecimde sanal gerçeklik teknolojisinden yararlanmam konusunda tavsiyelerde bulunmaktadırlar.	1	2	3	4	5
Görüşlerine saygı duyduğum insanlar, çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanımım konusunda bana destek vermektedirler.	1	2	3	4	5
<i>Fiyat Değeri</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenecek maliyetin uygun olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yapılan yatırım, eğitim kalitesindeki artış olarak kendini gösterecektir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenen maliyete değer.	1	2	3	4	5
<i>Kolaylaştırıcı Unsurlar</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli kaynaklara sahip olduğumuzu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli bilgi ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için uygun/uyumlu teknolojilere sahip olduğumuzu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerektiğinde yardım alabileceğim kişilere sahip olduğumu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>Algılanan Hoşnutluk</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinin keyifli olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme ortamının eğlenceli olacağına inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinde daha motive olacağımı düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>Alışkanlık</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte benim için alışkanlık haline gelebilir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte vazgeçilmez olabilir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte büyük olasılıkla bir gereklilik haline gelecektir.	1	2	3	4	5
<i>Niyet</i>					

Gelecekte öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yönelik kullanımımı sürdürmeyi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretim amaçlı sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını gelecekte artırmayı planlıyorum.	1	2	3	4	5
Gelecekte, öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yeni yöntemler keşfetmeye açık olduğumu belirtmek isterim.	1	2	3	4	5

EK-2: Öğretmen Ölçeği

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma, fen bilimleri öğretmenlerinin sürdürülebilir kalkınma kapsamında yer alan konuları öğretme süreçlerinde Sanal Gerçeklik Teknolojisi'nin kullanımını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yürütülmektedir. Tarafsız ve içten yanıtlarınız, araştırmamızın doğruluğu açısından hayati önem taşımaktadır. Verdiğiniz bilgiler gizli tutulacak ve yalnızca bu akademik çalışma için kullanılacaktır.

Araştırmanın geçerliliği için tüm sorulara samimiyetle yanıt vermeniz büyük önem arz etmektedir.

Değerli vaktinizi ayırdığınız ve kıymetli görüşlerinizi paylaştığınız için teşekkür ederim.

Yeşim TAKTAT ATEŞ

Demografik Bilgiler

No	Soru	Seçenekler
1	Cinsiyetiniz	☐ Kadın ☐ Erkek
2	Mesleki tecrübeniz (Yıl)	☐ 1-5 ☐ 6-10 ☐ 11-15 ☐ 16-20 ☐ 21-25 ☐ 26 ve sonrası
3	Yaşadığınız şehir	.....
4	Yaşadığınız yerleşim yeri	☐ Şehir Merkezi ☐ İlçe ☐ Kasaba ☐ Köy
5	Evinizde kaç tane kitap bulunuyor?(<i>Magazin dergileri, gazete ve okul kitapları dışında</i>)	☐ 0-10 ☐ 11-25 ☐ 26-100 ☐ 101-200 ☐ 200'den fazla
6	Daha önce hiç sanal gerçeklik teknolojisini kullandınız mı?	☐ Evet ☐ Hayır
7	Okuldaki öğretiminiz içerisinde sanal gerçeklik teknolojisinden faydalaniyor musunuz?	☐ Evet ☐ Hayır
8	Eğer kullanıyorsanız, öğretim sürecinizde sanal gerçeklik teknolojisine günlük ne kadar zaman ayırıyorsunuz?(<i>Gün başına saat olarak belirtiniz</i>)	☐ 1 saatten az ☐ 1-4 saat arası ☐ 5-8 saat arası ☐ 9 saat ve daha fazla
9	Çevre sorunları ile ne kadar ilgilisiniz?	☐ Çok fazla ☐ Biraz ☐ Çok az ☐ Hiç
10	Çevre konuları ve problemleri ile ilgili, genel olarak, ne kadar bilginiz olduğunu düşünüyorsunuz?	☐ Çok ☐ Yeteri kadar ☐ Biraz ☐ Fikrim yok ☐ Bilmiyorum
11	Aşağıdakilerden hangisi sizin görüşünüze en yakındır?	☐ Çevre problemleri, günümüzde insanların karşı karşıya olduğu en önemli 2 ya da 3 problemten biridir. ☐ Çevre problemleri önemlidir, ama daha başka önemli problemler de vardır.

No	Soru	Seçenekler
		☐ evre problemleri önemli değildir. ☐ evre problemlerini problem olarak görmüyorum. ☐ Kesinlikle Katılmıyorum ☐ Katılmıyorum ☐ Kararsızım ☐ Katılıyorum ☐ Kesinlikle Katılıyorum
12	Türkiye’deki evre problemleri abartılıyor.	

Fen bilimleri dersinde sürdürülebilir kalkınma kapsamında yer alan konuların ğretimi bağlamında aşağıdaki maddeleri değerlendiriniz.	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
<i>Algılanan Kullanım Kolaylığı</i>					
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı kolaydır.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisini ğretim sürecinde kullanma konusunda yetkinleşmek benim için kolaydır.	1	2	3	4	5
Öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımı açık ve anlaşılırdır.	1	2	3	4	5
<i>Algılanan Kullanılışlık</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisinin, öğretme sürecime katkı sağlayacağına inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımının, öğretme sürecimdeki öğrenme etkinliğimi artıracaağı kanaatindeyim.	1	2	3	4	5
<i>Endişe</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma konusunda endişeliyim.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanırken telafisi mümkün olmayan hatalar yapma düşüncesi beni tedirgin etmektedir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanma ihtimali bana biraz korkutucu gelmektedir.	1	2	3	4	5
<i>Deneyim</i>	1	2	3	4	5
Çalışmalarımda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak öğretme deneyimimi geliştirecektir.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisini ğretim sürecime dahil ederken kendimi rahat hissedeeğime inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisini öğretme amacıyla verimli bir şekilde kullanabileeeğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>z-yeterlik</i>					

Dışarıdan yardım almaksızın sanal gerçeklik teknolojisini kullanabilme yetkinliğime olan güvenim tamdır.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecime sanal gerçeklik teknolojisini etkin bir biçimde entegre etme noktasında gereken yetkinliklere sahibim.	1	2	3	4	5
Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanımı konusunda kendime olan güvenim tamdır.	1	2	3	4	5
<i>Tutum</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisini öğretim sürecime entegrasyonunun yararlı olacağı kanaatindeyim.	1	2	3	4	5
Öğretme faaliyetlerimde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmaktan memnuniyet duyuyorum.	1	2	3	4	5
Çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak bana güzel bir deneyim sağlamaktadır.	1	2	3	4	5
<i>Öznel Norm</i>					
Düşüncelerine önem verdiğim insanlar öğretme sürecimde sanal gerçeklik teknolojisinden yararlanmam konusunda tavsiyelerde bulunmaktadırlar.	1	2	3	4	5
Görüşlerine saygı duyduğum insanlar, çalışmalarımnda sanal gerçeklik teknolojisini kullanımı konusunda bana destek vermektedirler.	1	2	3	4	5
<i>Fiyat Değeri</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenecek maliyetin uygun olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yapılan yatırım, eğitim kalitesindeki artış olarak kendini gösterecektir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için ödenen maliyete değer.	1	2	3	4	5
<i>Kolaylaştırıcı Unsurlar</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli kaynaklara sahip olduğumuzu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerekli bilgi ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için uygun/uyumlu teknolojilere sahip olduğumuzu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak için gerektiğinde yardım alabileceğim kişilere sahip olduğumu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>Algılanan Hoşnutluk</i>					
Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinin keyifli olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5

Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme ortamının eğlenceli olacağına inanıyorum.	1	2	3	4	5
Sanal gerçeklik teknolojisi ile öğretme sürecinde daha motive olacağımı düşünüyorum.	1	2	3	4	5
<i>Alışkanlık</i>					
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte benim için alışkanlık haline gelebilir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte vazgeçilmez olabilir.	1	2	3	4	5
Öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisini kullanmak gelecekte büyük olasılıkla bir gereklilik haline gelecektir.	1	2	3	4	5
<i>Niyet</i>					
Gelecekte öğretme sürecinde sanal gerçeklik teknolojisine yönelik kullanımımı sürdürmeyi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
Öğretim amaçlı sanal gerçeklik teknolojisinin kullanımını gelecekte artırmayı planlıyorum.	1	2	3	4	5
Gelecekte, öğretim sürecinde sanal gerçeklik teknolojisi kullanarak yeni yöntemler keşfetmeye açık olduğumu belirtmek isterim.	1	2	3	4	5

EK-3: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

BASVURU NO: 526

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU PROJE ONAY FORMU

Projenin Adı	"Sanal Gerçeklik Teknolojisi Yardımıyla Sürdürülebilir Kalkınma Konularının Öğretilmesinde Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Niyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi"	
Projenin Niteliği	Yüksek Lisans/Uzmanlık/Doktora Tezi	
Proje Araştırmacıları	Yeşim TAKTAT ATEŞ (Sorumlu Araştırmacı) Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU (Danışman)	
Sorumlu Araştırmacının Haberleşme Bilgileri	Yeşim TAKTAT ATEŞ (Sorumlu Araştırmacı) Prof. Dr. Murat SARAÇOĞLU (Danışman)	

KARAR:

Etik Kurulumuza başvuran Yeşim TAKTAT ATEŞ'in, "Sanal Gerçeklik Teknolojisi Yardımıyla Sürdürülebilir Kalkınma Konularının Öğretilmesinde Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Niyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi" adlı çalışması değerlendirilerek aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.

Proje etik açıdan uygun bulunmuştur. ☒

Projenin etik açıdan geliştirilmesi gerekmektedir. ☐

Proje etik açıdan uygun bulunmamıştır. ☐

29/11/2022

	ADI SOYADI	İMZA
Etik Kurul Başkanı		
Etik Kurul Başkan Yrd.		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		
Üye		

Ek-4: MEB İzni



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2024.003234

T.C. Kimlik No: 28XXXXXX04

Adı Soyadı: YEŞİM TAKTAT ATEŞ

Araştırmanın Adı: FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ YARDIMIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÖĞRETİMİ NİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Araştırmanın Niteliği: Doktora Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğretmen

Veri Toplama Aracının Başlığı: Sanal gerçeklik ölçeği

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 25.10.2024

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 25.10.2025

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak iller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
KIRŞEHİR	Ortaokul	Atatürk Ortaokulu	705042
KIRŞEHİR	Ortaokul	TEV Zahide Zehra Garring Ortaokulu	704484
KIRŞEHİR	Ortaokul	Yukarı Homurlu Ortaokulu	704626
KIRŞEHİR	Ortaokul	Sıdıklı Ortaokulu	704862
KIRŞEHİR	Ortaokul	Şehit Ramazan Donat Ortaokulu	704910
KIRŞEHİR	Ortaokul	Cacabey Ortaokulu	706635
KIRŞEHİR	Ortaokul	Cumhuriyet ortaokulu	706656
KIRŞEHİR	Ortaokul	Borsa İstanbul 23 Nisan Ortaokulu	707001

Doğrulama Kodu: a0ca488bf66bf9dd0b28db23d35b0f057612fe56ec075693e5443d781f8db3bf

Doğrulama Adresi: arastirmalizinleri.meb.gov.tr/belge-dogrula

Serhat Mah. 1290. Sokak No:8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE

Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12

e-posta: ttkb_arastirmalizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr



Sayfa 1/2



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ



Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
KIRŞEHİR	Ortaokul	Muharrem Sayan Ortaokulu	707049
KIRŞEHİR	Ortaokul	Prof.Dr.Erol Güngör Ortaokulu	707314
KIRŞEHİR	Ortaokul	Sırrı Kardeş Ortaokulu	707366
KIRŞEHİR	Ortaokul	Sebahat Osman Yalçinkaya Ortaokulu	707376
KIRŞEHİR	Ortaokul	TOKİ Ortaokulu	707633
KIRŞEHİR	Ortaokul	Kırşehir Merkez Yunus Emre Ortaokulu	707696
KIRŞEHİR	Ortaokul	Yüceer Ortaokulu	750673
KIRŞEHİR	Ortaokul	Öğretmen Ömer Aydın Ortaokulu	752801
KIRŞEHİR	Ortaokul	Gazi Ortaokulu	768659
KIRŞEHİR	Ortaokul	Necatibey Ortaokulu	853531
KIRŞEHİR	Ortaokul	Şehit Dr.Ulucan Dayan Ortaokulu	879513
KIRŞEHİR	Ortaokul	Yeşilyurt Mustafa Bozkurt Ortaokulu	977001

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

Doğrulama Kodu: a0ca488b66bf9dd0b28db23d35bbf057612fe56ec075693e5443d781f8db3bf
Doğrulama Adresi: arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb_arastirmaiznleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

Sayfa 2/2



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı:	Yeşim TAKTAT ATEŞ
Uyruğu:	T.C

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	01.02.2019
Lisans	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	06.07.2015
Lise	Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi	18.06.2010

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2016-2016	Kırşehir Koleji	Fen Bilimleri Öğretmeni

YABANCI DİL

İngilizce (68)

YAYINLAR

Taktat Ateş, Y., Ates, H., Özbek, N., ve Afacan, Ö. (2019). Special Education Teachers' Self-Efficacy Beliefs toward Science Course. *Science Education International*, 30(4), 241-250. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i4.1>

Taktat Ateş, Y., ve Saraçoğlu, M. (2025). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilirlik bağlamında sanal gerçeklik benimsemelerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3).

Taktat, Y., Saraçoğlu, S., ve Ateş, H. (2022). Fen eğitimi alanındaki akademisyenlerin STEM eğitimi inançları. *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.47214/adeder.1094216>