



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

FEN ÖĞRETİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ
TEKNOLOJİLERİN KULLANIMINA İLİŞKİN FEN
BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN GÖRÜŞLERİNİN
İNCELENMESİ

Münevver SANCA

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2022

FEN ÖĞRETİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ TEKNOLOJİLERİN KULLANIMINA
İLİŞKİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Münevver SANCA

2022



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

FEN ÖĞRETİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ TEKNOLOJİLERİN
KULLANIMINA İLİŞKİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN
GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

THE ANALYZING OF THE POINTS OF SCIENCE TEACHERS CONCERNING
THE USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN SCIENCE
TEACHING

Münevver SANCA

Doç. Dr. Hüseyin ARTUN

Yüksek Lisans

Van, 2022

ONAY SAYFASI

Münevver SANCA tarafından, Doç. Dr. Hüseyin ARTUN danışmanlığında hazırlanan “Fen Öğretiminde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Kullanımına İlişkin Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Görüşlerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, 20/06/2022 tarihinde Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 25/05/2022 tarihli ve 2022/23-12 sayılı kararı ile Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGİÇ Başkanlığında, Doç. Dr. Hüseyin ARTUN ve Doç. Dr. Hasan BAKIRCI Jüri Üyeliğinde oluşturularak Tez Savunma Jürisi huzurunda savunularak Jüri tarafından Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri kapsamında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fuat TANHAN

Enstitü Müdürü

Öz

Bu araştırmanın amacı, fen öğretiminde yapay zekâ destekli teknolojilerin kullanımına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesidir. Araştırma, Türkiye’ de dokuz farklı ilde bulunan özel ve devlet okullarının ortaokul kademesinde görev yapan fen bilimleri öğretmenleri arasından uygun örnekleme yöntemi ile belirlenen 13 fen bilimleri öğretmeni (7-erkek, 6-kadın) ile nitel yöntem tercih edilerek yürütülmüştür. Araştırmanın verileri, araştırmacı tarafından oluşturulan yarı yapılandırılmış mülakat formu yardımıyla toplanarak betimsel analiz ve içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmanın bulgularında öğretmenlerin, yapay zekâ teknolojilerinin geçmiş yıllara nazaran insan hayatında daha fazla yer alması konusundaki fikirlerinin olumlu ve olumsuz uçlarda toplandığı görülmüştür. Öğretmenlerin eğitimde yapay zekâ teknolojilerini çoğunlukla uygulanabilir ve gerekli bulmalarına karşın bazı alanlarda pilot çalışmaların titizlikle yürütülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğretmenler, öğrenciler ve eğitim-öğretim ortamları açısından çeşitli çıktıların olacağına değinmişler ve yapay zekânın mesleki ve kişisel rehberlik, ölçme ve değerlendirme, başarı durumlarının kestirilmesi noktalarında hassas ve esnek sonuçlara ulaşılabileceğini ifade etmişlerdir. Bir disiplin olarak fen bilimleri dersinin yapay zekâ teknolojileri bakımından desteklenebilecek bir yapıda olduğu ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ nda birtakım güncellemelerin yapılması gerektiği belirtilerek fen bilimleri dersinde çoğunlukla kullanılabilir bir alan olarak ifade edilmiştir. Öğretmenlerin mesleki görevlerini yerine getirirken yapay zekâdan yardım alma konusuna sıcak baktıkları ve bu uygulamalarla iş kolaylığı, zaman tasarrufu, güvenli ve sağlıklı öğretim ortamları sağlama, öğrencileri teşvik etme, fen öğretiminin niteliğini artırma, kalıcı ve anlamlı öğrenme, dijitalleşme noktalarında dikkat çekici sonuçlara ulaşılabileceğini vurgulamışlardır. Öte yandan öğretmenlerin yapay zekâ ile ilgili çeşitli endişelerinin olduğu konusunda ortak bir paydada buluştukları sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu bu sonuçların ve oluşturulan önerilerin tüm paydaşlara yol göstermesi ümit edilmektedir.

Anahtar Sözcükler: fen öğretimi, yapay zekâ, teknoloji, fen bilimleri öğretmeni.

Abstract

This survey aims to analyze the points of view of science teachers concerning the usage of Artificial Intelligence Technologies in science teaching. The survey has been carried out by choosing a qualitative research method with 13 science teachers (7 males, 6 females) determined by a convenient sampling method among science teachers working at the secondary school level of private and public schools in nine different cities in Turkey. The data of the research have been collected with the help of a semi-structured interview form created by the researcher and analyzed by descriptive analysis and content analysis. In the findings of the study, it has been observed that the opinions of the teachers about the artificial intelligence technologies taking place in human life rather than in the past years have gathered around positive and negative ends. Although teachers often find artificial intelligence technologies applicable and necessary in education, they have stated that pilot studies should be carried out meticulously in some areas. Teachers have mentioned that it will have various outputs in terms of teachers, students, and education and training environments and stated that artificial intelligence can achieve sensitive and flexible results in terms of vocational and personal guidance, assessment and evaluation, and estimation of success. It has been stated that the science course as a discipline has a structure that can be supported in terms of artificial intelligence technologies and that some improvements should be made in the Science Curriculum, and it is expressed as a field that can be used mostly in the science course. Teachers have emphasized that they lean towards getting help from artificial intelligence while performing their professional duties and that with these implementations, remarkable results can be achieved in terms of ease of work, saving time, providing safe and healthy teaching environments, encouraging students, increasing the quality of science teaching, permanent and meaningful learning, and digitalization. On the other hand, it has been concluded that teachers meet on a common ground that they have various concerns about artificial intelligence. It is expected that these results and suggestions will guide all stakeholders.

Keywords: science teaching, artificial intelligence, technology, science teacher.

Teşekkür

Eğitim-öğretim hayatımın başladığı ilkokul yıllarından yüksek lisans kademesinde araştırma yapabilecek düzeye erişmemde emeği geçen, söz konusu süreçte fikirlerimin şekillenmesini sağlayarak bende derin izler bırakan ve fen bilimleri alanında ilk çalışmalarımı yürütmeme vesile olan tüm öğretmenlerime gönülden saygılarımı, sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın danışmanlığını üstlenen, tezin ana temasının belirlenmesinde, planlanmasında ve yürütülmesinde desteğini eksik etmeyen, çoğu zaman bana cesaret veren, beni fen öğretiminde akademik anlamda iz bırakacak çalışmalara yönlendiren, nitelikli akademik çalışmaları deneyimlememe vesilen olan Doç. Dr. Hüseyin ARTUN' a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans ile ilgili eğitim-öğretim faaliyetleri süresince her türlü fikri ve tecrübesi ile beni en iyi şekilde yönlendiren, cesaretlendiren, akademik hayatıma yön vermemi sağlayan tez jüri üyeleri Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGİÇ' e ve Doç. Dr. Hasan BAKIRCI' ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince çeşitli görüşmelere sabırlı ve gönüllü olarak katılan, kıymetli zamanlarını bana ayırarak deneyimlerini tüm samimiyetleriyle paylaşan çalışma grubumdaki tüm meslektaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Haklarını ödeyemeyeceğimi bildiğim, bu günlere gelmemde örnek duruşuyla, fikirleriyle, varlığıyla, fedakârlıklarıyla, yaratıcılığıyla, azmiyle, inancıyla, güveniyle, kararlılığıyla bana örnek olan sevgili annem Meryem YALÇIN başta olmak üzere Emriye YALÇIN, Emin YALÇIN ve Aydın YALÇIN' a sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

İçindekiler

Öz.....	i
Abstract	ii
Teşekkür.....	iii
Tablolar Dizini.....	vi
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	ix
Bölüm 1 Giriş	1
Problem Durumu.....	1
Araştırmanın Amacı ve Önemi	5
Araştırmanın Problemi	7
Sayıtlar	8
Sınırlılıklar	8
Tanımlar.....	8
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	10
Teknolojik Gelişmeler Işığında Fen Öğretimi	10
Akıl ve Zekâ	13
Yapay Zekâ (YZ).....	13
Yapay Zekânın Teknikleri ve Eğitim Bilimlerinde Kullanımı	16
Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Yapılan Çalışmalar.....	36
Alanyazının Değerlendirilmesi.....	51
Bölüm 3 Yöntem	53
Araştırmanın Katılımcıları	53
Veri Toplama Süreci	56
Veri Toplama Aracı	56
Veri Toplama Aracı İle İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	60
Verilerin Analizi	63
Bölüm 4 Bulgular ve Yorum	65

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	65
Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	83
Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular	96
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	113
Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	113
Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	120
Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	131
Öneriler	138
Araştırmanın Sonuçları Dikkat Alınarak Yapılan Öneriler	138
Araştırmacılar İçin Oluşturulan Öneriler	139
Kaynaklar	140
EK-A: Gönüllü Katılım Formu	164
EK-B: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu.....	165
EK-C: Etik Beyanı.....	167
EK-D: Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu.....	168

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Tarihsel Süreçte Yapay Zekâ ile İlgili Gelişmeler</i>	16
Tablo 2 <i>Doğal ve Yapay Sinir Ağının Özellikleri</i>	23
Tablo 3 <i>Bulanık Mantık Tekniğinin Genel Özellikleri</i>	25
Tablo 4 <i>Yapay Zekâ Tekniklerinin Eğitimde Kullanımıyla İlgili Yurtiçinde Yapılmış Çalışmalar</i>	37
Tablo 5 <i>Yapay Zekâ Tekniklerinin Eğitimde Kullanımı İle İlgili Yurtdışında Yapılmış Çalışmalar</i>	45
Tablo 6 <i>Öğretmenler, Öğretmenlerin Görev Yaptıkları İller ve Mesleki Kıdemleri</i>	55
Tablo 7 <i>Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formunda Düzenlenen Sorular</i>	58
Tablo 8 <i>Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formuna Sonradan Eklenen Sorular</i>	59
Tablo 9 <i>Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu Soruları ve İlgili Alt Problemler</i>	59
Tablo 10 <i>Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları</i>	63
Tablo 11 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Denilince Aklınıza Ne Geliyor? Size Neleri Anımsatıyor?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	66
Tablo 12 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Günümüzde Yapay Zekâya Gösterilen Rağbetin Her Geçen Gün Artmasının Sebepleri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Verdiği Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	69
Tablo 13 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojileri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	72
Tablo 14 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Mesleki Görevlerinizi Yerine Getirirken Yapay Zekâdan Yardım Alma Ya Da Bu Görevleri Tamamen Yapay Zekâya Bırakma Konusundaki Görüşleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	75
Tablo 15 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojileri İle İlgili Endişeleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	80

Tablo 16 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Uygulanabilirliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	84
Tablo 17 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Gerekliliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	88
Tablo 18 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojilerini, Fen Bilimleri Derslerinizde Tercih Etme Ya Da Etmeme Sebepleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	92
Tablo 19 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojilerinin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ ndaki Kazanımlara Aktarılabilmesi Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	97
Tablo 20 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Fen Öğretiminin Niteliğinin Arttırılması ve Öğrencilerde Öğrenmeyi Teşvik Etme Konusunda Yapay Zekânın Ne Gibi Yardımları Olabilir? ” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i> ..	101
Tablo 21 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Fen Bilimleri Dersinin Sizi Zorlayan Taraflarını Düşündüğümüzde Yapay Zekânın Ne Gibi Katkıları Olabilir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	105
Tablo 22 <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Destekli Akıllı Sınıflar ve Okullar Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar</i>	109

Şekiller Dizini

Şekil 1. Uzman sistemlerin genel işleyişi	17
Şekil 2. Biyolojik sinir sistemi blok diyagramı	21
Şekil 3. Biyolojik sinir hücresinin yapısı	21
Şekil 4. Yapay nöronun yapısı	22
Şekil 5. Sıcaklık değişkeni için verilen kesin küme örneği	25
Şekil 6. Sıcaklık için verilen bulanık küme örneği.	25
Şekil 7. Bulanık mantık yaklaşımının temel aşamaları	26
Şekil 8. Zeki öğretim sistemlerinin bileşenleri	28
Şekil 9. Eğitsel veri madenciliğinin paydaşları.....	31
Şekil 10. Eğitsel veri madenciliği ve diğer disiplinler	32
Şekil 11. Gözetimli öğrenme modeli	34
Şekil 12. Gözetimsiz öğrenme modeli	34
Şekil 13. Yapay zekâ ile makine öğrenimi ve derin öğrenme	36

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

AG	:Artırılmış Gerçeklik
Bm	:Bulanık Mantık
EBA	:Eğitim Bilişim Ağı
GA	:Genetik Algoritma
IoT	:Nesnelerin İnterneti
IBM	:International Business Machines
KVKK	:Kişisel Verileri Koruma Kanunu
LGS	:Liselere Geçiş Sınavı
MEB	:Milli Eğitim Bakanlığı
MIT	:Massachusetts Institute of Technology
NASA	:National Aeronautics and Space Administration
OECD	:Organisation for Economic Co-operation and Development
Ö	:Öğretmen
PISA	:Programme for International Student Assessment
TEOG	:Temel Eğitimden Oratoğretime Geçiş Sistemi
TDK	:Türk Dil Kurumu
TIMSS	:Trends in International Mathematics and Science Study
SG	:Sanal Gerçeklik
ss	:Sayfa sayısı
US	:Uzman Sistem
vb	:Ve benzeri
VM	:Veri Madenciliği
YZ	:Yapay Zekâ
YSA	:Yapay Sinir Ağları
ZÖS	:Zeki Öğretim Sistemi

Bölüm 1

Giriş

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi, ana problemi, alt problemleri, sayıltıları, sınırlılıkları ile birlikte bu araştırmada kullanılan çeşitli tanımlar sunulmuştur.

Problem Durumu

İnsanlık tarihinin son 50 yılı dikkate alındığında, özellikle internetin hayatımıza girmesiyle birlikte teknolojiye kayda değer gelişim ve değişimlere şahit olduğumuzu söyleyebiliriz. Buhar enerjili üretim sistemleri “Endüstri 1.0”, elektrik enerjisine dayalı seri üretim sistemleri “Endüstri 2.0”, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimiyle üretimde otomatikleşme “Endüstri 3.0”, endüstrideki rekabet alanını artırmak, korumak için geliştirilen, son yıllarda nesnelerin interneti[IoT] ve akıllı teknolojiler karşımıza “Endüstri 4.0” kavramını ortaya çıkarmıştır (Öztemel, 2018; Tekin, Etlioğlu ve Tekin, 2018). Bilgisayar teknolojilerinin sanayileşme sürecine dâhil edilmesi hem sanayide hem de eğitimde dijitalleşme adımlarının atılmasını tetiklemiştir (Taşkıran, 2017). Endüstri 4.0 çağı, yapay zekâ başta olmak üzere 3 boyutlu[3B] yazıcılar, robotik ve kobotik sistemler, biyoteknoloji, nanoteknoloji, uzay teknolojisi alanlarında yaşanan gelişmelerle birçok canlı veya cansız varlığın internet bağlantısıyla etkileşime girdiği ve eğitim sistemlerinin inovasyon temelli bir yapıya dönüştüğü dönem olarak ifade edilebilir (Bingöl-Arslangilay, 2016; Öztemel, 2018; Yıldız, 2018).

Endüstri 4.0 değişiminin eğitimdeki paradigmaları, amaçları, öğretim yöntem ve tekniklerini de her bakımdan değişime uğrattığı çıkarımı yapılabilir. Endüstri 4.0 döneminde öğretim yöntem ve tekniklerinin bireyselleşmesi, öğrenenlerin kendi öğrenme yöntemlerini fark etmeleri ve bu amaçla bireylerin kullanacakları araç, gereç ve teknolojileri keşfetmeleri, standartların dışına çıkarak daha yaratıcı, inovatif, girişimci ve üretken olmaları dönemin önemli özellikleri arasındadır (Torun ve Cengiz, 2018). Endüstri 4.0 dönemi öğrencileri için öğrenme önemli bir aktivite olmaktan çıkıp hayat boyu öğrenme ilkesinin geçerlilik kazandığı ve bu amaçla özellikle eğitim kurumlarındaki eğitimcilerin ve öğrenenlerin teknolojiyle tam anlamda bütünleşmesi, teknoloji okuryazarlıklarının artırılması, inovasyon temelli ürünler geliştirilmesi ve eğitimin niteliğini artırıcı her türlü çalışmanın yapılmasının desteklendiği söylenebilir (Albayrak ve Albayrak, 2017; Öztemel, 2018).

Tüm bu gelişmelerin yanında teknolojik gücü mantıklı bir biçimde yöneterek bilgi toplumundan süper akıllı toplum sürecine geçiş olarak ifade edilen “Endüstri 5.0” literatürümüze girmiştir (Fukuyama, 2018; Okan-Gökten, 2018). Endüstri 5.0 hareketinin önemli noktalarından birisi teknolojiden en üst düzeyde yaralanabilen öğrenme alanlarının desteklenmesi olduğu düşünülürse araştıran, öğrenme etkinliklerini sınıfın içine kadar taşıyan öğrencilerin yetiştirilmesi ve bu konuda öğrencilere rehberlik edebilecek öğretmenlere ihtiyaç duyulduğu çeşitli kaynaklarca doğrulanmıştır (Eren, 2020). Söz konusu bu çağa öğrencilerin hazırlaması için öğrencilere bu konuda ilerlemelerini sağlayacak öğrenme ortamlarının oluşturularak çeşitli eğitimlerin verilmesi için gereken tüm hazırlıkların yapılmasının önemi karşımıza çıkmaktadır. Endüstri 5.0 çağı toplumlara küresel vizyonlar kazandırmakla beraber kurum ve kuruluşları, mesleki yapıları güncellemiştir ve güncellemeye de devam etmektedir (Kocaman-Karoğlu, Bal-Çetinoğlu ve Çimşir, 2020).

Zaman ilerledikçe insanların çeşitli sebeplerden ötürü makinelerden daha üstün performanslar bekleyeceği, bunların tümünün ise insanlarda yaşama dair beklentileri üst seviyelere çıkartacağı düşünülürse, bu beklentileri karşılamanın en önemli ayağının da eğitim olduğu gerçeği karşımıza çıkmaktadır (Puncreobutr, 2016). Dünya genelinde başta yapay zekâ olmak üzere robot bilimleri, biyoteknoloji, nanoteknoloji gibi dijital teknolojiler hızla yayılırken yaşanan bu köklü değişimlerden tüm sektörlerde olduğu gibi eğitim sektörünün de etkilenmesi kaçınılmaz bir sürece dönüşmüştür. Eğitim-öğretim etkinliklerinin toplumsal değişimlerden hem etkilendiği hem de bu değişimlerin tetikleyicisi olduğu düşünülürse bu süreçte eğitim-öğretim faaliyetlerinin çıktılarıyla ilintili beklentilerin de değişeceği sonucuna ulaşılabilir (Eren-Uğurlu, 2020).

Eğitim-öğretimde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımına yönelik yapılan bazı çalışmalar, çeşitli umut verici katkılarının olduğunu ortaya koymaktadır. Ders programlarının verimliliğini artırması ve eğitim programlarındaki zaman kavramının daha nitelikli hale getirilmesi (Daban ve Özdemir, 2004; Gerşil ve Palamutçuoğlu, 2013); eğitimde akademik başarının tahmin edilmesi (Aydoğan, 2017; Bahadır, 2013; Yorgancı, 2018; Yıldız-Aybek, 2016); meslek liselerinin alan seçimlerinde, öğrenme stillerinin gerçeğe daha yakın bir oranda belirlenmesinde, akademik başarının değerlendirilmesinde (Öcal, 2015; Özdemir, 2009; Uzun, 2008) kullanılabilir modeller sunulmuştur. Benzer şekilde öğrencilerin öğrenme hızlarına ve bireysel özelliklerine

göre çalışan sistemler ve neyin, kime, ne şekilde öğretilceğine karar verebilen ve içerikler sunabilen, anında dönüt sağlayabilen, öğrencilerin öğrenme eksikliklerini tespit edip gereken yönlendirmelerde bulunup başarı değerlendirmeleri yapabilen zeki öğretim sistemlerinin kullanımıyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Dikbıyık, 2013; Erdemir, 2015; Şahin, 2010).

Bazı çalışmalarda ise veri madenciliği yöntemleri kullanılarak öğrencilerin davranış analizlerinin, akademik başarıyı etkileyen etmenlerin tespitinin, öğretim süreçlerindeki eksikliklerin daha isabetli şekilde ortaya çıkarılmasının, öğrencilerin akademik başarılarının tahmin edilmesinin mümkün olduğu ifade edilmiştir (Birtıl, 2011; Can, 2017; Kayhan, 2019). Eğitim kurumlarının kontenjan doluluk oranlarının tahmin edilmesinde, eğitimcilerin performans değerlendirmelerinde, öğrenme stillerinin tahmin edilmesinde, öğretmenlerin yoklama, ödev kontrol vb. işlerine yardımcı olmada, ölçme ve değerlendirme süreçlerinde, kişiselleştirilmiş öğretim planları sunmada, işbirlikçi öğrenme imkânları sunmada, zamandan ve mekândan bağımsız öğrenme ortamları sunmada YZ teknolojilerinden faydalanılabileceği sıkça ifade edilmiştir (Çiftçi, Kaleli ve Günel, 2018; Gök, 2017; Göksu, 2016; Kırıl-Özkan, 2015; Öncü, 2006; Yıldız, 2014).

Yapay zekâ teknolojilerinin eğitim-öğretim sürecinde kullanımına yönelik araştırmalarda; Öncü (2006) çalışmasında öğretimde değerlendirme çalışmalarında kullanılan geleneksel sistemlerde yapısal kısıtlılıkların olduğuna, bu sistemlerden alınan dönütlerin sınırlı olmasına, değerlendirmeden çok öğretime odaklanılmasının sakıncalı olduğuna ve öğretimi değerlendirme çalışmalarında sınırlı sayıda ölçütün kullanıldığına dikkat çekilmiştir. Erkan, Calp ve Şahin' in (2012) çalışmasında ise meslek seçiminin önemine vurgu yaparak bu seçimlerinde yanlış kararlar alınma durumunda öğrencilerin mesleki doyuma ulaşmalarının güç olacağını belirterek YZ teknolojilerinden mesleki rehberlik konusunda yardım alınması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Eğitim-öğretimde ölçüt sayısının ve işlenmesi gereken verilerin potansiyelinin fazla olmasından dolayı ders programlarının oluşturulması konusunun bir tür optimizasyon problemine döndüğü için geleneksel yöntemlerle çözümünün genellikle bulunmadığının altı çizilmiştir (Gülcü, 2006). Benzer şekilde Gerşil ve Palamutçuoğlu' nun (2013) çalışmasında eğitim-öğretim faaliyetlerinin aksamaması gerektiği ve zamanlama sorununa çözüm bulunması gerektiği vurgulanmıştır. Emel ve Taşkın' ın

(2002) çalışmasında ise çağımızın karmaşık ve güç koşullarının bizi karşılaştığımız sorunlara isabetli ve hızlı çözümler sunana yöntemler aramaya ittiğini ifade etmiştir.

Biyolojik bir sistem olarak insanın dâhil olduğu problemlerin doğrusal olamayacağı ve bu tür problemlerde doğrusal olmayan bağların modellenmesi, yeni durumu veya örnekleri yorumlayan sistemlerin geliştirilmesi gerektiği Yorgancı (2018) tarafından belirtilmiştir. Öğrencilerin ve ülkelerin çoğu zaman başarıda temel dayanak noktaları akademik başarı olarak karşımıza çıktığı fakat başarının tespit edilmesi kadar kestirilmesinin de eğitsel öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Yıldız-Aybek, 2016). Benzer şekilde öğrencilerin dönem sonu akademik başarılarının dönem içinde kestirilmesinin önemine vurgu yapılarak bu tür çalışmaların eğitim yönetiminde, akademik başarıda, eksikliklerin ve ihtiyaçların tespitinde, anlamlı öğrenmelerin gerçekleştirilmesinde kullanılması gerektiği savunulmuştur (Aydoğan, 2017). Bir başka çalışmada ise, ulusların gelişmişlik seviyelerinin nitelikli insanlarla ve eğitim düzeyleriyle olan bağına vurgu yapılarak öğrencilerin akademik başarılarının belirlenmesinde hali hazırda kullanılan ölçütlerin esasen başarıyı etkileyen ölçütler olup olmadığının kesinleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Çırak, 2012).

Birtakım belirsizlikler barındıran ve çok değişkenli karmaşık sorunlara, insan düşünüş şekline en yakın, gerçeğe en çok hitap eden çözümler sunulması gerektiği ve eğitimin de bu tanımlamaya uyduğu için titizlikle incelenmesi gerektiği savunulmuştur (Özdemir, Alaybeyoğlu-Yılmaz ve Balbal, 2018). Lise öğrencilerinin eğitim almak istedikleri üniversiteleri belirlemenin, insan hayatını etkileyen kararlardan olduğu için bu kararların titizlikle incelenip isabetli sonuçlara ulaşılması gerektiği vurgulanmıştır (Akkaş, 2018). Bireylerin nitelikli olması, ülkenin alışılmış ama çözüme kavuşturulamamış problemlerindendir ve bireylerin hayatlarındaki çeşitli zamanlarda performans değerlendirmeleri yapılsa da bu değerlendirmelerdeki belirsizliklerin matematiksel olarak modellemeleri yetersiz bulunmaktadır (Kuşçu, 2007). Bahadır (2017) ise gündelik yaşamdaki birçok olayın insanları belirsizliklere ittiğini, gerçek denilen yapı insanın düşünme ve karar verme mantığına uymadığı için bu süreçlerde nicel değerlerin kullanılmaması gerektiğini ve öğrenenlerin akademik başarılarının belirlenmesinde bilişsel yanın tespiti için yazılı veya sözlü teknikler ve duyuşsal yanın tespiti için ise bazı ölçeklerin tercih edilmesinin önemini vurgulamıştır. Bu ölçeklerin ya da tekniklerin ölçme-değerlendirme süreçlerine gölge düşürebileceği çıkarımı yapılabilir.

Uzaktan ğretimden faydalanan öğrencilerin dâhil oldukları programdan ayrılma durumlarının tahmin edilmesi konusunda hali hazırda yöntemlerin maliyetli, zaman alıcı ve insan hatalarını çokça barındırdığı ifade edilmiştir (Taşdelen, 2014). Yapılan ortaöğretime geçiş sınavları, uluslararası sınavlara nazaran daha alt düzeydeki becerileri ölçmektedir ve ezber odaklı çalışmalar, sınıf mevcutlarının kalabalık olması, ğretmen kişisel-mesleki gelişimleri, program sorunları, öğretmenlerin niteliği vb. sorunlar özölmelidir (Güngör ve Göksu, 2013). Eğitimde başarının bir başka anahtarı ise ğretmen, veli ve yöneticilerin iş birliği olarak görölmektedir (Argon ve Kıyıcı, 2012). Türkiye' nin eğitim sistemindeki en bariz aksaklığın bireysel farklılıkları gözetememe olduğı çeşitli çalışmalarda yer almaktadır (Saribaş ve Babadağ, 2015). Öğrencilerin öğrenme seviye ve yeteneklerinin hatta ilgilerinin kendisine özel olduğuna da vurgu yapılmıştır (İşler ve Kılıç, 2021).

Literatür değeriendirildiğinde eğitim-öğretimde ulusal ve uluslararası başarılarla ulaşmak, teknoloji yarışında mantıklı bir kulvarda yer almak, küresel gelişmelerde söz sahibi bir ölke olarak nesillerimizi geleceğın mesleklerine ve mesleki becerilerine hazırlayabilmek, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın amaçlarına ulaşmak ve tüm bunlar için en isabetli eğitim-öğretim kurumlarının oluşturulması vb. için öğretmenlere, yöneticilere, velilere ve öğrencilere çeşitli görevler düştüğü söylenebilir. Bu çalışmada fen öğretiminin birinci derece uygulayıcıları olan fen bilimleri öğretmenlerinin fen öğretiminde yapay zekânın kullanımıyla ilgili görüşleri ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve küresel anlamda popüler olan yapay zekâ kavramının fen öğretime yansımaları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Teknolojinin ve bilimin gelişmesiyle beraber YZ ile ilgili bilgi birikimi, tecrübeler ve beceriler üstel bir biçimde artış göstermenin yanında çeşitli alanları etkileyip bu alanlardaki bilimsel gelişmelerin de hızını artırmaktadır. Kökleri bilgisayar biliminin doğuşuna kadar inen yapay zekânın adını günümüz dünyasında, neredeyse hayatın her alanında sıkça duymaktayız. Tıp, hukuk, bilişim, mimarlık, lojistik, ekonomi ve tabii ki de insanı her bakımdan yetiştirmede etkili olan eğitim alanında da sıkça duymaktayız.

Bilgisayarların günümüzde daha fazla veriyi analiz edebilecek kabiliyete erişmesiyle beraber insan beyninin işleyişini taklit eden ve öğrenme yeteneği olan YZ

teknolojileri gelişmiş ve birçok ülke tarafından popüler hale gelmiştir. Günümüzde YZ teknolojilerinin eğitimde kullanımı maliyet bakımından ekonomik bulunmakla beraber performans ve güvenilirlik bakımından oldukça rağbet gören sistemlerdir (Arslan, 2020). Teknolojiyle iç içe olduğumuz ve her bakımdan dijitalleştiğimiz bu dünyada YZ teknolojilerinin de eğitimde yer alması kaçınılmazdır. Bu bakımdan çoğu zaman hayatın kendisi olarak ifade ettiğimiz fen bilimleri disiplininde de YZ teknolojilerinin izlerini görmek, ülke çapında fen öğretiminin niteliğinin artırılmasına katkı sağlanacağı ümit edilmektedir.

Özellikle öğrencilerin öğrenme yeteneklerinin ve bireysel özelliklerinin heterojen dağılım gösterdiği sınıflar ile kalabalık ve fiziksel imkânları yetersiz olan okullarda öğretmenler zorluk çekmektedir (Murphy, 2019). Hedef eğitimcilerin yerine geçmek değil, eğitimcileri desteklemek ve öğretmenlik görevlerini en verimli bir şekilde yerine getirmelerini sağlamaktır (Murphy, 2019). Eğitimde yapay zekânın kullanımıyla ilgili çalışmaların alanyazında yer aldığı fakat bu çalışmaların genellikle tasarımsal çalışmalar olduğu ve nitel desende yürütülen çalışmaların ise sınırlı olduğu çeşitli çalışmalarca ortaya atılmıştır. Ayrıca eğitimde yapay zekâ çalışmalarının genellikle zeki öğretim sistemleri üzerinde yoğunlaşmaları ve çalışma grubu olarak yükseköğretim öğrencilerini seçmeleri dikkat çekmektedir (Akdeniz ve Özdiñç, 2021). Bu araştırma kapsamında yapılan incelemelerde eğitimde yapay zekâ alanında yapılmış olan söz konusu çalışmaların fen bilimleri öğretiminde sınırlı sayıda olduğu fark edilmiştir.

Günümüz dünyasında çocuklar, teknolojinin neredeyse ışık hızında ilerlemesinin bir sonucu olarak, günlük hayatın her alanında bilgisayar, tablet, mobil cihaz vb. akıllı cihazlarla iç içe yaşar hale gelmişlerdir. Bu yüzden çocukların bu kadar fazla uyarana sahip olan sanal ortamları daha çok tercih ettikleri söylenebilir. Öğrencilerin dikkatini öğrenmeleri gereken konulara çekebilmenin yolu ise teknoloji bakımından doyurulmuş materyallerden geçtiği çıkarımı yapılabilir (Sarıkaya ve Seferoğlu, 2018). Öğrencilerin anlamlı öğrenmeler sağlayabilmeleri ve öğrenmelerini ortaya koyabilmeleri için eğitimin teknolojiden yoksun bırakılmaması gerektiği unutulmamalıdır. Teknolojiyle desteklenen öğretim ve eğitim ortamları, içinde bulunduğumuz çağın çocuklarının bireysel farklılıklarıyla öğrenme stillerini dikkate alan, kendi ilgi ve ihtiyaçlarına göre ilerlemelerine izin veren ortamlar olduğu söylenebilir (Akdeniz, 2019).

YZ teknolojilerinin yeni olmaları ve sonuçlarının henüz insanoğlunu nereye sürükleyeceğine dair net bir ifade olmaması da bu teknolojiyi daha fazla merak konusu haline getirmektedir. Bu bakımdan YZ teknolojilerinin kontrollü bir biçimde öğretim ortamlarına aktarılması, sonuçlarının değerlendirilmesi, izlenmesi ve dünyanın üzerinde durduğu en popüler konulardan biri olma büyüsunü barındırdığı için bu çalışmanın alanyazına yön vereceğı, birçok bakımdan paydaşlara farkındalık kazandırabileceğı ümit edilmektedir.

Araştırmanın Problemi

Bu araştırma yapay zekâ teknolojilerinin eğitim-öğretim ortamlarındaki uygulayıcıları konumunda olan öğretmenlerle nitel desende yürütölen nadir araştırmalardandır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ve Eğitim 2023 Vizyon Belgesi'nde belirtildiğı üzere yapay zekâ teknolojilerinin Türkiye' nin aydınlık yarınlara ulaştırılmasında bizlere sağlayacağı destek ise çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir. Bu bakımdan bilimin ve teknolojinin kazandığı ivmeyi hayatın her alanında artık daha fazla hissettiğimiz bu yıllarda yapay zekâ teknolojilerinin fen bilimleri öğretiminde kullanımını ele alan bu tez çalışmasının, fen bilimleri öğretiminde dikkat çekeceğı ve farklı çalışmalara basamak oluşturacağı düşünülmektedir. Bu araştırma “fen öğretiminde yapay zekâ destekli teknolojilerin kullanımına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi” amacı üzerinde şekillendirilmiştir.

Buradan hareketle bu araştırmanın ana problemi “Fen öğretiminde yapay zekâ destekli teknolojilerin kullanımına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri nelerdir?” şeklindedir. Araştırma kapsamında aşağıdaki alt problemlere yanıtlar aranmaya çalışılmıştır.

Alt problemler. Araştırma sürecinde araştırmacı aşağıda verilen alt problemlere çeşitli yanıtlar aramıştır.

1. Fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ ve yapay zekâ teknolojileri ile ilgili görüşleri nelerdir?
2. Yapay zekâ teknolojilerinin fen öğretiminde kullanılabilirliğini etkileyen durumlar nelerdir?
3. Fen öğretimi faaliyetlerinin verimliliğini artırma bakımından yapay zekâ teknolojilerinin etkileri nelerdir?

Sayıtlılar

Fen bilimleri öğretmenleriyle nitel desende yürütülen bu araştırma ile ilgili:

1. Öğretmenlerin mülakat sorularına tarafsız ve gerçeği yansıtacak şekilde cevap verdikleri,
2. Öğretmenlerin yapay zekâ teknolojileriyle ilgili yeterli düzeyde araştırma ve çalışma geçmişlerinin olduğu,
3. Araştırmacının, mülakat sırasında öğretmenlerin görüşlerini etkilemediği ve onları çeşitli noktalara yönlendirmediği,
4. Mülakat formundaki soruların güvenilir ve geçerli olduğu varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibidir:

1. Bu araştırma, 2020-2021 eğitim ve öğretim yılının 2. yarısında yapılmıştır.
2. Araştırmanın pilot çalışmaları Van ilinde görevli 3 fen bilimleri öğretmeni ile yapılan 4 haftalık çalışmadan oluşmaktadır.
3. Araştırma farklı illerde görevli 13 fen bilimleri öğretmeni ile yapılan 12 haftalık çalışmadan oluşmaktadır.
4. Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır.
5. Araştırmanın bulguları, elde edilen tema ve kodlarla sınırlıdır.

Tanımlar

Bu bölümde, araştırmada kullanılan tanımlara yer verilmiştir.

Algoritma: Programlama alanında var olan girdilere bağlı olarak çıktı oluşturma süreci olarak tanımlanmıştır (Arslan, 2020).

Bulanık Mantık: Doğal işleyişin ve birey davranışlarının taklit edilmesi ile insan düşünüş mantığına uygun bir biçimde akıl yürütebilen bilgisayar destekli sistemlerdir (Elmas, 2018; Keskenler ve Keskenler, 2017;).

Genetik Algoritma: Katı optimizasyon tekniklerinin yerini yumuşak hesaplama tekniklerinin alması arayışının ürünlerindendir (Gerşil ve Palamutçuoğlu, 2013).

Makine Öğrenmesi: Bir bilgisayarın önceki öğrenmelerinden elde ettiği deneyimlerden yararlanarak ilerideki durumları kestirmesi ve bu durumları modellemesini temel alan yapay zekâ alanıdır (Ünsal, 2011).

Optimizasyon: Dilimizde “en iyileme” şeklinde ifade edilebilen optimizasyon terimi, genel manada bir probleme çözüm sunabilecek kümeden en iyi üyenin seçilmesi işlemidir (Erdoğan, 2016).

Uzman Sistem: İnsanların karar verme süreçlerine destek olan bilgisayar yazılımlarıdır (Erkalan, Calp ve Şahin, 2012).

Veri Madenciliği: Verilerin farklı boyutlarda analiz edilerek kullanılabilirlik düzeyi yüksek veriye dönüştürülmesine yarayan veri analizi metodlarından biridir (Aksoy, 2014).

Yapay Sinir Ağı. Bir tür bilgisayar sistemleri olarak beynin öğrenmesi, orijinal bilgiler oluşturma, fark edebilmesi vb. yeteneklerini tek başına otomatik bir biçimde gerçekleştirebilen sistemlerdir (Çırak ve Çokluk, 2013).

Yapay Zekâ: Düşünme, problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme, algılarla hareket etme, çıkarım ve değerlendirme yapma vb. ileri seviye bilişsel fonksiyonlara sahip olan yani akıllı davranışlar sergileyebilen yazılımlar ya da donanımlar oluşturma arayışı yapay zekâ ifade edilmektedir (Özdemir ve Kılınç, 2019).

Zeki Öğretim Sistemi: Kime, neyi, hangi yöntem veya teknikle öğreteceğine yapay zekâ ile karar verebilen sistemdir (Şahin, 2010).

Sonraki bölümde, yapay zekâ teknolojilerinin temelleri, tarihçesi ve eğitim bilimleri alanındaki yansımaları ile ilgili alanyazın taramasına yer verilmiştir.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde bir disiplin olarak fen öğretimi ile ilgili önemli noktalara vurgu yapılarak YZ' nin temelleri, YZ' nin tarihçesi ve uygulama alanları sunulduktan sonra eğitim bilimleri alanında YZ teknolojilerinin kullanımıyla ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Teknolojik Gelişmeler Işığında Fen Öğretimi

Bilgisayar ve internet teknolojilerinin üstel bir biçimde değişmesi ve gelişmesi, bireyi ve dolayısıyla toplumu her bakımdan değiştirdiği gibi bireylerden beklenen becerileri de değiştirdiğine şahit olmaktayız. Bu gelişmelere paralel olarak fen ve teknoloji kavramlarının insan hayatındaki her alana yansımalarını fark ettiğimiz son yıllarda Türkiye için fen öğretiminin üstlendiği rol ve bu bağlamda fen öğretiminde nitelik konusunun sürekli ele alınması gereken önemli konulardan olduğu ifade edilebilir. Yaşadığımız çevre ile ilgili hakikatlerin toplamı karşımıza deneysel verileri dikkate alarak, mantık çerçevesinde düşünmeyi ve her zaman sorgulamayı esas alan dinamik bir alan olan fen kavramını çıkartmaktadır.

Hipotez kurma ve test etme, gözlem yapma, veri toplama ve verileri analiz etme, deney sonuçlarını sunabilme ve savunabilme bilimsel yöntem basamaklarını kullanarak gerçek hayat problemlerine çözümler sunabilme ile ilgili becerilerin ve yeterliliklerin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu bakımdan bireylerin var olan bilgileri ayıklayıp gerçek olan bilgilere ulaşmayı öğrenmesi, öğrendiği bilgileri kullanarak hayata bakış açısını güncellemesi, öğrenme isteğini kontrol edebilmesi vb. fen öğretiminin hedefleri arasındadır (Çağlar, 2015). Bireylere bu becerilerin ve bakış açılarının kazandırılmasında fen bilimleri derslerinin önemi büyüktür. Bu bakımdan gerçek hayatın ta kendisi diyebileceğimiz fen bilimleri disiplinini herkesin bilmeye, anlamaya, öğrenmeye gereksinimi olduğu söylenebilir.

Türkiye' de 2005 yılından itibaren öğrencinin merkezde olduğu bir anlayış önem kazanmış ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın vizyonu, bireysel farklılıklarına bakılmaksızın tüm öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı bilincine eriştirilmesi olarak ifade edilmiştir (MEB, 2005). Bu amaca ulaşmada öğrencilerin etkileşimde oldukları çevre, öğrenim gördükleri eğitim-öğretim kurumu ve çeşitli kişisel özellikleri dikkate alınmaksızın tüm bireylerin biricikliğin gözlemlenmesinin önemikarşımıza çıkmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak öğretmenlere, eğitim

kurumlarına ve öğrencilerin ailelerine çeşitli dönemlerde çeşitli görevler düşmektedir. Bir toplumun refah seviyesinin yükselmesi teknoloji ve bilim yarışında söz sahibi olmasıyla ilişkiliyken bu yolda ışık tutacak bireylerin yetiştirilmesindeki adımlar dikkatle belirlenmelidir. Bu bireylerin yetiştirilmesi ise öğretmenlerin niteliğiyle doğrudan ilişkili bir durum olduğu düşünülebilir.

Öğrencilere salt bilgi aktarımından ziyade bilgiye ulaşma, düşünme becerilerini geliştirme, sorgulama ve merak etme güdülerini kontrol edebilme, gözlem ve inceleme becerilerinin geliştirilmesi vb. amacıyla yapılan çalışmaların günümüz eğitim sisteminin temel beklentilerindendir (Çağlar, 2015). Bu noktada öğrencilerin analitik ve bilimsel düşünme konusunu yaşam tarzı haline getirmeleri, mesleki seçimlerine yönelik etkinlikler yapmaları, ezberden uzak bir yol izleyerek yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi etkin kılmaları için öğrencilere çeşitli imkânların sunulduğu etkin bir öğrenme ortamı oluşturulmasının önemi karşımıza çıkmaktadır.

Problemlerin fark edilmesi ve çözümlerine yönelik çalışmaların organize edilmesi, merak, gözlem, keşfetme arzusu, soru sorma, analiz etme becerilerinin bireylere kazandırıldığı en önemli kademe ilköğretimdir (Çağlar, 2015). Yaşadığımız çağda internet ve bilgisayar teknolojilerinin son derece gelişmiş olması bilimsel bilgiye erişimi kolaylaştırdığı ve bu nedenle bireylerin bilimsel bilgileri kazanmaları bir mecburiyete dönüştüğü savunulabilir. Tüm ülkeler gelişmiş ülkeler sınıfında yer almak, geleceğini sağlam temeller üzerinde şekillendirmek, ekonomide söz sahibi olabilmek vb. amacı gütmektedir. Bu bakımdan fen öğretiminin üzerinde durulması gereken en nadide konulardan olduğu söylenebilir. Küreselleşme adımları baş gösterdikçe toplumlar birçok alanda harekete geçmekte ve fen öğretiminin niteliği göze çarpmaktadır. Öyle ki dünya ülkelerinde ve elbette Türkiye’de medeniyet, yaşam, güç, başarıma arzusu için en şeffaf referans noktalarının ilim ile fen olarak anılmakla beraber çoğu çevrece kabul görmüş bu gerçek günden güne önem kazanmaktadır. Günümüzde toplumların gelişmişlik düzeylerinin eğitim politikalarıyla ve başarılarıyla ölçüldüğü düşünülürse eğitim-öğretim kavramlarının hassas kavramlar olduğu söylenebilir.

Bir disiplin olarak fen bilimleri ele alacak olursak, insanların doğduğu andan itibaren ilk nefesiyle başlayan, yaşamı boyunca gelişen, değişen ve ölümüyle son bulan bir süreçtir. Buradan insanların, bilimsel-teknolojik gelişmelerin ve fen kavramının her zaman birbirini etkileyerek çeşitli avantaj veya dezavantajları

doğurduğu yorumu yapılabilir. Hayatı yönlendirme gücünü elinde tutan teknoloji kavramındaki dinamik güncellemeler ülkeleri bilgi toplumu olmaya itmiş ve bu konuya ağırlık veren ülkelerde öğretim kavramının niteliği göze çarpmaya başlamıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak öğretmen yetiştirmede nitelik sorunu gündeme gelmiştir.

Toplumla iç içe olmalarından dolayı toplumsal problemleri ve çözüm süreçlerini daha iyi analiz edebilen bireylerden oluşan öğretmenlik mesleğine bakış açısı ve bu meslekten beklentiler bilimsel ve teknolojik gelişmelerden payını almıştır. Günümüzde düşünme, üretken olma, günlük hayat problemlerini fark edebilme, analitik ve eleştirel düşünme, soğukkanlılık vb. özellikler öğretmenlerden beklenmektedir (Turcan, 2011). Fen bilimleri öğretmenleri, fen öğretiminin niteliğinde etkin rol oynayan, fen okuryazarı öğrencilerin yetişmesinde, öğrencilerin akademik, sosyal, psikolojik yönden gelişimlerinin desteklenmesinde söz sahibi kesimdir (Yavuz, 2020). Günümüzde fen bilimleri öğretiminin niteliğinin çoğu zaman öğrenci başarısıyla ilişkilendirildiği ve bu sebeple globalleşen dünyaya ayak uydurmak için Türkiye’de çeşitli çalışmalar yapılmakla birlikte Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yapılandırmacı anlayış benimsenerek fen bilimleri öğretmenlerinin rolü de değişmiştir (Yıldız, 2020). Değişen ve gelişen neslin eğitim-öğretim alanındaki beklentilerine cevap vermenin, günümüz öğrencilerini gelecek nesillerin becerilerine hazırlamanın yolunun bilimsel ve teknolojik gelişmeleri çağın ihtiyaçları doğrultusunda eğitime entegre etmek olduğu çeşitli çevrelerde kabul görmüştür.

Dünyanın her bakımdan yeni bir yapıya dönüştürülmesi ve öğrenme alanının vizyonuna baktığımızda öğrencilerin hem edinmeleri gereken bilgi ve becerilerin farkında olmaları hem de bu bilgi ve becerilere nasıl erişim sağlayabilecekleri konusunda da teşvik edildikleri göze çarpmaktadır. Bu durumda öğrenme ya da öğretme işi ve bu işlerin gereklilikleri güncellendikçe hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin sahip olmaları gereken becerilerin de değiştiği sonucuna varmak mümkündür. Bu noktada OECD[Organisation for Economic Co-operation and Development] perspektifinden 21. yüzyıl becerilerini değerlendirdiğimizde “Öğrencilerimizi henüz hayalini kuramadığımız toplumsal zorluklarla baş edebilmeye, henüz tasarlanmamış mesleklere, ortaya konulmamış teknolojileri deneyimlemeye ne şekilde hazırlayabiliriz?” sorusu karşımıza çıkmaktadır (OECD, 2019). Bu soru ise bize insanlığın artık teknoloji ile sanal ortamları harmanlamasının önemini açıkça göstermektedir.

Eğitim-öğretim faaliyetlerine güncel teknolojilerin vereceği destek düşünüldüğünde yaratıcı düşünme ışığında sorgulayabilme, analiz edebilme, üretebilme, yaşam boyu öğrenmeye açık ve istekli olma, eleştirel bakış açısı kazanma becerilerinin gelişiminin desteklenebileceği söylenebilir (Kocaman-Karoğlu, Bal-Çetinoğlu ve Çimşir, 2020). Bu gelişmeler değerlendirildiğinde günümüzde eğitim-öğretim süreçlerine yansıtılabilecek teknoloji çalışmalarının başında şemsiye niteliğinde bir kavram olarak yapay zekâyı görebiliriz. Yapay zekâ hayatın her alanında artık sıkça karşımıza çıkan, bazen insanlığın önceliği haline gelmeyi başaran, bazen ise insanın işlerini kolaylaştırabilen ya da bilinmezlikleri ile insanı büyüleyen bir süreç olduğu söylenebilir.

Akıl ve Zekâ

İnsanlıkla var olmuş münevver bir çaba olarak ifade edebileceğimiz merak kavramı canlılarda araştırma ve öğrenme davranışının geliştirilmesine yarayan duygu olarak da ifade edilebilir. İnsanlar merak duygusunu kullanarak bir şeyi anlamaya ve öğrenme karşı heves ve istek duyarak kendilerini geliştirirler. Bu yüzden günlük hayatta bir şeyleri bilmek ve farkında olmak vazgeçilmez bir farkındalıktır. Bu bilme ve bilgi işleme yeteneklerinin sağlanması ise akıl ve zekâ kavramlarını gerekli kılmaktadır (Bayık, 2019).

Arapça bir sözcük olan akıl, insan ile diğer varlıklar arasındaki en net çizginin çizilmesini sağlar. Akıl ayrıca bilme, anlama, iyinin ya da kötünün ayrımını yapabilme, maddenin arkasındaki gerçeği sezebilme gücü olarak ifade edilebilmektedir (Esen, 2011). İlkçağ mantığına göre akıl ilahi niteliğe sahip olan, tarihsel ve duyularla doyuma ulaşabilen bir olguyken, zekâ kavramı bu kümede sadece küçük bir alt kümeye dâhildir. Öyle ki zekâ, adından akla göre daha fazla söz ettirir olmuş, yüceltilmiş ve bununla kalmayıp çeşitli testlerle saptanabilir hale getirilmiştir (Elmas, 2018).

Yapay Zekâ (YZ)

Birden çok alanda çeşitli tanımlamalara konu olan yapay zekâ ilk kez 1956 senesinde Dartmouth kolejinde Marvin Minsky, John McCarthy, Claude Shannon ve Nathan Rochester tarafından yapılan bir konferansta YZ kavramı dile getirilmiş ve yapay zekânın 20 yıllık geleceği ele alınmıştır (Özdemir ve Kılınç, 2019). Bu konferansın ev sahipleri, öğrenme olayının ya da zekâ varlığının özelliklerinin kesin

bir şekilde tanımlanabileceği ve bu işi yapması için bazı makinelerden yardım alınabileceğini çarpıcı bir biçimde açıklamışlardır.

YZ' nin ilk tanımı John McCarthy tarafından makinelerin zeki hale getirilmesi, zeki makineler/programlar oluşturma sürecindeki mühendislik aşamaları olarak belirtilmiştir (McCarthy, 2007). Sorunların cebirsel olarak ifade edilemediği ve çözümünün mümkün olmadığı durumlarda bu sorunların bilgisayarların birtakım yeteneklerle donatılması YZ olarak ifade edilmektedir (Öztemel, 2018). Düşünme, problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme, algılarla hareket etme, çıkarım ve değerlendirme yapma vb. ileri seviye bilişsel fonksiyonlara sahip olan yani akıllı davranışlar sergileyebilen yazılımlar ya da donanımlar oluşturma arayışı da yapay zekâ olarak ifade edilmektedir (Özdemir ve Kılınç, 2019). Araç-gereçleri akıllı biçime sokma bilimi, insansı zekânın makinelerce sergilenmesi yapay zekâ tanımlarındandır (Demirkol, 2020).

YZ, temelde insan davranışlarını öğrenebildiği ölçüde taklit edebilen sistemler olduğu için YZ' nin felsefesi tıpkı insanların öğrenme becerisine dayanır. İnsan öğrenmek için nasıl çabalıyorsa ve öğrenmeden işlerini beceremiyorsa YZ' nin de bir işin üstesinden gelmesi için öncelikle yapacağı işi öğrenmesi gerektiğini unutmamak gerekir (Öztürk ve Şahin, 2018). YZ teknolojisi bizlere çeşitli uygulamalar ve ürünler sunmuş ve sunmaya da devam edecek gibi görünmektedir. Çeşitli sektörlerde birtakım yapay zekâ ayak izlerini görmekteyiz. YZ, ilk yıllarını oyun, planlama yapma ve teoremleri kanıtlama çalışmalarıyla geçirse de kısa süre içinde rağbet görmesi ve teknolojinin gelişmesiyle bilgi mühendisliği ve uzman sistemler alanlarına yöneldiğini söylemek mümkündür (Aydın, 2020). YZ' nin eğitim, sağlık, bilişim, sanayi, lojistik, savunma, istatistik, matematik, kimya, ulaşım, psikoloji, işletme vb. sayısız alanda yüzünü göstermeye devam ettiğine şahit olmaktayız. Önümüzdeki yıllarda bu çeşitlenmeden dolayı da geleceğin mesleklerinin değişime gideceği bilincine varmak gerekmektedir (Özdemir ve Kılınç, 2019).

Yapay zekânın çeşitleri ve amaçları. YZ' nin türleri ilgili alanyazın incelendiğinde “*yapay dar zekâ, yapay genel zekâ ve yapay süper zekâ*” şeklinde sınıflandırmaların yapıldığı görülmektedir (Özdemir ve Kılınç, 2019). Bu bağlamda makinelerin yazılımlar aracılığıyla istenilen problemleri çözebilmesi için programlanması ve insana özgü olan bazı davranışları taklit etmesi “zayıf yapay zekâ” olarak adlandırılır (Öztürk ve Şahin, 2018). Günümüzde karşılaştığımız bütün

YZ uygulamaları ya da ürünleri sadece belirli görevleri yerine getirebilen, kendi kararlarını sadece elinde bulunan veriler çerçevesinde verebilen YZ türleri olduğu için yapay dar zekâ çalışmaları sınıfına girmektedir. Bir tatil sitesinde ziyaretçilere çeşitli fırsatlar sunan, öneriler oluşturan yapay zekâ sistemleri yapay dar zekâyâ örnektir (Özdemir ve Kılınç, 2019).

Makinelerin programlanma işlemi sonucunda zeki hale getirilebilmeleri ve kendi kararlarını verebilecek düzeye ulaşmaları ise “güçlü yapay zekâ” olarak ifade edilmektedir (Tekin, 2006). Güçlü YZ ile ilgili tartışmalar devam etmekle beraber makinelerin insanları taklit edebileceklerini fakat insanlar gibi saygı, sevgi, empati duyma, sağduyulu olabilme, doğruyu ve yanlış ayırt edebilme gibi özelliklerinin gelişmediği de sıkça tekrarlanmaktadır (Pirim, 2006).

Yapay genel zekâ çağının da ötesinde olan ve en zeki bireyden daha fazla zeki olan YZ’ lere “yapay süper zekâ” denilmektedir. Topakkaya ve Eyibaş’ ın (2019) çalışmalarında yapay süper zekâyı kendi tasarımını analiz edebilen, anlayabilen bilinç sahibi tasarımlar ve makine öğrenmesi teknolojisiyle sürekli gelişim gösterebilen, öğrendikleriyle çıkarımlar yapabilen sistemler olarak ifade edilmiştir. Bu ifadeye göre günümüz yazılım ve donanım teknolojilerini düşündüğümüzde yapay süper zekâ sınıfta olabilecek YZ ürünlerini ortaya koymanın henüz mümkün olmayacağı yorumunu yapabiliriz.

Aydın (2007) çalışmasında YZ’ nin amaçlarını 3 ana başlık altında toplamayı uygun bulmuştur. Bu amaçlar; *“eğitim amaçları, bilimsel amaçlar, mühendislik amaçları”* olarak ifade edilmiştir. Eğitim amaçları sınıfında ise bireylerin anlama ve öğrenme kapasitelerini arttırmak amaçlı stratejiler üretmek, insanlara problem çözme yeteneği ve bu bağlamda var olan hipotezleri test etme yetenekleri kazandırabilmek, teknolojiyi derinlemesine kullanarak bilginin kalıcılığını arttırmak olarak verilmiştir. Bilimsel amaç boyutunda, zekâ varlığını derinlemesine inceleyip sınırlarını, çalışma prensiplerini, öğrenme ve oluşturma mekanizmalarını vb. keşfederek bu keşif sonuçlarını bilgisayarlar tarafından taklit edebilmesini sağlamak şeklinde belirtilmiştir. Mühendislik amaçları ise zekânın bütün prensiplerinin keşfedilip yapay zekâları oluşturmak ve insan gibi düşünebilen, karar verebilen zeki yazılımlar taşıyan makineler tasarlamakla beraber yazılım-donanım içerikli tasarımlarla insan hayatına hizmet etmek, insan hayatını kolaylaştırmak yer almaktadır.

Köklü ve gizemli bir geçmişe sahip olan YZ' nin tarihsel gelişimi ile ilgili bazı önemli olaylar aşağıdaki Tablo 1' de verilmiştir (Arslan, 2020; Aydın, 2017).

Tablo 1

Tarihsel Süreçte Yapay Zekâ ile İlgili Gelişmeler

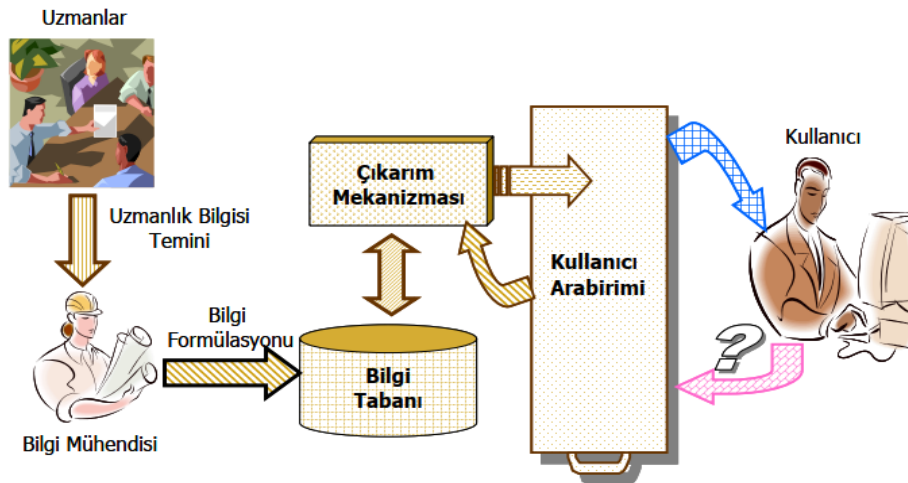
Tarih	Olay/Gelişme
1956	Yapay zekâ kavramı kullanıldı. Satranç oyununda insanı yenebilen ilk satranç programı “ <i>Maniac</i> ” geliştirildi.
1959	Mantık bulmacalarını çözmesi için Genel Problem Çözücü(GPS) geliştirildi.
1966	MIT’ de uzman bilgisayar bilimcisi Joseph Weizenbaum, “ <i>ELIZA</i> ” adındaki ilk sohbet robotunu yaptı.
1969	Uluslararası çapta ilk kez Yapay zekâ ile ilgili konferans yapıldı.
1971	Terry Winograd tarafından geliştirilen robot kol ile çeşitli komutlar yapabildi.
1975	Bakteriyel iltihaplara tanı koyan ve antibiyotik önerisinde bulunan “ <i>MYCIN</i> ”
1979	Stanford Üniversitesi bünyesinde “ <i>Stanford Arabası</i> ” adında otonom araç üretildi.
1980’lerin ortası	Beyin nöron ağları büyük ilgi gördü. ABD’ de yapay zekâ derneği kurularak ilk defa ulusal konferans düzenlendi.
1989	NASA’ ya ait olan “ <i>AutoClass</i> ” programı pek çok yıldız keşfetti.
1994	İnternet arama motorları kullanılmaya başlandı.
1997	IBM’ nin Deep Blue’ su dünya satranç şampiyonu Kasparov’ u yendi.
2000	İnsan etkileşimli robotik oyuncaklar üretildi.
2002	İnsanların ürün editörleri Amazon tarafından değiştirildi.
2007	“ <i>Google Translate</i> ” Google tarafından çeviri servisi olarak sunuldu.”
2011	Apple “ <i>Siri</i> ” kişisel asistanı hizmet vermesi için üretti.
2012	Google’ ın otonom araçları kendi yollarını buldu.
2016	Google AlphaGo, şampiyon Go oyuncusunu yendi.

Yapay Zekânın Teknikleri ve Eğitim Bilimlerinde Kullanımı

İnsanoğlu yıllardır çeşitli şekillerde insan aklını ve zekâsının işleyişini merak etmiş, merak etmekle kalmayıp bu varlıkları imkânları ölçüsünde taklit etmeye çalışmıştır. Bu yolda bazen modeller geliştirmiş bazen ise benzer teoriler ortaya atılmıştır. Yapılan bütün çalışmalarla alanyazına yeni terimler ve çalışma alanları kazandırılmış ve teknolojinin de gelişmesiyle bu çalışmaların hız kazanmaya devam etmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde yapay zekânın uzman sistem, bulanık mantık, genetik algoritma, veri madenciliği, zeki öğretim sistemi, makine öğrenmesi, derin öğrenme tekniklerinin daha popüler olduğu söylenebilir (Elmas, 2018; Erdemir, 2015; Köse, 2010; Özdemir, 2016).

Uzman sistem. Yapay öğrenmenin YZ için bir gereklilik olduğunu ifade eden Alpaydın (2013), uzman sistemleri, insanların karar verme süreçlerine destek olan bilgisayar yazılımları şeklinde ifade etmiştir. Herhangi bir alandaki uzmanlığın bilgisayar yazılımlarına aktarılması sonucu bu sistemlerin tıpkı bir uzmanmış gibi davranmaları ile uzman sistemler meydana gelir (Özdemir ve Kılınç, 2019). Kural tabanlı olarak işleyen uzman sistemler, uzmanların bilgileriyle oluşturulan kurallardan, insanların sebep-sonuç ilişkilerine dayanarak çıkarımlar yaparak çalışır (Erdal, 2018). Öğrenme yeteneğine sahip olmayan ancak sadece uzmanların çözebileceği sorunları çözebilen bu sistemlerin en küçük örneği ise sohbet robotlarıdır (Pirim, 2006).

US kullanıcılarıyla uzman sistem arasındaki iletişimi üstelenen modül kullanıcı ara yüzü olarak ifade edilir ve burada kullanıcı problemlerini çıkarım motorunun anlayabileceği bir biçime sokar (Uzun, 2008). Türkçe yazılmış bir soru cümlesinin uygun bir biçimde düzenlenmesi buna örnektir ve bu düzenlemeler sayesinde doğal dil işleme vb. yeni YZ alt dallarının doğuşuna zemin hazırlanmıştır (Uzun, 2008). Bir diğer kısım ise çıkarım motorudur ve veri tabanında hazır bulunan verilerin yorumlanarak anlamlı ilişkilerin ortaya çıkarılması sağlanır (Göksu, 2016). Ayrıca bu kısımda önceden tanımlanmış kuralların bilgi tabanındaki veri bütünlerinden anlamlı ilişkilerin çıkarıldığı kısımdır (Öncü, 2006). Şekil 1' de uzman sistemlerin işleyişi ve yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1. Uzman sistemlerin genel işleyişi (Aydın, 2017; Gürbüz, 2006).

Çok sayıdaki veriyi düzenleme ve yorumlama işleminden sonra problemlere çözümler sunabilen ve açıklamalar getirebilen uzman sistemler, çeşitli alanlarda çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Eğitim-öğretimde uzman sistemler eğitimde

planlama, karar verme, öğretmen eğitimleri ve zeki öğretim sistemleri çalışmalarında kullanılmaktadır (Öncü, 2006). Bankaların müşteri finans kaynaklarının yönetiminde çözümleme ve yorumlamada; büyük şirketlerin veya mağazaların malzeme satış ve ürün sayısı durumlarının tahmin edilmesinde, tıpta hastalıkların teşhis edilmesinde yardım alınmaktadır (Uzun, 2008).

Bilgi temelli ve karar vermeye destekçi olan uzman sistemler, problem çözmede uzman bireyler gibi insanın bilgi ve becerisini kullanan sistemler olarak ifade edilmiştir (Erkalan, Calp ve Şahin, 2012). Uzman sistemlerde amaç uzman bireylere ait uzmanlık tecrübelerinin ve bilgilerinin yaygın kullanımını sağlamaktır. Esas olarak uzman bir birey özel bir alanda problem çözebilecek kadar kendini geliştirirken uzman sistemler bu işi ileriye taşır ve uzmanlık isteyen söz konusu alanda kabul görmüş bilimsel tüm basılı yayınları, internet kaynaklarını bilgi tabanı şeklinde muhafaza eder (Erkoç, 2008).

Uzmanlar bilgilerini genelde kitaplarda toplar ve bir problemin çözümünde kitaba başvuran bizler genelde teorik bilgilere ulaşmanın yanında binlerce bilginin arasından istediğimiz bilgiye ulaşma zorluğuyla da karşılaşırız. Uzman sistemler problemleri hangi değişkene göre çözdüklerini, gereksiz detaylardan arınık ve pratik bir şekilde kullanıcılara sunarlar. Bu şekilde ilerleyen kullanıcı zamanla ulaşmak istediği uzmanın performansına sahip olabilmektedir. Bu bakımdan öğrenme ve anlama düzeyini artırırlar. Uzmanlık alanı fark etmeksizin bir konuda uzman bireyler çalışır ve bir süre sonra verimi düşebilir. Üstelik moral bozukluğu, fizyolojik ihtiyaçlar da performansı düşürebilir. Fakat uzman sistemler sabit performans ile daimi hizmet sunar. Yetersiz bilgi ya da tecrübe bilgi biriminde yoksa mantık yürütebilir ve deneyimlerden öğrenme yeteneği vardır. Uzman sistemler kararlı, tutarlı ve uyumlu bir çalışma prensibine sahiptirler.

Genetik algoritmalar. İçinde bulunduğumuz çağın gereklilikleri, insanoğlunun karşılaştığı problemlere karşı yeni, çağdaş çözümler bulmaya zorlamıştır. Katı optimizasyon tekniklerinin yerini ise yumuşak hesaplama teknikleri almıştır. GA da bu arayışın ürünlerindendir (Emel ve Taşkın, 2002). Genetik algoritmalar, *“Bir şeyi en uygun hale getirmek ya da en iyi şekilde kullanmak”* (TDK, 2021) olarak tanımlanan optimizasyon seviyesindeki sorunları en iyi çözüme kavuşturmada bizlere yardım eder.

Evrim biliminin mühendislik problemlerinin çözüme kavuşturulması fikri ilk defa 1950'lerde birçok bilim insanının evrimsel sistemler üzerinde çalışmasıyla ve evrimsel bazı programların oluşturulmasıyla genetik algoritmalar gelişmiştir. Öğrenmenin mekanik boyutuna odaklanan Holland, Darwin' in evrim ile ilgili çalışmalarından esinlenmiş ve canlıların genetik süreçlerinin bilgisayarlara aktarılması üzerine odaklanmıştır. Bu nedenle genetik algoritmalarda biyolojik sürecin referans alındığı yöntemlerden olduğu yorumu yapılabilir. GA' nın bileşenleri; kromozom ve gen, çaprazlama, yeniden üretim, mutasyon, çözüm havuzu ve uygunluk fonksiyonu olarak ifade edilebilir (Öztemel, 2012).

Önemli bilgisayar bilimcilerinden Alan Turing, John von Neuman, Norbert Wiener gibi bilim insanları, bilgisayar programlarının kendi başlarına karar verebilme, dış dünyayı kontrol edebilme ve uyarlanabilir (adaptif) öğrenme gibi gerçek dünyadaki bazı yeteneklere sahip olmaları gerektiğini savunmanın yanında elektronik ile ilgili oldukları kadar psikoloji ve biyolojiyle de ilgilenmişlerdir (Gülcü, 2006). Bu sebepten dolayı ilk bilgisayarların sadece askeri bazı kodları deşifre etmenin dışında insan beynini modelleme, insanların öğrenme yollarını taklit etme, biyolojik evrim simülasyonlarını gerçekleştirmiş olması sıra dışı bir olay değildir (Mitchell, 2002; Akt. Gülcü, 2006).

Kromozom ve gen bileşeni, genetik algoritmadan çözmesini istediğimiz problemin çözümlerini içeren bu kısımda her bir problemde "N" tane çözüm bulunabilir. GA tam da burada konuşur ve bu "N" kümesi içerisindeki en ideal çözümü bize sunar. Kromozomlar ise bu sistemdeki olası çözümleri barındırdığı için oldukça önemli bir birimdir. Başta rastgele önerilen çözüm yollarını genetik algoritma iyileştirme yoluna gider ve ideal çözüme ulaşılmasını sağlar. Kromozomu meydana getiren elemanlardan her biri genlerdir ve genler çözümün özelliklerini ifade etmektedir. Genlerin içereceği bilgi ikili, onlu, on altılı tabandaki bilgileri içerebilmektedir (Elmas, 2018).

Çaprazlama bileşeni, çözüm niteliği taşıyan havuzdaki çözümlerin yani kromozomların çiftler halinde birleştirilmesiyle yeni çözümlerin oluşturulması işlemidir. (Öztemel, 2012). Yeniden üretim bileşeni, genetik biliminden de aşina olduğumuz üzere genlerde meydana gelen mutasyonlar veya çaprazlamalar yeni kromozomları meydana getirir. Buna durum çözüm kümesini temsil eden kromozomların sayısının arttırır. Oluşan bu yeni kromozomlar arasından da problemin havuz büyüklüğü

gözetilerek seçim yapılır ve diğer kromozomlar devre dışı bırakılır. Bu mantığa göre en iyi çözümlerin gelecek nesiller için seçim şansı yüksektir fakat buna karşın kötü çözümler de seçilebilirler (Kevran, 2009; Öztemel, 2012).

Mutasyon bileşeni genetik çaprazlamalar çeşitliliği her bakımdan arttırabilir. Fakat bazı problemlerin çözümünde farklı yollara da ulaşabilmek, farklı yöntemleri ya da çıkış yollarını kolaylaştırabilmek adına belirli kromozomların elemanları yani genleri değiştirilebilir. Bu durum mutasyon olarak anılmaktadır. Problem kümesi içerisinde var olan kromozomların kaç adedinin mutasyona maruz kalacağı ise *mutasyon oranı* dikkate alınarak yapılır (Öztemel, 2012). Çeşitli mühendislik alanlarında tercih edilen genetik algoritma tekniği eğitim-öğretim alanında özellikle zaman yönetimi ve planlama çalışmalarına destek olmak amacıyla genellikle eğitim kurumlarında ders çizelgeleme sorununa çözüm sunabilecek yazılımların geliştirilmesi amacıyla kullanılabileceği önerilmiştir.

Yapay sinir ağları. Beyin fonksiyonlarının işleyişinin taklit edilerek öğrenme, karar verme, yorumlama, çıkarımlar yapma tekniklerini işe koşarak bilgi üretme sürecinde daha zeki olmayı hedefleyen çalışmalar yapay sinir ağları[YSA] ile gerçekleşir (Özdemir ve Kılınç, 2019). YSA, insan beyninin nöron ağlarını taklit ederek bilginin paralel olarak işlenmesini sağlayan bir başka deyişle biyolojik sinir ağlarının makinelerce taklit edilmesini sağlayan yapay ağlardır. Aynı zamanda bir tür bilgisayar sistemleri olarak ifade ederek beynin öğrenmesi, orijinal bilgiler oluşturma, fark edebilmesi vb. yeteneklerini tek başına otomatik bir biçimde gerçekleştirmesi olarak da tanımlanabilmektedir (Çırak ve Çokluk, 2013).

YSA insan beyin yapısının öğrenme özelliği yolunu kullanarak orijinal bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme yeteneklerini dışarıdan bir müdahale olmadan kendi başına otomatik bir şekilde yerine getirmeyi becerebilen bilgisayar programlarıdır (Öztemel, 2012). YSA, beynin doğal işleyişinin ürünü sayılabilecek davranışları, adımları ya da işlemleri kullanarak öğrenen, çevreyi algılayıp olaylara göre tepkiler oluşturabilen bilgisayar sistemlerinden oluşur. Yapay sinir ağlarının doğal beyin işleyiş yapısına benzer şekilde başarıyla gerçekleştirebildiği bazı uygulama alanları; ilişkilendirme, genelleme, optimizasyon, öğrenme, sınıflandırma ve özellik belirleme olarak ifade edilebilir (Öztemel, 2012).

Canlılarda sinir sistemi ile iletişim ve düşünme bağlantılarının evrimleşmiştir. Bu evrimleşmenin ardından sinir sistemi canlıların zamanla karmaşıklaşan fiziksel ve

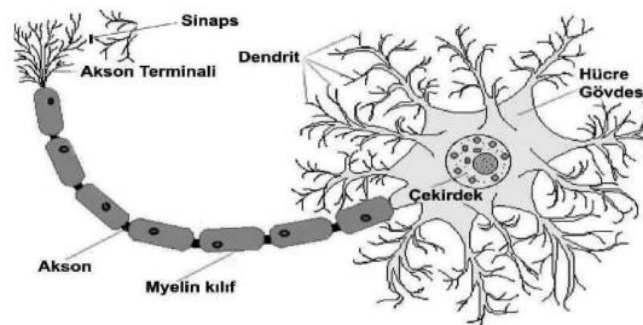
zihinsel davranışlarını eş zamanlı olarak ayarlayarak canlıların hayatta kalmalarını kolaylaştırmıştır (Kurzweil, 1948; Akt. Gostolüpçe, 2019). Sinir sistemi hücreleri yani nöronların beyinde yer etmesiyle beyin, bilginin depolanmasını ve yönetimini sağlayarak insan davranışlarının gelişimi sağlanmıştır (Kurzweil, 1948; Akt. Gostolüpçe, 2019). Oldukça karmaşık olan biyolojik sinir sistemi blok diyagramı Şekil 2' de sunulmuştur.



Şekil 2. Biyolojik sinir sistemi blok diyagramı (Bahadır, 2013).

Doğal sinir ağları, doğal nöronlardan oluşur ve bu nöronlar biyolojik adlarıyla bilinen dört kısımdan meydana gelirler. Bu kısımlar hücre çekirdeği(soma), dendrit (dendride), akson(axon) ve sinaps (synapse) şeklinde ifade edilmektedir. Nörona gelen sinyalleri dendritler alır(algılar) ve hücre gövdesine iletir. Ardından bu sinyaller diğer nöronlara iletilmek üzere aksonlar üzerine gönderilir (Demirkol, 2021). Sinir hücreleri sinyallerini dışarıdan ya da temas halinde olduğu nöronlardan alabilir. Nöronların işlevleri; düşünme, tecrübelerden öğrenebilme, uygulama yapabilme, mantık kurabilme yeteneklerinin temelini meydana getirmektedir. Nöron bağlantılarından oluşan beynin yapısı ve işleyişi, yapay sinir ağlarının temelini oluştursa da beynin bu kadar basit bir şekilde taklit edilemeyeceği de ifade edilmelidir. Yapay sinir ağları, yapay nöronlardan meydana gelir ve bu yapay nöronlar beynin nöron yapısına göre çokça ilkelidirler.

Biyolojik sinir hücresinin yapısı Şekil 3' te verilmiştir.

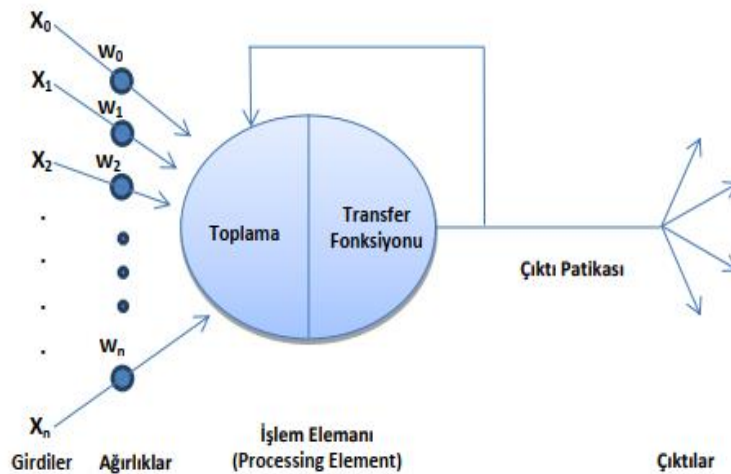


Şekil 3. Biyolojik sinir hücresinin yapısı (Atasayar, 2019).

YSA' nın yapıtaşları olan yapay nöronlar; girdi katmanı, gizli katman (ara katman) ve çıktı katmanı yapay sinir ağlarını oluşturan katmanlardır (Çırak, 2012). Sıcak su dolu bir bardağı tutmaya başladığımızda öncelikle acı hissetmeyiz. Zaman ilerledikçe daha fazla acı hissetmeye başlarız. Yani beyne giden ve nöronlara ulaşan sinyallerin belirli bir eşik değerini aşmasını bekleriz.

Nöronlar belirli bir eşik seviyesini aştıktan sonra aktive olurlar. Burada elimize temas eden sıcaklık girdi değerini temsil eder. Girdi değeri(sinyali) x_i cebirsel ifadesiyle gösterilir ve "i" ifadesi "0,1,2,3... n" değerlerini alabilmektedir. "x" değeri sıcak bardağın elimize temas etmesi yani girdi olarak düşünülmelidir (Demirkol, 2021). Girdi katmanındaki bilgiler (veriler) herhangi bir değişikliğe uğratılmadan gizli katmana iletilirler (Akgün, 2017). Bu girdi değerleri kendilerine ait bağlantı ağırlığıyla çarpıldıktan sonra elde edilen değer $w(i)$ yani sinaptik ağırlık şeklinde ifade edilmektedir. "w" değeri elimizdeki sıcak bardağı elimizde tutma süremiz olarak düşünülmelidir (Demirkol, 2021). Söz konusu çarpımlardan elde edilen transfer fonksiyonu tıpkı doğal sinir hücresinde olduğu gibi oluşan sinyallerin iletilip iletilmeyeceğini belirleyen eşik değerini temsil etmektedir. Bu eşik değerini aşan sinyaller canlılarda belirli bir tepkiyi oluştururken eşik değerini aşmayan uyarılara karşı herhangi bir tepki oluşmayacaktır (Demirkol, 2021). Sonuç olarak sistemin çıktıları temsil etmektedir. Bu sistemin işleyişinde elbette ki farklı toplama ve transfer fonksiyonları tercih edilebilmektedir (Bahadır, 2013).

Yapay nöronun yapısı Şekil 4' te verilmiştir.



Şekil 4. Yapay nöronun yapısı (Bahadır, 2013).

Yapay ve doğal nöron ağlarının karşılaştırılması Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2

Doğal ve Yapay Sinir Ağının Özellikleri

Doğal Sinir Ağı	Yapay Sinir Ağı
Biyolojik sinir sistemi	Sinirsel hesaplama sistemi
Sinir	Düğüm(işlem bileşeni)
Sinaps	Nöronların bağlantı ağırlığı
Dentrit	Toplama işlemi
Çekirdek	Etkinlik elemanı
Akson	Çıkış, tepki

YSA' nın kendilerine özgü olan bazı özelliklerinden yola çıkılarak kabul görmüş genel avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Öztemel, 2012; Yağcı, 2018; Yaraş, 2017).

1. YSA' nın özünde makinelerin (bilgisayarların) öğrenmelerini sağlama amacı olduğu için olay ya da durumları öğrenerek karşılaştıkları benzer olay ya da durumlar karşısında benzer tepkiler (cevaplar) oluşturmaya çalışırlar.
2. Klasik programlama ve YZ tekniklerinin işe koşulduğu bilgi işleme yöntemlerinden çok farklı bir yapıya sahip olmasından dolayı çalışma alt yapısı klasik programlama tekniklerinden çok farklıdır.
3. YSA' nın olay ya da durumları öğrenebilmesi için çeşitli örneklerle eğitilmesi ve performansının test edilmesi gerekmektedir. Eğitim aşamasında ise var olan örneklerle ağın tek tek karşılaştırılması ve örneklerdeki olaylar arasındaki ilişkileri saptaması sağlanmalıdır. Her ağ kendinden bir önceki eğitim setiyle eğilirken daha önce hiç karşılaşmadığı örneklerle verdiği tepkiler belirli bir oranda doğruluk içeriyorsa ağ eğitilmiş sayılır.

Veri madenciliği, optik karakter tanıma, parmak izi tanıma, radar ve sonar sinyallerinin sınıflandırılmasında, el yazısı tanımlama, meteorolojik yorum, ses tanıma, kanser tanılması, başarı tahmini, performans sınıflandırma, karar verme vb. uygulamalara imkân tanımakla beraber birçok sektörün ilgisini çekmeye devam etmektedir (Elmas, 2018). Eğitim-öğretimde başarı analizi sayesinde başarı ve başarısızlık sebeplerinin belirlenmesi, başarıyı artırma amacıyla dikkat edilmesi

gerekenlerin tespit edilmesi, akademik başarıyla mesleki başarı arasındaki bağın ortaya çıkarılması, eğitimin niteliğini arttırma vb. çalışmalara gün geçtikçe artan hızla rağbet gösterilmektedir (Bahadır, 2013; Yağcı, 2018).

Bulanık mantık. Gündelik yaşantımızda birtakım işlerimizi yoluna koymak, karmaşıklık ve belirsizlik içeren olayların üstesinden gelebilmek için insan düşüncesinin, duygularının ve dilinin bazı metotlardan faydalanarak modellenmesi gerekebilir. Bilim dünyasında kullanılan bu metotlar, klasik mantıkta kabul görmüş ve kesin sınırları olan metotlardandır. Fakat bu metotların insan düşünüş yapısına ve mantığına çok da uyduğu söylenemez. İnsanlığa bu bakımdan yardımcı olan ve klasik mantığa aykırı olan mantık türü bulanık mantık[BM] olarak karşımıza çıkmaktadır (Keskenler ve Keskenler, 2017).

BM, bilgisayarların kullandığı klasik mantıkta olduğu gibi (0,1) olmak üzere iki değerli değil “0” ve “1” kapalı aralığında ([0,1]) yer alan çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir (Elmas, 2018). Klasik küme kuramının temelinde ait olma vardır ve bir eleman o kümenin ya elemanıdır ya da elemanı değildir. Kümeye ait olan elemanlar bir, ait olmayanlar ise sıfır değerini alırlar. Üyelik kesin sınırlarla birbirinden ayrıldığı için kısmi üyelikten söz edilemez (Özdemir, 2009). Bulanık mantık, klasik mantığa nazaran insan mantığına daha yakın olduğu için birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır (Özkan, 2018). Bir organizma olarak insan, yüzleştiği durumu veya olayı zihninde canlandırma sürecinde deneyimleri ve bilgilerini işe koşarak bir yargıya varır ve aksiyon alır. Sonuç olarak bu aksiyonunu dil yoluyla ortaya koyan insanın günlük yaşam dili kesinlikten uzak ve belirsizliklerle doludur. Tam da bu belirsizliklerin giderilmesi amacıyla bulanık mantık kullanılmalıdır. Bu işlem ise bulanık kümeler vasıtasıyla tanımlanır ve nitel değişkenler kullanılarak ifade edilir (Elmas, 2018).

BM, soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, başarılı-başarısız- yüksek-alçak, doğru-yanlış gibi ikili dilsel değişkenlerden meydana gelen kesin dünyayı; az soğuk, az sıcak, az hızlı, çok hızlı, az başarılı, çok başarılı, az yüksek, çok yüksek, az doğru, çok doğru gibi daha esnek niteleyicilerle gerçek dünyaya indirger (Elmas, 2018). Klasik mantığa göre bir cisim ya siyahtır ya da beyazdır. Fakat bulanık mantığa göre cisimler gri, beyaza yakın, siyaha yakın, siyah ya da beyaz renk değerlerini alabilmektedir. Benzer şekilde çok sıcak, çok kilolu, çok uzun, çok genç vb. ifadeler bulanık yani belirtisiz ifadelerdir (Arslan, 2019). BM tekniğinin bazı genel özellikleri Tablo 3’ te sunulmuştur (Baykal ve Beyan, 2004; Keskenler ve Keskenler, 2017; Ölmez, 2010).

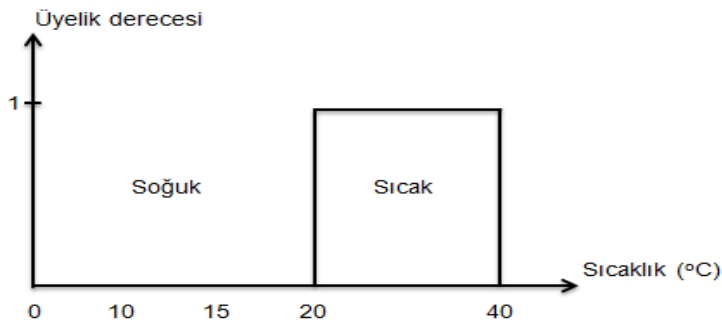
Tablo 3

Bulanık Mantık Tekniğinin Genel Özellikleri

Bulanık Mantık Tekniğinin Genel Özellikleri	
❖	Bulanık mantığın ifade derece ağırlığı $[0,1]$ olarak belirtilir.
❖	Bulanık kümenin ait elemanları “çok, az, daha az, daha çok, sıcak, çok sıcak, vb. ” şeklinde kesin olmayan ifadelerle belirtilir.
❖	Bütün mantıksal mekanizmalar bulanık sistem olarak modellenebilir ve ifade edilebilir.
❖	Matematiksel olarak modellenmesi çok zor olduğu düşünülen problemler bulanık mantık ile kolayca modellenebilir

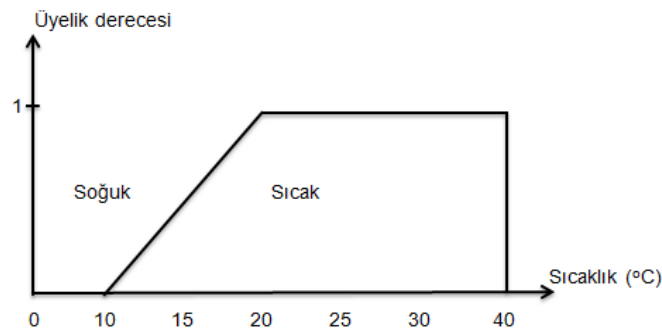
Gündelik yaşamda sıcaklık, boy uzunluğu, kilo, başarı, sıcaklık vb. durumları ifade ederken “var-yok, az-çok, uzun-kısa, sıcak-soğuk, vb.” kelimelerin kullanılması klasik küme yaklaşımına aittir. Bu ifade değerlendirildiğinde klasik kümelerde kısmi üyeliğin söz konusu olmadığı yorumunu kolaylıkla yapabiliriz (Köse, 2010).

Sıcaklık değişkeni ile ilgili kesin küme örneğinin gösterimi Şekil 5’ te verilmiştir.



Şekil 5. Sıcaklık değişkeni için verilen kesin küme örneği (Elmas, 2018).

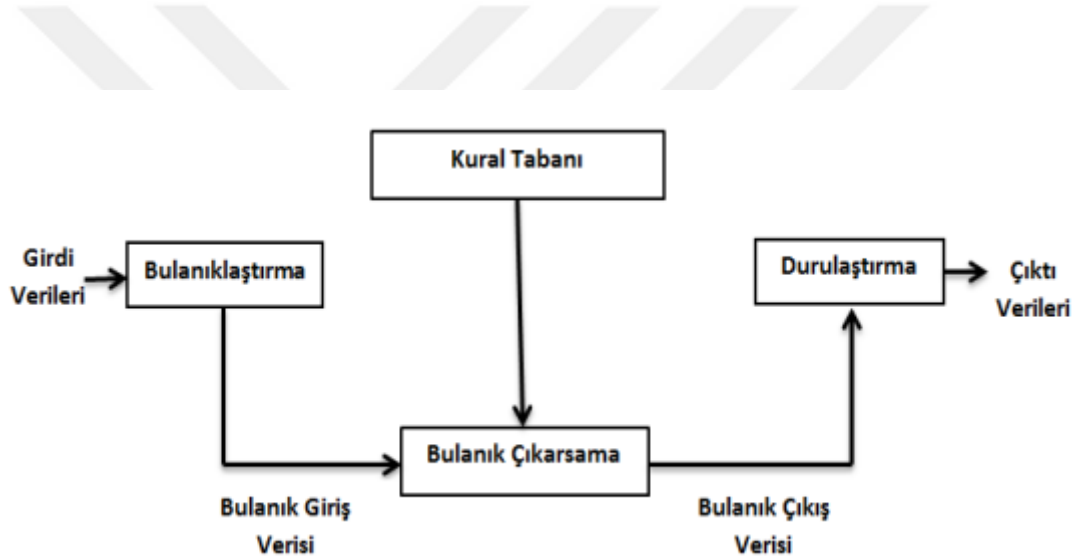
Sıcaklık değişkeni ile ilgili kesin küme örneğinin gösterimi Şekil 6’ da verilmiştir



Şekil 6. Sıcaklık için verilen bulanık küme örneği (Elmas, 2018).

Kesin (klasik) bir kümede bir sıvının sıcaklığı 20 °C' un üzerindeyse bu sıvı sıcaktır ve üyelik derecesi "1" olarak ifade edilir. Farklı bir sıvının sıcaklığı 19,5 °C ise bu sıvı sıcak değildir ve sıvının üyelik derecesi "0" olarak kabul edilir (Şekil 9). Buradan hareketle klasik mantıkta esnekliğin söz konusu olmadığı söylenebilir. Aynı örneği bulanık kümeler ve üyelik dereceleri bakımından inceleyecek olursak, sıcaklığı 10-40 °C arasında olan sıvıların ilgili sıcaklık değerleri bulanık kümenin üyeleridir. 20-40 °C arasındaki sıcaklık değerlerinin üyelik dereceleri "1" ve 10-20 °C arasındaki sıcaklık değerlerinin üyelik dereceleri "0" ile "1" arasında farklı dereceler alabilmektedir (Şekil 10). Buradan hareketle bulanık mantık ile esnek durumların ifade edilebileceği çıkarımı yapılabilir (Elmas, 2018).

Bulanık mantık yaklaşımının temel akışı (aşamaları) Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Bulanık mantık yaklaşımının temel aşamaları (Balbal, 2016).

Fen, matematik, sosyoloji, psikoloji, mühendislik, tıp, akıllı sistemler, sinyal işleme, ulaştırma, eğitim vb. disiplinlerinde çeşitli bilim insanları farklı problemleri çözmek için kullanmaktadır (Keskenler ve Keskenler, 2017). Eğitim alanındaki uygulamalarına baktığımızda akademik başarının esnek ve gerçeğe yakın bir biçimde değerlendirilmesine olanak tanıyan bulanık mantık ile öğrenci özelliklerinin çok yönlü olarak işe koşulmasını da sağlayacaktır (Sanca ve Artun, 2021). Meslek lisesi öğrencilerinin alan seçimlerinde (Uzun, 2008), öğrenme stillerinin belirlenmesinde (Bahadır, 2013), başarı ve performans değerlendirmelerinde (Bahadır, 2017), öğrencilerin başarı veya başarısızlık sebeplerinin bütüncül olarak incelenmesi ve önlemlerin geliştirilmesinde (Özdemir, 2016), öğrencilerin zekâ türleri ile

yetenek/tutum değişkenlerinin belirlenmesinde (Özdemir ve Kalıncara, 2020) BM tekniğinin kullanıldığı görölmektedir.

Zeki öğretim sistemleri. Bilgisayar ve bilişim sistemlerindeki gelişmeler tüm alanlarda olduğu gibi eğitim alanının da can damarı durumuna gelmekle beraber eğitimde idari çalışmalar ve eğitim-öğretim çalışmaları olarak iki ana başlığa hizmet ettiğini söyleyebiliriz (Şahin, 2010). Not, devamsızlık devam durumu, beceri vb. durumlara e-okul aracılığıyla zamandan ve mekândan bağımsız bir biçimde ulaşılabilmektedir; eğitim-öğretimde niteliğin artırılması için karar verebilen, düşünebilen, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre şekil alabilen yazılımlar eğitim-öğretim çalışmaları başlığında toplanır. Bu yazılımlara zeki öğretim sistemleri denir (Şahin, 2010).Eğitim-öğretimin niteliğini arttırmada öğretim amaçlı oluşturulan sistemler ilk zamanlarda “zeki bilgisayar destekli öğretim” olarak anılsa da son zamanlarda “zeki öğretim sistemleri” şeklinde adlandırılmaktadır (Altın, 2006).

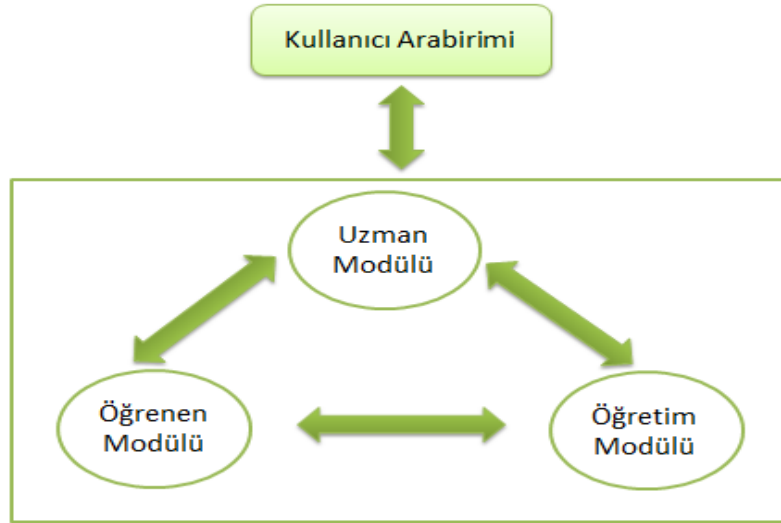
Zeki öğretim sistemleri[ZÖS] kime, neyi, hangi yöntem veya teknikle öğreteceğine karar verebilen sistem olarak ifade edilebilmektedir (Şahin, 2010). Bir başta tanımda ise bilgi temsilinde ve öğrenci ile bilgi arasında köprü vaziyeti görmede yetkinleşmiş yazılımlar olarak belirtilmiştir (Özbek, 2007). Her öğrenci seviyesine hitap eden, süreç odaklı bir değerlendirme anlayışıyla öğretim içeriklerini zenginleştiren, bireysel farklılıklara göre öğretim faaliyetlerini yönlendiren sistemlere ZÖS denilmiştir (Özbek, 2007; Turan, 2007).

Öğretimde kullanılan etkinliklerin verimini ve niteliğini artıran bilgisayar teknolojileri, ZÖS sayesinde ilgi görür. Bunu yaparken oyunla öğretim, bireysel öğretim, teorik ve uygulama programları, öğretim amaçlı simülasyonlar geliştirilmiştir (Keleş, 2007). Bu uygulamaların tümü, öğretim faaliyetlerinin niteliğini artırma ve bireysel farklılıkları ön planda tutma çalışmalarının destekleyicisi oldukları söylenebilir. Geleneksel sınıf uygulamalarında farklı düzeydeki öğrencilerin tamamına hitap eden ortalama düzeyde etkinlikler yapılması öğrenmeyi olumsuz yönde etkilediği için son zamanlarda bilgisayar destekli öğretim uygulamaları rağbet görmektedir. Konuyu daha ileri boyuta taşıdığımızda ise karşımıza ZÖS çıkmaktadır (Keleş, 2007).

Teknolojideki gelişmeler zeki davranışlar sergileyecek ortamların oluşumunu desteklemiştir ve ZÖS de bu gelişimden payını alan tekniklerdendir (Erdemir, 2015). Öğrenciler bu sistemleri kullandıkça kendi eksikliklerini tespit eder ve gidermek için

öğrenme metotlarını düzenleyebilirler. Buradan ZÖS ile ilgili olarak öğretmenleri taklit etmeyi alışkanlık haline getirmiş bir yaklaşım olduğu çıkarımı yapılabilir. Hatta bir sınıfta yapılan öğretim gibi her öğrencinin öğrenme düzeyini tespit edip öğrenenlerin öğrenme çıktılarının niteliğini en üst seviyeye çıkarmaya çalışır. Bununla da kalmayıp bir sonraki öğretim planını hazırlar (Erdemir, 2015).

ZÖS her bireyin bilgi kapasitesine göre öğretim etkinliklerini belirlemekle beraber yapay zekâ, öğretim teknolojileri ve bilgisayar sistemlerinden oluşan bir sistemdir (Erdemir, 2015). ZÖS' ün elemanlarına baktığımızda bilgisayar sistemleri bölümünde belli bir amaca ulaşmada ya da bir süreci desteklemede etkin olan, yazılımsal ya da donanımsal yapılar bulunmaktadır. Öğretim desteği elemanında ise bilgi yapılandırılması, rehberlik, danışma, gelişim, öğrenim ve öğretim metotları bulunmaktadır. Yapay zekâ elemanında bilgisayarların analiz, öğrenim, gelişme, test etme vb. insan davranışlarının, yeteneklerinin gerçekleştirilmesi bulunmaktadır (Erdemir, 2015). ZÖS' ün bileşenleri Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 8. Zeki öğretim sistemlerinin bileşenleri (Erdemir, 2015; Karacı, 2013).

Etkin alan olarak da bilinen uzman modülünde öğretilecek konular, ders içerikleri, konular arası bağlar ile öğrenenlerin öğrenme düzeyi, geçmiş öğrenmeleri, öğrenim tercihleri vb. önemli bilgiler bulunur. Bu noktada öğrencilerin hangi noktalarda ne gibi sorunlar yaşadıklarını, hangi konularda hangi aşamalarda nasıl bir yardıma ihtiyaç duyduklarını vb. belirlemeye yardımcı olan bir modüldür (Karacı, 2013). Pedagojik modül, öğretim modülüdür ve öğrenenlere bir konunun öğretiminde en isabetli stratejinin ne olduğuna karar verir, belirlenen stratejinin geliştirilmesinde

etkilidir. Bunu yaparken öğretim metotlarının yanı sıra öğretim stratejilerinin de geliştirilmesini sağlarken aynı zamanda öğrencilere dönütler sağlayarak yönlendirmelerde bulunmuş olur (Erdemir, 2015). Kullanıcı ara yüzü modülü haberleşme modülü olarak da bilinir ve ZÖS öğrenen arasındaki iletişimden sorumludur. Öğrencilerin motive olması ve bu modülün öğrenci profilini en verimli şekilde anlayabilmesi için bu modülü meydana getiren nesneler görsellerle desteklenmelidir (Doğan ve Kubat, 2008). Öğrenci modülünün niteliği, devamlı uzun ya da kısa dönem fark etmeksizin bilgi toplayabilen ve bu bilgileri kullanarak öğretim metotlarını güncellemesine bağlıdır (Doğan ve Kubat, 2008; Dikbıyık, 2013). ZÖS' ün sisteminin en önemli modülü olan öğrenci modülü, öğrenen bir bireyin yeterli olup olmadığını göstermekle beraber öğrenenlerde bilgi kalıcılığına da bağlı olarak işlem görmektedir (Erdemir, 2015).

Zeki öğretim sistemlerinin bazı görevleri;

1. Öğrenen bireyin öğrenmesi gereken konu başlığı altındaki içeriklerde zaman kaybını önleme,
2. Öğrencilere alan uzmanıyla baş başaymış gibi öğrenme ortamı ve imkânı sağlama,
3. Öğrenenin her ihtiyacı olduğunda ve öğrenmenin her aşamasında gerekli uzman desteğini sağlama ve bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak öğretim imkânları sağlama şeklinde ifade edilebilir (Uzun, 2008).

Eğitimde ZÖS çalışmaları ile öğrenme süreçlerinin takibinin yapılması, karar verme süreçlerinde yol gösterme, kişiye özgü eğitim-öğretim hizmeti sunma amacıyla gerekliliklerin tespit edilmesi, rehberlik hizmeti sağlanması çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir. Öte yandan öğrencilerin eğitim-öğretim sürecindeki hatalarının tespit edilmesi ve bu hataların sebepleriyle ilgili düzeltmelerle dönütler verilmesi vb. daha birçok ümit verici sonuçlara ulaşılmasının mümkün olacağı ifade edilmektedir (Aygün, 2019).

Veri madenciliği. Veri madenciliği YZ, istatistik ve makine öğrenmesi disiplinlerine veri sunabilen bir çalışma alanıdır. Bilgisayara kaydedilebilen rakam, kelime, metin, resim, fotoğraf, olay biçiminde temsil edilen birimler “veri” kavramını oluşturmaktadır (Altun, 2019). VM ise verilerin farklı boyutlarda analiz edilerek kullanışlılık düzeyi yüksek veriye dönüştürülmesine yarayan veri analizi metotlarından biridir (Aksoy, 2014). Verilerin analiz edilmesiyle örüntülerin açığa çıkarılması işinin

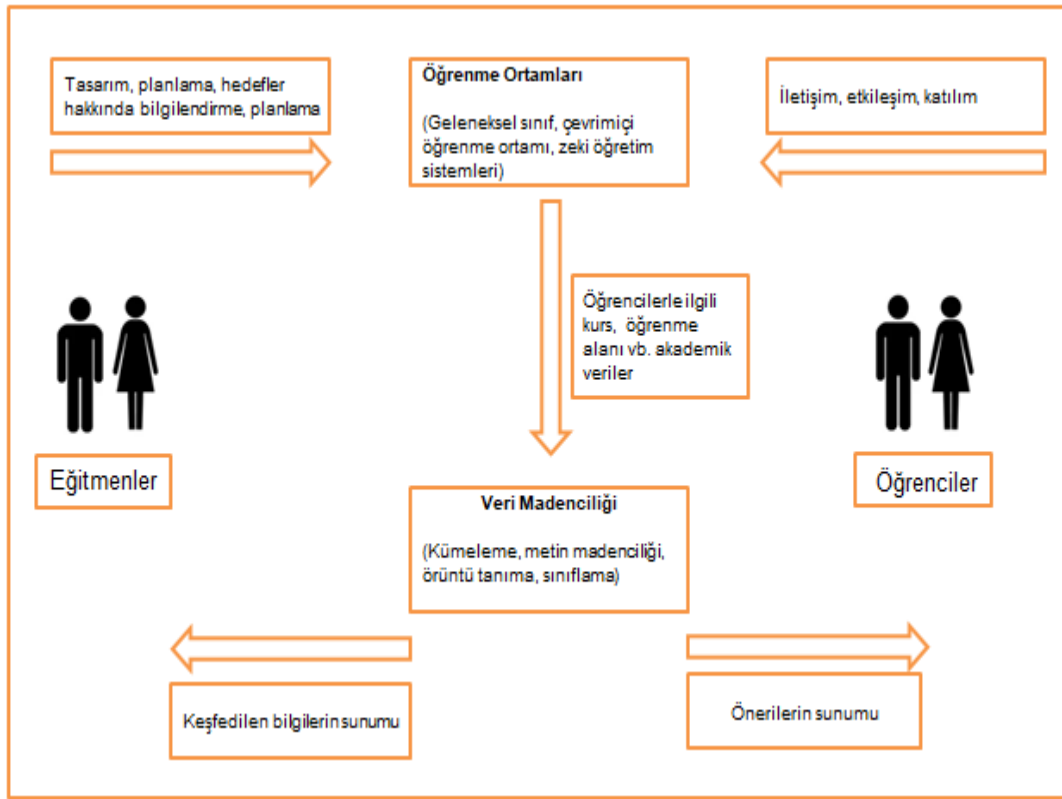
otomatik ya da yarı otomatik bir şekilde yapılması çalışmaları, verilerin bulunduğu büyük depolardan faydalı diyebileceğimiz bilgi kümelerinin keşfedilmesi çalışmaları olarak ifade edilebilir (ırmak, 2009). VM aynı zamanda var olan verilerden potansiyeli bakımından kullanışlı olduğu düşünülen ancak üstü kapalı, şeffaf olmayan bilgilerin ışığa kavuşturulması olarak da tanımlanabilmektedir. Bu amaçla gruplama(kümeleme), veri özeti çıkarma, farkındalık analizi ve sapma tespiti vb. metotları içermekle beraber VM, kapsamlı veri tabanı içeren yapılardan gereken bilgileri özenle çıkarma işlemleri olarak ifade edilmektedir (Şengür, 2013).

Bilgi çağında olmamızın elbette ki en büyük zorluklarından biri örüntü yapılarının keşfi, veri yığınları arasından aykırı durumlarla eğilimlerin tespit edilmesi olarak ifade edilmektedir. Öte yandan biyolojik beyin yapısının bilgiyi algılama ve işleme yeterliliğiyle bu durumun sınırlılıklarını dikkate aldığımızda büyük boyutlu verilerin keşfedilip analizinin yapılması ve nitelikli yorumların çıkarılmasının mümkün olmadığı vurgulanmaktadır (Özdemir, 2016). Bu durumda yardımımıza veri madenciliğinin koşacağı çıkarımı yapılabilir.

Veri madenciliği, son yıllarda tahmin çıkarımında ve bir konuda karar verme süreçlerinin uygulandığı birçok alanda kullanılmaktadır (Olgun, 2021). Genel olarak veri madenciliği uygulama alanları; karar verme çalışmaları, risk faktör analizi, kaynakların verimli kullanımı, tahminde bulunma vb. şeklinde sıralanabilir (Baykal, 2006). Verilen bu amaçlar bakımından eğitim, iletişim, tıp, bankacılık, güvenlik, lojistik, istihbarat, müşteri ilişkileri, mühendislik, pazarlama, sigortacılık, borsa, endüstri, biyomedikal ve DNA vb. alanlarda veri madenciliği teknikleri kullanılarak zamanın verimli kullanılması, gelir artışı, verim ve niteliklerin artışı, keşif fırsatlarının oluşturulması vb. sağlanabilmektedir (Aydın, 2007; Altun, 2019; Birtıl, 2011).

Eğitimde birtakım problemlerin çözüme kavuşturulması için veri madenciliğinin tercih edilmesi eğitimde VM ya da diğer adıyla eğitsel veri madenciliği kavramının doğuşunu tetiklemiştir (Ersöz, 2017). Eğitsel veri madenciliği ile öğrencilerin daha nitelikli öğrenmelerinin ve anlamalarının sağlanması amacıyla çeşitli metotlar işe koşulabilir (Romeo & Ventura, 2007; Akt. Ersöz, 2017). Türkiye’ de ve dünyada çok çeşitli alanlarda kullanılan VM yaşadığımız çağın uygulama bakımından en yoğun ilgi gören disiplini haline gelmiştir. Yöntemlerinin kolay ve ulaşılabilir olması ve çarpıcı sonuçlarından dolayı her kesimden yöneticinin ilgisini çekmeyi başarmıştır (Karataş, 2019). Eğitim ortamlarındaki katılımcı sayısının artması, yüz yüze ya da uzaktan

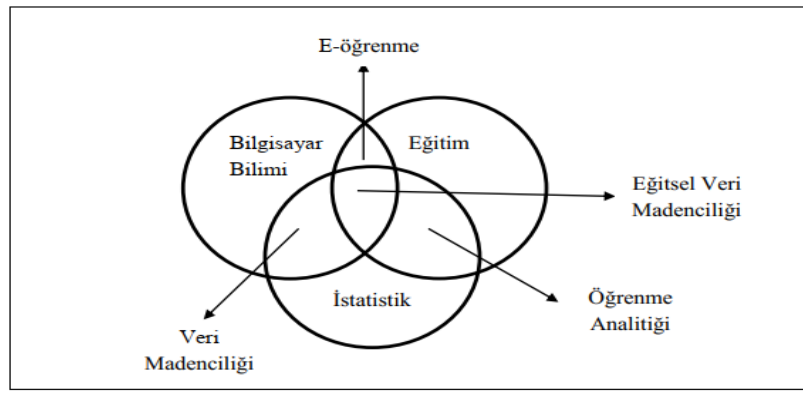
eğitim süreçleri fark etmeksizin öğrencilerden elde edilen verilerin kontrolünde, yorumlanmasında, muhafaza edilmesinde birtakım aksaklıklara sebep olmanın yanında bu süreçlerin niteliğinin düşmesine sebep olmaktadır (Özdemir, 2016). Bu bakımdan eğitim-öğretim süreçlerinde veri madenciliğinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Öğrencilere ait kişisel her türlü bilgi ile not, performans, devam ya da devamsızlık vb. tüm bilgileri veri tabanında muhafaza edilmektedir. Bu veri öbekleri eğitim-öğretimle ilgili bir soruya cevap aradığımızda ya da anlamlı ilişkileri bulmak istediğimizde, eğitim-öğretimin niteliğini artırmayı amaçladığımızda kullanılabilir olmalıdır. Bunun yolu ise veri madenciliğinden geçmektedir (Özbay, 2015). Eğitsel veri madenciliği bir başka tanımda ise eğitim-öğretim sistemlerinden toplanan işlenmemiş veri öbeklerinin eğitim yazılımları, öğretmenlerin, akademisyenlerin, yöneticilerin yararlanabileceği bilgi öbeklerine dönüştürme olarak ifade edilmiştir (Garcia, Romeo, Ventura & Castro, 2011; Akt. Akçapınar, 2014). Bu süreç Şekil 9’ da görselleştirilmiştir.



Şekil 9. Eğitsel veri madenciliğinin paydaşları (Romeo & Ventura, 2007; Akt. Özdemir, 2016).

Eğitsel veri madenciliği ile öğrencilerin öğrenme performanslarının artırılması amacıyla bireyselliği ön planda tutan geri dönütler verilmesi için eğitimcilerin öğrencilerle ilgili öğrenme serüvenlerini keşfetmeleri ve öğrenmeyi etkileyen bilişsel, psikolojik ve davranışsal boyutlarının anlaşılması sağlanır. Eğitim yöneticilerinin ise kurumsal varlıklardan en verimli şekilde faydalanma yöntemlerinin açığa çıkarılmasını sağlarken araştırmacıların da var olan problemlere en isabetli çözümleri bulamalarına yardımcı olur (Romeo & Ventura, 2007; Akt. Özdemir, 2016).

Eğitsel veri madenciliğinin diğer disiplinlerle olan ilişkisi Şekil 10' da gösterilmiştir.



Şekil 10. Eğitsel veri madenciliği ve diğer disiplinler (Romeo & Venture, 2013; Akt. Özdemir, 2016).

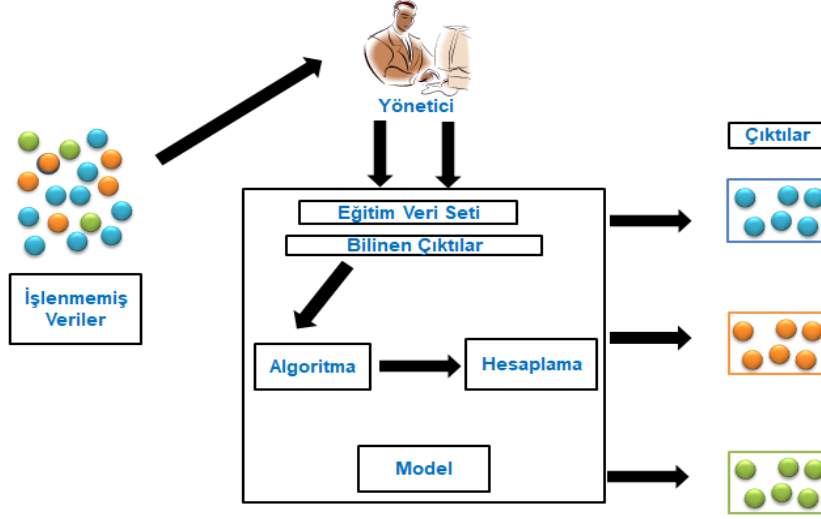
Eğitsel veri madenciliği ile öğrenci başarısının tahmin edilmesi, öğrencilerin kurum değiştirme veya devam ettiği kurumdan ayrılma durumlarının kestirilmesi, alternatif ölçme-değerlendirme süreçleri için bilgi üretimi, öğrencilerin çeşitli özellikler bakımından sınıflandırılması, öğrenme mekânlarının geliştirilmesi çalışmaları vb. sağlanabilmektedir (Aydın, 2007).

Makine öğrenmesi. Makine öğrenmesinde “makine” kelimesi bilgisayar yapılarını, yazılımları, bulut servislerini, mikro bilgisayarları temsil eden çok geniş ve soyut bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Demirkol, 2021). Çeşitli kuramları olan öğrenme kavramı Nabiyev (2012) tarafından bir mekanizmanın var olduğu ortama uyum sağlayabilmek adına kendini yenilemesi, güncellemesi şeklinde ifade edilmektedir. Bir bilgisayarın önceki öğrenmelerinden elde ettiği deneyimlerden yararlanarak ilerideki durumları kestirmesi ve bu durumları modellemesini temel alan

yapay zekâ alanı makine öğrenmesi[MÖ] olarak ifade edilebilir (Ünsal, 2011). Büyük boyutlara ulaşmış verilerin manuel olarak işlenmesi, analiz edilmesi, yorumlanmasının güç olduğu ve makine öğrenmesi ile geçmişteki veriler kullanılarak gelecek durumların kestirilmesinin mümkün olduğu söylenebilir. Uygulama alanı fark etmeksizin MÖ ile insanların yorumlama, karar verme gücünü artırır (Kutlugün, 2017). Makine öğrenmesi için bir alandaki performansın geliştirilmesi, deneyimlerden faydalanma yoluyla isabetli tahminlerin yapılması için tercih edilen matematiksel metotlar tanımı da yapılabilir (Kıral-Özkan, 2015).

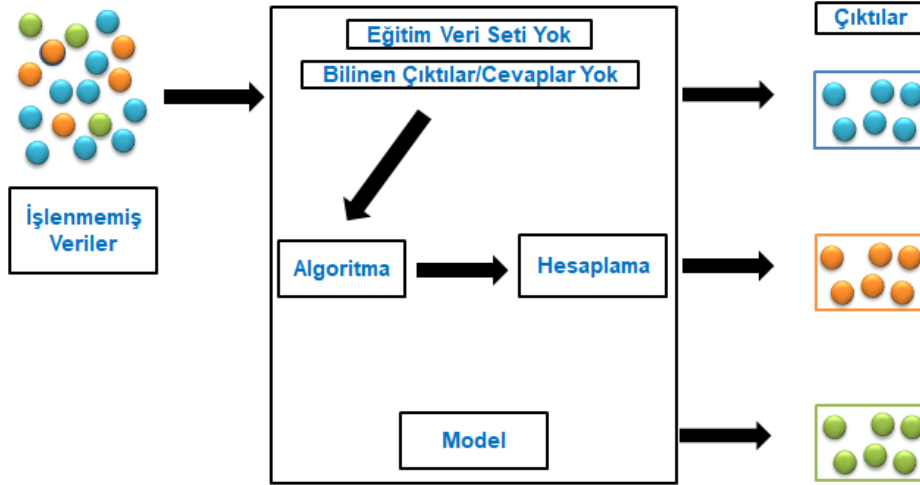
Makine öğrenmesinin üç önemli aşaması vardır. Bu aşamalardan ilki doküman hazırlığıdır. Öğrenme işlevinin biyolojik beyinde gerçekleştiği gibi burada da gerçekleşmesi istendiğinden dolayı öğrenme yöntemlerine karar verme ve uygulama aşaması bir diğer önemli aşamadır. Öğrenmenin hangi düzeyde gerçekleştiğini tespit etmek amacıyla öğrenme performansının değerlendirilmesi şeklinde bu aşamaları sıralayabiliriz (Kiani, Kutlugün ve Çakır, 2017). Makine öğrenmesi sürecinde öğrenmenin yapılacağı veri setinin öğretim metoduyla uyumlu hale getirilmesi sağlanır ve akabinde istatistik temelli metotlar işe koşulur (Kutlugün, 2017). Makine öğrenmesi yöntemleri; sınıflama, kümeleme, regresyon, özelliklerin seçimi-çıkarımı, ilişki saptama olarak ifade edilebilir (Kutlugün, 2017). Makine öğrenmesi yöntemleri gözetimli, gözetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Gözetimli öğrenmede, sonuçları belli olan eğitim verilerini kullanarak fonksiyonlar üretmeye elverişli olan bu teknikte kullanılan algoritmalar, etiketlenmemiş (girdiler) verilerle etiketlenmiş (çıktılar) arasında en nitelikli ilişkiyi kurmayı sağlar (Kutlugün, 2017). Gözetimli öğrenme modeli Şekil 11' de gösterilmiştir.



Şekil 11. Gözetimli öğrenme modeli (Demirkol, 2021).

Gözetimsiz öğrenmede belirli bir gözetmenin bulunmadığı ve sadece girdi verilerinden oluşan yöntemdir. Burada amaç girdi setindeki düzensizlikleri tespit etmektir (Özkan, 2015). Bu sistemin doğru çıkış ile ilgili bilgisinin olmadığı, giriş setine göre kendi kendini örneklediği türdür (Elmas, 2018). Bu tür öğrenmelerde eğitim verilerine gerek olmadan makinelerden anlamlı sonuçların çıkarılması beklenir (Demirkol, 2021). Gözetimsiz öğrenme modeli Şekil 12’ de gösterilmiştir.



Şekil 12. Gözetimsiz öğrenme modeli (Demirkol, 2021).

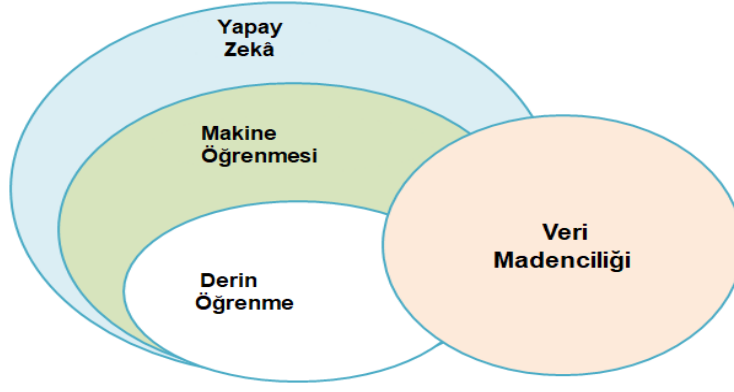
Büyük veri kavramının yoğunlaştığı ve MÖ metotlarıyla çalışılabilecek alanlardan biri de eğitimidir ve eğitimde MÖ metotlarıyla yapılan çalışmalar eğitimsel veri madenciliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijitalleşme adımlarının atılmasıyla

eğitim-öğretim içerikleriyle fiziksel ortamlarında kaçınılmaz dönüşümlere bugün şahit olmaktadır. Bu bakımdan eğitim-öğretimde var olan bu büyük verinin analiz edilerek eğitim-öğretimin hedeflerinin kestirilmesi, erken dönemde ileriki dönemler için önlemlerin alınması, öğrencilerin kendi özelliklerine göre öğrenme yöntem ve tekniklerini seçebileceği imkânlar oluşturma, öğrencilerin ölçme ve değerlendirme sonuçlarının değerlendirilerek gereken önlemlerin alınması ya da yönlendirmelerin yapılması vb. sağlamaktadır (Tosunoğlu, Yılmaz, Özeren ve Sağlam, 2021).

MÖ metotları ile eğitimde öğretmen, öğrenci ve yönetici performanslarının tahmin edilmesi, öğrencilerin akademik başarılarının tahmin edilmesinde, öğrencilerin başarı durumlarının bağlı olduğu değişkenlerin belirlenmesi, başarıyı etkileyen özniteliklerin tespit edilmesi vb. çalışmaların bulunduğu söylenebilir (Aydoğan ve Karcı, 2018; Çiftçi, Kaleli ve Günel, 2018; Gök, 2017; Şahin, 2021; Yıldız, 2018).

Derin öğrenme. Derin öğrenme, insan makine etkileşiminin alanlarından olan makine öğrenmesinin bir kolu olarak ifade edebiliriz. Derin öğrenmedeki katmanlar, kendilerinden bir önceki katmana ait çıktıları girdi olarak kullanır (Tüfekçi ve Karpaz, 2019). Birtakım işlemlerin eş zamanlı olarak yürütülmesi ile sonuca ulaşma işlemleri DÖ olarak ifade edilebilir. Görüntü sınıflama, nesne tanıma, dil işleme vb. alanlarda çeşitli problemlerin çözümü için kullanılan ve temelinde yapay sinir ağlarını barındıran bir yöntemdir. Genelde görüntülerin gruplandırılmasında tercih edilir ve tam olarak tanımlama yapmasa da muadili olan görüntüleri belirlemeyi de sağlar. Bunu yaparken de görüntü öğeleri girdi olarak tanımlar ve sonrasında görüntünün çözünürlüğü, boyutu için piksel tanımlamaları yapar (Akpınar, 2019).

Derin öğrenme çalışmalarına her alanda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bakımdan incelendiğinde video analizleri, sinyal işleme, görüntü analizi, sınıflandırma, trafik akışının tahmin edilmesi, robotik hareketlerin saptanması, finans alanındaki yaklaşımların analizi, doğal dil tercümesi, tıpta hastalık teşhisi ve tanısı, tarımda toprak analizinin yapılması, savunma sanayi alanında insansız hava araçlarının yapımı vb. birçok alanda çalışmalar yapılmaktadır (Doğan ve Türkoğlu, 2018). Bu denli çeşitli alanda kullanılabilir bir disiplin olmasının nedeni ise, problem çözme becerisinin özellikle görüntü ve ses tanıma konularında insanları geçmesi şeklinde ifade edilebilir. YZ teknolojisinin diğer çalışmalarla olan ilişkisi Şekil 13' te modellenmiştir.



Şekil 13. Yapay zekâ ile makine öğrenimi ve derin öğrenme (Demirkol, 2019).

Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde YZ tekniklerinin eğitim bilimlerinde kullanımından esinlenerek fen bilimleri öğretiminde kullanımının alanyazındaki çalışmalarla desteklenmesi ve karşılaştırmaların yapılmasıdır. YZ tekniklerinin çok çeşitli olması ve araştırmacının bu araştırma kapsamında eğitimde YZ' nin kullanımıyla ilgili çok sayıda çalışmaya ulaşmasından dolayı araştırmacının amacına/doğasına en uygun ve en güncel olan çalışmalarla sınırlandırılarak yer verilmesi uygun görülmüştür. Bu bağlamda yurtiçinde yapay zekâ teknikleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar yazar(lar), amaç(lar), yapay zekâ tekniği, veri toplama aracı, örneklem ve araştırma sonuçları dikkate alınarak Tablo 4' te sunulmuştur.

Tablo 4

Yapay Zekâ Tekniklerinin Eğitimde Kullanımıyla İlgili Yurtiçinde Yapılmış Çalışmalar

Yazar(lar)	Amaç(lar)	Yapay Zekâ Tekniği	Veri Toplama Aracı	Örneklem	Sonuç(lar)
Göksu (2016)	Web tabanlı bir uzman sistem geliştirmek ve Yenilenmiş Bloom Taksonomisi' nin bilişsel sürecini analiz etmek	Uzman sistem	Akademik başarı testi, mülakat, katılımsız gözlem, tutum ölçeği ve TEOG sınavı	8.sınıfta öğrenim gören 50 öğrenci ve 136 öğrenci velisi	Uzman sistemlerin öğrenci başarısının artışında anlamlı farklar oluşturacağı, değerlendirme sürecinde kullanılması gerektiğine ve tam öğrenme sürecinde etkili olduğu saptanmıştır.
Uçar (2013)	Ortaöğretime geçiş sisteminde kullanılacak yerleştirme puanlarını tahmin etmek	Uzman sistem	e-okul veri tabanı	8.sınıfta öğrenim gören 25000 öğrenci	Akademik başarıya etki eden değişkenlerin belirlenmesinde yapay zekâ modellerinin kullanılacağı ve merkezi sınav puanıyla merkezi sınavın kapsamını oluşturan okul derslerinin doğru orantılı olduğu ifade edilmiştir.
Erkalan, Calp ve Şahin (2012)	Çoklu Zekâ Kuramı' ndan esinlenerek mesleki seçimlerde kullanılmak üzere uzman sistem tasarımı yapmak	Uzman sistem	Çoklu Zekâ Kuramı	30 öğrenci	Çalışmada mesleki seçimlerde yol gösterebilecek uzman sistem modeli oluşturularak mesleki yönlendirmelerde insan desteği olmadan, kısa sürede ve daha isabetli sonuçlara ulaşılmıştır. Meslek seçiminin önemine ve mantıklı seçimlerin mesleki başarıyı artıracağı ifade edilmiştir.
Uzun (2008)	Mesleki ve teknik eğitim okulu öğrencilerini alana yöneltmede kullanılabilecek bulanık mantık temelli uzman sistem tasarlamak	Uzman sistem Bulanık mantık	Anket	87 lisans öğrencisi, 25 öğretim görevlisi, 143 öğretmen	Bulanık mantık yaklaşımının çoklu kriterleri esas alarak meslek lisesi öğrencilerinin alana yönlendirme çalışmaları için geliştirilen modelin karar verme süreçlerinde birden çok değişkene göre karar verebildiği ve bunun sonucunda isabetli sonuçlara ulaştığı vurgulanmıştır.
Çolak ve Yiğit (2021)	Eğitim kurumlarında ders çizelgeleme problemlerinin çözümü için genetik algoritma metodunu kullanmak	Genetik algoritma	Üniversite ders programları	100-150 arası kromozom, 70-80 arası çaprazlama ve 5-10 arası mutasyon	Ders çizelgeleme sorununun kısa sürede verimli bir şekilde çözümünde Genetik Algoritma metotları kullanılabilir. Gerçek hayat problemlerine çözümler sunması açısından da bu model önerilmektedir.

Tablo 4' ün devamı

Sarı (2019)	Koordinatör öğretmenlerin çizelgesinin optimize edilmesinde genetik algoritma tekniğinin kullanımını incelemek	Genetik algoritma	MS SQL veri tabanı programı	150 öğretmen, 80 işletme, 385 öğrenci	Genetik algoritma tercih edilerek koordinatör öğretmen atama problemine çözüm üretilebileceği, piyasadaki ticari programlara göre üstünlüklerinin olduğu belirtilmiştir.
Altunay ve Eren (2017)	1960' lı yıllardan itibaren ders programı çizelgeleme problemiyle ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmaları analiz etmek	Genetik algoritma	----- -----	Literatürde yer alan genetik algoritma ile ilgili çalışmalar	Tüm eğitim-öğretim kurumlarınca önemli bir optimizasyon problemi olan ders programı çizelgeleme probleminin oldukça rağbet gören bir çalışma alanı olduğu, son yıllarda ise bu problemin üstel bir biçimde büyüme gösterdiği ifade edilmiştir. Ayrıca en sık tercih edilen modellere açıklık getirilmiştir.
Gerşil ve Palamutçu-oğlu (2013)	Eğitimde zaman ve planlamanın önemine vurgu yaparak programı hazırlayabilen ve optimizasyon yapabilen yazılım geliştirmek	Genetik algoritma	Üniversite ders programları oluştururken kullanılan veriler	94 ders, 51 öğretim elemanı, 27 derslik, 40 oturum	Eğitim-öğretim sürecinin daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesi için Genetik Algoritma metotlarından yararlanılması gerektiğine vurgulanmıştır.
Yağcı (2018)	Türkiye' de ve Malezya' da mesleki ve teknik liselerde öğrenim gören öğrencilerin fizik, kimya, biyoloji derslerindeki başarılarını yapay sinir ağları ile tahmin etmek ve başarısız oldukları noktalarla ilgili önerilerde bulunmak	Yapay sinir ağları	Anket	922 Türk öğrenci ve 1050 Malezya öğrencisi	Her iki ülkede de öğrencilerin başarı ve başarısızlık durumlarıyla bunların sebepleri başarılı bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Öğrenci başarısında öğretmen, kütüphane, bilgisayar ve internet durumunun etkili olduğu ifade edilirken annenin ve babanın eğitim düzeyinin de başarıda etkili olduğu vurgulanmıştır.
Yorgancı (2018)	Öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine karşı tutumlarının akademik başarılarına göre sınıflandırmada yapay sinir ağlarının performansını incelemek	Yapay sinir ağları	Öğretmenlik Mesleği Tutum Ölçeği ve Kişisel Bilgi Formu	194 lisans öğrencisi	Yapay sinir ağları modeli ile başarı sınıflandırmalarının yapılabileceği, öğretmen adaylarının mesleklerini icra ederken mesleklerine yönelik tutumlarını dikkate alarak başarının sınıflandırılabilmesine ulaşılmıştır.

Tablo 4' ün devamı

Akgün (2017)	Sınıf eğitimi alanından mezun olan sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri 1 ve 2 derslerindeki başarı durumlarını tahmin etmek	Yapay sinir ağları	Mezun öğrenci bilgileri (transkript, lise bilgileri, cinsiyet ve öğrenim türü)	885 sınıf öğretmeni	Fen bilimleri 1 ve 2 dersleri için yerleşme puanının en önemli değişken olduğu ifade edilerek önem derecesi en düşük değişkenin ise Fen Bilimleri 1 dersi için öğrenimin türü ve fen bilimleri 2 dersi için de cinsiyet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Bahadır (2013)	Çeşitli sektörlerin de ilgisini çeken yapay sinir ağları metodunu kullanarak öğrencilerin lisansüstü eğitim-öğretim başarılarının yordanması için klasik yöntemlere ek bir model önermek	Yapay sinir ağları	Yapay sinir ağı modeli, MATLAB, çok katmanlı ağ modeli, tutum ölçeği, lojistik regresyon analizi	139 ilköğretim matematik öğretmeni adayı	Önerilen modelin klasik yöntemlere ek bir yöntem olarak kullanılabileceği, öğrencilerin lisans başarılarını fakülte öğrenimleri süresince yüksek tutma çabalarının arka planında lisansüstü eğitime olan olumlu bakış açılarının olduğu, yüksek lisans eğitimi bitirmiş öğrencilerin lisans ortalamaları ve yüksek lisans ortalamaları arasında anlamsız bir ilişkinin olduğu ifade edilmiştir. Öte yandan yüksek lisans eğitime kabul edilen öğretmenlerin genel lisans ortalamalarıyla ALES puanları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı; ALES puanı ile yüksek lisans genel başarı ortalaması arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı çalışmanın belirgin sonuçlarındandır.
Çırak (2012)	Öğrencilerin akademik başarılarına göre sınıflandırmada yapay sinir ağları ve lojistik regresyon metotlarını kullanarak karşılaştırmalar yapmak	Yapay sinir ağları	Üniversite Öğrencilerinin Akademik Başarılarını Etkileyen Değişkenler Anketi	419 lisans üçüncü sınıf öğrencisi	Başarı durumlarının saptanmasında yapay sinir ağı modelinin daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Öğrencilerin başarılarında en çok lise mezuniyet akademik ortalaması, mezuniyet kurumu ve lisans eğitime giriş puanı her iki metot için de ortak olarak saptanmıştır. Yapay sinir ağı metoduna göre başarının temel belirleyicisi lisans eğitimin giriş puanı iken diğer yöneme göre ise mezuniyet lisesi olarak ifade edilmiştir.

Tablo 4' ün devamı

Çitci (2021)	Açık uçlu matematik maddelerini bulanık mantık metodu ile puanlayacak bir model hazırlamak, geleneksel yöntem ile bulanık mantık yönteminin avantajlarını ve dezavantajlarını karşılaştırmak	Bulanık mantık	Simülatif tasarım	25 öğrenci	Klasik yöntemin bulanık mantık yöntemine göre daha kullanışlı ancak daha az hassas ölçümler yaptığı, genel olarak açık uçlu madde değerlendirmelerinde klasik yöntemler kadar bulanık TOPSIS yönteminin de kullanılabilir olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.
Balbal (2020)	Eğitimde kullanılan mobil oyunların mobil öğrenmeye yönelik tutuma yansımalarını bulanık mantık kullanarak belirlemek ve bir eğitsel mobil uygulama geliştirmek	Bulanık mantık	Honey&Mumford ile McCarthy Öğrenme Stili Tercih Anketi	26 öğretim elemanı ve 60 lisans öğrencisi	Öğrencilerin büyük bir bölümünün oyunlarda masaüstü bilgisayarları tercih ettikleri, mobil cihazların erkekler tarafından video ve sosyalleşme aracı olarak görüldüğü ve kadınların da video, müzik, öğrenme aracı olarak gördüğü ifade edilmiştir. Eğitsel mobil oyunların mobil öğrenme tutumunu manalı bir biçimde etkilediği belirtilmiştir.
Arslan (2019)	Öğretmen performanslarını bulanık mantık metodu ile değerlendirmek	Bulanık mantık	Öğretmen değerlendirme formu	4608 öğretmen	Klasik metot ile yapılan öğretmen performans değerlendirmelerinin bulanık mantık metoduna göre daha yüksek olduğu, elde edilen performans notları arasında klasik metot lehinde anlamlı farklar olduğu, klasik ve bulanık mantık yöntemi ile elde edilen puanlar arasında pozitif ve yüksek bir ilişkinin söz konusu olduğu belirtilmiştir.
Arslan-Namlı (2016)	Bulanık mantık kullanılarak belirlenen zekâ türlerine göre belirlenen öğrenme mekânlarının programlama dilleri dersinde öğrenen akademik başarısına yansımalarını ortaya çıkarmak	Bulanık mantık	Çoklu Zekâ Kuramı Ölçeği ve başarı testi	63 lisans öğrencisi	Çoklu Zekâ Kuramı ve başarı testi kullanılarak elde edilen verilerle yapılan analizler sonucunda son testin lehine anlamlı farkların elde edildiği ifade edilmiştir.

Tablo 4' ün devamı

Uysal (2016)	Bulanık mantık temelli Dunn öğrenme stili modelinin geliştirilerek öğrencilerin öğrenme stillерinin saptanmasını sağlamak	Bulanık mantık	Dunn Öğrenme Stili Anketi	126 lise öğrencisi	Erkek öğrencilerin duygusal öğrenme stilini kız öğrencilere nazaran daha çok tercih ettiği, kız öğrencilerin de çevresel, fizyolojik ve psikolojik öğrenme biçimini erkek öğrencilere nazaran daha çok tercih ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin yaşları ve öğrenme stilleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı fakat buna karşın belirli bir bölüme yönelmemiş öğrencilerin duygusal öğrenme türünü sayısal ve eşit ağırlık öğrencilerine göre daha fazla kullandıkları saptanmıştır.
Balbal (2016)	Honey&Mumford ve McCarthy öğrenme stili ölçeklerini kullanarak lisans öğrencileri ile akademisyenlerin en isabetli öğrenme stillerini belirlemek	Bulanık mantık	Honey&Mumford ve McCarthy öğrenme stili ölçeği	26 öğretim elemanı ve 60 öğrenci	Honey&Mumford ve McCarthy öğrenme stillerine göre yapılan analizlerde cinsiyet, lisans eğitimi alınan bölüm değişkenlerine göre öğrencilerde farklı sonuçlar elde edilirken akademisyenlerde ise cinsiyet ve yaş gruplarına göre yapılan değerlendirmelerde ortak ve farklı sonuçlar elde edilmiştir.
Eser (2019)	PISA sonuçlarından elde edilen değişkenlere göre dikkate alınan sonuçları, veri madenciliği temelli kümeleme teknikleriyle incelemek	Veri madenciliği	PISA 2015 Öğrenci Anketi	9870 öğrenci	Sorgulamaya dayalı fen bilimleri öğretimiyle öğrenci başarısı arasında ciddi bir ilişkinin olduğu ve kümeleme çalışmalarından en etkili değişkenlerin fen bilimleri öğretmeninden alınan geri dönüş, fen öğretiminde öğretmenin yönetimi, fen bilimleri dersi akademik başarı ortalaması olduğu ortaya çıkarılmıştır.
Kayhan (2019)	Uzaktan eğitim programına kayıt yaptıran öğrencilerin programlarından zamanında mezun olabilme durumlarını veri madenciliği yöntemleri ile tahmin etmek	Veri madenciliği	Üniversite öğrenci bilgi işlem merkezi verileri	2016-2017 öğrenim yılındaki ön lisans öğrencileri	Veri madenciliği algoritmalarının sınıflama tekniğine göre yürütülen çalışmada en iyi sonuç veren algoritma belirlenmiştir. Zamanında mezun olamayacak öğrencilere erken uyarıların yapılabileceği, bu konudaki maddi veya manevi zararlardan onları koruyabileceğimiz ifade edilmiştir.

Tablo 4' ün devamı

Özdemir (2016)	Veri madenciliği yöntemini kullanarak öğrencilerin lise düzeyindeki akademik başarılarını öngörmek	Veri madenciliği	Öğrenciler için; Kişisel Bilgi Formu, Maslach Tükenmişlik Envanteri, Akademik Güdülenme, Akademik Öz-Yeterlilik ve Durumluk Sürekli Kaygı Ölçekleri- Öğretmenler için; Kişisel Bilgi Formu ve Beck Depresyon Envanteri	1706 lise öğrencisi	Geleneksel eğitim-öğretim ortamlarından elde edilen veri yığınları üzerinden öğrenci akademik başarısının öngörülmesi konusunda destekleyici kararlar alındığı, bu alınan kararların eğitim-öğretim boyunca akademik başarı konusunda nitelikli ve izlenebilir, önlem alınmasına müsait hale getirilmesine destek olacağı savunulmuştur.
Özbay (2015)	Lisans öğrencilerinin Öğretim Yönetim Sistemi'ndeki(ÖYS) hareketliliğini akademik başarılarını dikkate alarak veri madenciliğiyle analiz etmek	Veri madenciliği	Öğrencilerin söz konusu öğrenim döneminde ÖYS üzerindeki log kayıtlarıyla yol sonu akademik başarı notları	40 öğrenci	Öğrencilerin akademik başarı seviyeleriyle ÖYS' deki hareketlilikleri arasında anlamlı ilişkinin varlığı savunularak ÖYS' de hareket seviyesi yüksek olan öğrencilerin akademik başarılarının yüksek olduğu orta düzeyde hareketliliği olanların da orta düzeyde akademik başarıya sahip oldukları ifade edilmiştir.
Saygılı (2013)	Mühendislik fakültesi öğrencilerinin akademik başarılarını veri madenciliği yöntemiyle analiz etmek	Veri madenciliği	Anket	271 lisans öğrencisi	Öğrencilerin üniversite sınavındaki başarıları ile lisans dönemi başarılarının orantılı olduğu, ilgili fakülteyi tercih eden öğrencilerin en çok resmi ve gündüz öğrenim veren devlet liseleriyle yabancı dil öğrenimli Anadolu liselerinin oluşturduğu bazı sonuçlardandır. Veri hazırlama süreci zor olsa da sonuç olarak veri madenciliği yöntemleri ile öğrenci başarılarının analizinin diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4' ün devamı

Şahin (2021)	Makine öğrenmesi ile ortaokul öğrencilerinin başarılarını bir uygulama ile tespit etmek	Makine öğrenmesi	Ortaokul öğrencilerinin sosyoekonomik durumları ve bir önceki öğrenim yılına ait ders notları	328 ortaokul öğrencisi	Ortaokul öğrencilerinin sosyoekonomik, demografik nitelikleri ve başarı notları verilerinden yola çıkarak dönem sonu ağırlıklı not ortalamalarının makine öğrenmesi metotlarıyla kestirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin başarılarında belirleyici olan en belirgin etmenlerin belirlenmesi de sağlanmıştır. Ortaokul öğrencilerinin sosyoekonomik, demografik nitelikleri ve başarı notları arasında çok da anlamlı bir ilişki olmasa da tahminlerde bulunmada etkili oldukları savunulmuştur.
Selvi (2020)	Liseye geçiş sınavlarındaki başarı durumlarını makine öğrenmesi yöntemleriyle tahmin etmek	Makine öğrenmesi	Ortaokul öğrencilerinin genel not ortalamaları ve Anket	117 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin eğitim-öğretim sürecinde ders notlarının yanında sosyal, psikolojik ekonomik vb. durumlarının da dikkate alınarak liseye geçiş puanlarına karar verilmesi gerektiği savunulmuştur.
Gök (2017)	Akademik başarıyı makine öğrenmesi teknikleri ile tahmin etmek	Makine öğrenmesi	Anket	Ortaokul öğrencileri	Regresyon ve çok sınıflı makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak yapılan bu çalışmada öğrencilerin akademik başarılarının tahmin edilmesi işleminin başarıyla gerçekleştirildiği sonucuna ulaşılmıştır.
Kıral-Özkan (2015)	Makine öğrenmesi yöntemleri ile vakıf üniversitelerinin doluluk oranlarının öngörülmesi	Makine öğrenmesi	Destek vektör makineleri, k-en yakın komşu algoritması	İşletme bölümü bulunduran vakıf üniversitelerinden elde edilen 32 tane öznitelik	Makine öğrenmesi algoritmalarından destek vektör ve k-en yakın algoritmaları kullanılarak yapılan bu çalışmada vakıf üniversitelerinin doluluk oranlarının güçlü, verimli, tutarlı bir biçimde tahminler yapabildiği ifade edilmiştir.
Yıldız (2014)	Uzaktan eğitim öğrencilerinin akademik performanslarını makine öğrenmesi tekniğiyle analiz etmek	Makine öğrenmesi	Uzaktan eğitim öğrencilerinin öğretim yönetim sistemindeki ilk 6 haftalık verileri	313 öğrenci	Öğrencilerin öğretim yönetim sistemindeki davranışlarının puslu olmasından dolayı bulanık mantık yaklaşımının başarıyla uygulandığı, öğrencilerin sistemde kaldığı altı haftalık süre zarfında dördüncü ve sekizinci haftalarda yapılan mini sınavların giriş verisi olarak kullanıldığı modellerin akademik performansı tahmin etme yetenekleri tartışılmıştır.

Tablo 4' ün devamı

Bütüner (2020)	Yüz tanıma ve duygu analizinde derin öğrenme yöntemini kullanmak ve sonuçlarını okul rehberlik servislerinde değerlendirmek	Derin öğrenme	OpenCV, numpy, dlib, imutils ve keras kütüphanesi	9 kişiden elde edilen 450 görüntü	Derin öğrenme yöntemi kullanılarak öfke, korkma, üzülmeye, şaşırma vb. duygularının analizi yapılmıştır. Tespit edilen bu duygular okul rehberlik servislerine pek uğramayan öğrencilerin yararlanması sağlanmıştır. Bu şekilde psikolojik sorunları olan öğrencilerin sorunlarının çözülmesinde ve bu öğrencilerin kazanılması sağlanmıştır.
Kunduracı (2020)	Derin öğrenme algoritmalarından R-CNN algoritması ile böceklerin takım bazında sınıflandırılmasını sağlamak	Derin öğrenme	Tensorflow derin öğrenme kütüphanesi ve R-CNN derin öğrenme ağ modeli	3246 böcek resmi	Tensorflow kütüphanesi ile gerçekleştirilen bu çalışmada Faster R-CNN derin öğrenme algoritması kullanılmıştır. Böceklerin takım bazında saptanması ve sınıflandırılması sağlanmıştır. 32 adet takımdan 3246 tane böceğin resmi derin öğrenme çalışmasında kullanılarak böceklerin pratik bir biçimde takım bazında sınıflandırılması sağlanmıştır.
Kutlu (2019)	İnsansız hava araçları ile elde edilen görüntülerin derin öğrenme algoritmaları ile analizini yapmak	Derin öğrenme	Derin öğrenme bilgisayarı ve dijital kameralı dönebilen kanatlı insansız hava aracı	İnsansız hava araçlarından elde edilen 203 görüntü	İnsansız hava araçlarından elde edilen görüntüleri işleyerek ve birtakım çıkarımlara varan bir yazılım geliştirilmiştir. Eğitimi önceden yapılan bir yapay sinir ağı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda mAP değerleri 25.39 ile 27.87 olarak ifade edilmiştir.
Kaya (2016)	Online sınavlarda kullanılmak üzere yüz tanıma sistemiyle kimlik tespiti yapabilen bir uygulama geliştirmek	Derin öğrenme	Web kamerası, OpenCV ve JavaCV kütüphaneleri	50 kişi	İsim, soy isim, yüz resmi verileri kullanılarak veri tabanına kullanıcı bilgileri kaydedilerek sınav anında kullanıcıların kameralarla güvenlik kontrolünden geçmeleri sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan Özyüz tekniği başarılı sonuçlara ulaşmıştır.

Yurtdışında yapay zekâ teknikleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar yazar(lar), amaç(lar), yapay zekâ tekniği, veri toplama aracı, örneklem ve araştırma sonuçları dikkate alınarak Tablo 5' te sunulmuştur.

Tablo 5

Yapay Zekâ Tekniklerinin Eğitimde Kullanımı İle İlgili Yurtdışında Yapılmış Çalışmalar

Yazar(lar)	Amaç(lar)	Yapay Tekniği	Zekâ	Veri Aracı	Toplama	Örneklem	Sonuç(lar)
Supriyanto, Widiaty, Abdullah & Mupita (2018)	Uzman sistemlerin veri oluşturma ve problemlere çözüm sunmadaki yönünü kullanarak öğrencilere uzmanlık edecek bir sistem tasarlamak	Uzman sistem		-----		Literatürde eğitim bilimlerinde uzman sistem tasarımını ele alan çalışmalar	Uzman sistemlerin eğitimde kullanımının artık küresel bir durum olduğu ifade edilerek öğrencilerin öğrenme sürecinde bilgisayarları kullanmalarının önemi ifade edilmiştir. Eğitimin girdi, süreç ve sonuç bileşenlerinin tümünün uzman sistemlerle çözüme kavuşturulabileceğini savunularak gelecekte bilim insanlarından daha çok uzman sistemlere ihtiyacımızın olacağını ifade edilmiştir.
Mousavi, Nezhad, Mosleh & Dezfoulia (2017)	Uzman sistem yaklaşımından faydalanarak lisansüstü eğitime kabul edilme ölçütlerinin belirlenmesini sağlamak	Uzman sistem		Doktora adaylarının sınav ve mülakat bilgileri		Doktora öğrencileri	Bulanık uzman sistem tasarımı önerilerek öğrencilerin mülakat, sınav vb. ölçmelerde karar verme durumlarında kullanılabileceği ifade edilmiştir. Sistemin işlevsel olduğu ve sonuçlarının gerçeği yansıttığı ortaya konulmuştur.
Stella & Madhu (2017)	Öğretimin verimliliğinin ve öğrenme sürecinin değerlendirilmesinde uzman sistem yaklaşımından faydalanmak	Uzman sistem		Anket		150 öğrenci	Uzman sistemler Nijerya eğitim-öğretim sürecinde öğrenme ve öğretme çalışmalarına destek sağlayacağı vurgulanarak uzman sistem yaklaşımının etkili bir biçimde tanıtılmasının ve benimsenmesi konusunda uyarılarda bulunulmuştur.
Sanjaya & Divayana (2015)	Uzman sistem metodunu kullanarak karakter eğitiminin bir aracı olan yurttaşlık eğitimini vermek	Uzman sistem		Gözlem, görüşme ve doküman incelemesi		-----	Karakter eğitiminin yapıldığı yerlerden birisi yükseköğretim kurumlarıdır ve sınıf içi etkinliklerle pekiştirilmesi gereklidir. Uzman sistemlerle karakter eğitimi çalışmaları nesnel bir biçimde yürütülebilir.

Tablo 5' in devamı

Soh, Khandaker & Jiang (2008)	Zeki bilgisayar temelli işbirlikçi öğrenme ve sınıf yönetimi amacıyla I-MINDS adlı uzman öğretim sistemi tasarlamak	Uzman sistem	-----	Uzman sistem temelli çalışmaların literatür örnekleri	I-MINDS yapısı öğrenmede bilgisayar destekli ve işbirlikçi bir zemin hazırlamakla beraber öğrencilere yenilikçi ortam ve öğretmenler için de sınıf yönetimi imkânı sunmuştur. Bu sistemdeki öğretmen ajanıyla soru-yanıt düzenlemeleri, sınav yönetimi, değerlendirme çalışmaları, öğrenci performanslarının izlenmesi vb. becerilere sahip olduğu belirtilmiştir.
Wang (2021)	Beden eğitimi ve öğretiminde değerlendirme sürecinde genetik algoritma modeli geliştirmek	Genetik algoritma	Bilimsel değerlendirme indeksi	MATLAB yazılımı	Geliştirilen genetik algortma ve yapay sinir ağı modelinin başarıyla uygulanabileceğine dair sonuçlar paylaşılmıştır.
Wu (2020)	İngilizce eğitiminde genetik algoritma ve blockchain teknolojisi temelli çevrimiçi İngilizce test sistemi tasarlamak	Genetik algoritma	-----	İngilizce testi	Geliştirilen çevrimiçi test sistemi sınav görevlilerini ve öğretmenleri geleneksel test çalışmalarından kurtarmak amacıyla akıllı sınav kâğıdı algoritması ve akıllı işaretleme özelliği oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modelle iş verimliliğinin artırılması, esnek ve adil sınav çalışmalarıyla sınavların çevrimiçi hale getirilmesindeki başarı anlatılmıştır.
Chakbarty, Roy&De (2014)	Müziğin ritim eğitiminde genetik algoritma temelli öğrenme aracı tasarlamak	Genetik Algoritma	Kişisel Dijital asistan (PDA) ve mobil cihazlar	-----	Yaygın Eğitimde Genetik Algoritma Optimizasyonu kullanılarak yavru ritmi oluşturmak amacıyla ebeveyn ritimlerini verimli bir şekilde seçen mekanizma tasarımı yapılmıştır.
Aryadoust & Baghaei (2016)	Öğrencilerin İngilizce sözel ve yazınsal bilgileri arasındaki bağlantıyı yapay sinir ağı ile incelemek	Yapay sinir ağıları	İkinci dil okuma testi, dilbilgisi ve sözcük becerileri testi	825 öğrenci	825 öğrenci ile yapılan çalışma sonucunda model, okuyucu öğrenci performansını % 78 oranında sözcük ve gramer bilgisine göre doğru tahmin ettiği ifade edilmiştir. Ayrıca sözcük bilgisinin gramer bilgisine göre daha isabetli bir biçimde okunulanı anlamada yetkin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Tablo 5' in devamı

Kunjir, Pardeshi, Doshi & Naik (2015)	Üniversite öğrencilerinin karar verme süreçlerine yapay sinir ağı modelleriyle çözümler aramak	Yapay sinir ağları	Öğrenci ve öğretim üyelerinin demografik ve akademik bilgileri, ders içerikleri, öğrenim dönemi planlaması	-----	Çalışmada üniversitelerin en önemli görevinin öğrencilerine en uygun yolları önermek olduğu vurgulanarak çeşitli verilerin toplanması ve veri madenciliği süreçlerine başvurulmasının gerektiği savunulmuştur. Öğrencilerin üniversite programlarını bırakma durumları, akademik başarılarının, mesleki yönlendirmelerinin vb. çok isabetli bir şekilde tahmin edilebileceğine değinilmiştir.
Wongkhamdi & Seresangtakul (2010)	Öğrencilerin mezuniyet durumlarını ön görmede yapay sinir ağlarını kullanmak	Yapay sinir ağları	Fen fakültesi öğrencilerinin 2000-2004 yılları arasındaki kayıtları	594 öğrenci	594 öğrenci ile yürütülen çalışmada öğrencilerin mezuniyet durumlarının ön görülmesinde geleneksel diskriminant analizi ile yapay sinir ağları tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yapay sinir ağları metodunun klasik yöntemlere nazaran daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.
Lee (2010)	Mesleki başarının bağlı olduğu değişkenlerin yapay sinir ağları metoduyla incelenmesi	Yapay sinir ağları	-----	Birinci sınıf tasarım öğrencilerinin aldığı tüm derslerin yüzdelik notları	Lisans mezuniyetine etkisi olan derslerdeki öğrenci başarısı ile mesleki yönlendirme amacıyla geri yayımlı yapay sinir ağı modeli kullanılarak başarı tahmini yapılmış ve tahmin başarısı % 93,54 olarak hesaplanmıştır.
Karthika, Deborah & Vajiyakumar (2019)	Bulanık mantık temelli zeki öğretim sistemi tasarlayarak öğrenenlerin öğrenme tecrübelerini bireyselleştirmek	Bulanık mantık	-----	Öğrencilerin e-öğrenme süreci bilgileri	Bulanık mantık temelli e-öğrenme sisteminin öğrencilerin öğrenme süreçlerinde kişisel tecrübelerini ön plana almalarını ve çoğalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca bu bulanık ortam tasarımının öğrenme sürecinde öğrenenlere çeşitli kişisel önerilerde bulunduğu ifade edilmiştir.

Tablo 5' in devamı

Alam & Pandey (2017)	Öğretmenlerin genel performans değerlendirmelerinde kullanılabilecek bulanık mantık temelli esnek bir değerlendirme yöntemi önermek	Bulanık mantık	Literatür taraması	Öğretmenlerle ilgili 99 öz nitelik	TOP-M1 ve TOP-M2 olarak iki farklı kısım oluşturularak ilk kısımda öğretmenlerin genel performansları ve ikinci kısımda ise idari ve akademik performansları hesaplanmıştır. Klasik yöntemle göre yapılan değerlendirmelere nazaran bulanık mantık yönteminin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.
Memmedova (2017)	Öğrencilerin saldırganlık seviyelerini ve anksiyete durumları bulanık mantık temelli yaklaşımla incelemek	Bulanık mantık	Anket	100 öğrenci	Geleneksel yöntemle nazaran bulanık mantık temelli yaklaşımdan elde edilen sonuçlar öğrencilerin saldırganlık seviyeleri ile anksiyete durumlarını gerçeğe daha yakın bir doğrulukla tespit ettiği ifade edilmiştir.
Kamath (2014)	Akademisyen performansını bulanık mantık yaklaşımıyla değerlendirmek	Bulanık mantık	Akademik Performans Göstergeleri	Hesaplama modeli örnek verileri	Geleneksel yöntemle eş zamanlı yürütülen bu çalışmada bulanık mantık yaklaşımıyla elde edilen sonuçlarla klasik yöntem sonuçları arasında anlamlı farklılıklar elde edildiği ifade edilmiştir.
Yu, Li, Fischer, Doroudi & Xu (2020)	Lisans öğrencilerinin akademik başarılarını öngörmek	Veri madenciliği	Öğrencilere ait kurumsal veriler ve anket verileri	2000 lisans öğrencisi	Çeşitli algoritmalarla yapılan analizlerde doğru sonuca ulaşmada en fazla kurumsal verilerin performansının yüksek olduğu ve sistemin başarısı ifade edilmiştir.
Chung & Sunbok (2019)	Lisans öğrencilerinin çeşitli verilerinden yola çıkılarak öğrenim süreçlerini terketme durumlarını öngörmek	Veri madenciliği	-----	164.715 lisans öğrencisiyle ilgili eğitim bakanlığından elde edilen bilgiler	Analizlerde Rastgele Orman algoritması tercih edilmiş ve öngörme başarısı %95 olarak ifade edilmiştir.

Tablo 5' in devamı

Asif, Merceron, Ali & Haider (2017)	Öğrenci performanslarını veri madenciliği metoduyla incelemek	Veri madenciliği	Öğrencilerin sertifika puanları ve bu sınavdaki bazı derslerin puanları, lisans derslerinden alınan puanlar	210 öğrenci	Öğrencilerin performansları çeşitli yöntemlerle değerlendirilerek iki farklı değişkene göre ele alındığı bu çalışmada başarılı veya başarısız performansa göre öğrencilerin desteklenmesi gerektiğine, başarılı olanların da farklı imkânlarla tanıştırılması gerektiği vurgulanmıştır.
Guo, Zhang, Xu, Shi & Yang (2015)	Veri madenciliğini kullanarak öğrenci performansının tahmin edilmesi	Veri madenciliği	Akademik performans anketi	Öğrenci akademik performansı etkileyen	Geliştirilen modelin en isabetli tahmini yapabilmiş ve Naive Bayes ise en kötü tahmini yapmıştır. Model önerilmiştir.
Agarwal, Pandey & Tiwari (2012)	Eğitsel veri madenciliği çalışmalarını irdelemek	Veri madenciliği	-----	Literatür taraması	Eğitsel veri madenciliğinin eğitim sorunları çözmenin dışında farklı amaçlarının olduğuna vurgu yapılarak belirlenen problem için birkaç tane teknik kullanılmıştır. WEKA programı ile yapılan analizlerde öğrenci yerleştirme çalışmalarında veri madenciliğinden yararlanmanın katkıları vurgulanmıştır.
Kaur, Singh & Josan (2015)	Öğrencilerin eğitim niteliklerini ve çıktılarını iyileştirmede öğretmenlere yardımcı olabilecek yapay sinir ağı modeli geliştirmek	Makine öğrenmesi	Literatür taraması WEKA açık kaynak kodu ve öğrenci verileri	152 öğrenci	Akademik başarıyı yeterli düzeyde olmayan öğrenciler ile ilişkili değişkenlerin belirlenmesini, geç öğrenenlerin de incelenerek eğitim-öğretimin niteliğini artırmada öğretmenlere rehberlik edecek modellerden yüksek performans gösteren modelin Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı olduğu ifade edilmiştir.
Acharya & Sinha (2014)	Lisans öğrencilerinin başarısının tahmin edilmesi	Makine öğrenmesi	Öğrencilerle ilgili oluşturulan öznel özellikler	1047 öğrenci	Başarı tahmininde en başarılı yöntem Naive Bayes olarak bulunurken araştırma sonucunda ekonomik gelişmişlik, sosyal sınıf, maddi gelir, lise not ortalaması, dini inanış, lise türü değişkenlerinin başarıyı en çok etkileyen değişkenler olduğu savunulmuştur.

Tablo 5' in devamı

Devasia, Vinushree & Hegde (2016)	Lise öğrencilerinin akademik başarılarının tahmin edilerek başarıya etki eden değişkenlerin saptanması	Makine öğrenmesi	Öğrenci kurumsal verileri anketi	700 öğrenci	En başarılı algoritma Naive Bayes algoritması olarak ifade edilmiştir. Başarıya en çok etki eden değişkenler ise geçmiş yıllardaki akademik ortalama, annenin ve babanın öğrenim düzeyi, ailenin ekonomik düzeyi olduğu açıklanmıştır.
Perrotta & Selwyn (2020)	Bilgisayarların insanlara ait görevleri öğrenmesi ilgili sinir ağı yöntemlerinin eğitime uyarlanabilirliğini sorgulamak	Derin öğrenme	-----	Literatür taraması	Eğitimin bileşenlerinin performanslarının öngörülmesinde derin öğrenme metotlarının kullanılabilirliği çeşitli değişkenler açısından irdelenmiştir.
Li & Zhou (2018)	Derin öğrenme algoritmalarını kullanarak öğrencilerin öğrenme stillerini dinamik bir biçimde tanımlamak için model önerisinde bulunmak	Derin öğrenme	MOOC platformu, öğrenci yönetim sistemi	9.400.000' den fazla öğrencinin kullandığı MOOC platformu	Çalışmada Evrimsel Sinir Ağı ve Yinelemeli Sinir Ağı kullanılarak karma model benimsenmiştir. Öğrencilerin bireysel bazda öğrenme stilleri belirlenerek öğrenmede niteliğin ve öğrenme sürecine aktif katılımın büyük ölçüde sağlanabileceği vurgulanmıştır.
Trigueros, Meng & Hartnett (2018)	Klasik ve derin öğrenme ile oluşturulan yüz tanıma tekniklerinin derinlemesine karşılaştırmasını yapmak	Derin öğrenme	-----	Literatür taraması	Yüz tanıma sistemlerinde tercih edilen CNN tekniğinin geleneksel yöntemlere göre doğruluk iyileştirmelerinin başarılı sonuçlara imza attığının altı çizilmiştir. Verilerin(görüntü vb.) toplanması maliyetli olsa da gerçek tabanlı yüz tanıma sistemlerinin derin öğrenme ışığında devam etmesi gerektiği ifade edilmiştir.
Xu, Moon, & Schaar (2017)	Öğrenci performansını derin öğrenme algoritmalarıyla tahmin etmek	Derin öğrenme	2013- 2015 yılları arasında kayıt yaptıran öğrencilerle ilgili kurumsal veriler	1169 lisans öğrencisi	Öğrenci performansının tahmin edilmesinde geliştirilen derin öğrenme algoritması ile tahmin edilmesinde başarılı bir çalışma olduğu ve öğrencilerin en uygun zamanda tatmin edici bir durumda mezun olabilmelerinin önemine değinilmiştir. Oluşturulan model üstün performans ile anılmaktadır.

Alanyazının Değerlendirilmesi

Alanyazında yer alan ulusal çalışmalar değerlendirildiğinde, YZ tekniklerinin eğitim bilimlerinde son zamanlarda artan bir şekilde rağbet gördüğü söylenebilir. Yapılan çalışmaların uzman sistem, genetik algoritma, zeki öğretim sistemi, bulanık mantık, yapay sinir ağı, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi YZ teknikleri altında yoğunlaşması çalışmanın kuramsal çerçevesinin şekillenmesinde yol gösterici olmuştur. Ayrıca yapılan çalışmalarda genellikle YZ' nin tekniklerini kullanarak eğitim bilimlerinde öğrencilere, eğitimcilere ve yöneticilere yönelik modeller önerilmiştir. Bu modellerde öğrencilerin akademik başarılarını ölçme ya da tahmin etme, mesleki veya alan seçimlerinde rehberlik etme (yönlendirme), başarı ya da başarısızlık nedenlerini ortaya çıkarma, öğrenme stillerini belirleme, zekâ türlerini belirleme, performanslarını tahmin etme vb. çalışmalara yer verilmiştir. Yöneticilerin eğitim kurumlarında ders çizelgeleme, zaman yönetimi ve güvenlik çalışmalarına yardımcı olmaya yönelik model önerilerinde bulunulmuştur. Öte yandan eğitimcilerin akademik başarılarını, performanslarını değerlendirmede ve öğrencilerin çok yönlü gelişimlerinin desteklenmesinde YZ tekniklerinin tercih edildiği dikkat çekmektedir. Buradan hareketle YZ teknikleri ile bir sistem olarak ifade edebileceğimiz eğitim arasında ciddi örtüşmelerin olduğu sonucuna varılarak araştırma sürdürülmüştür.

Yapılan çalışmalarda çoğunlukla YZ' nin teknikleri tercih edilerek bazı model önerilerinde bulunularak nitel yöntemin ise sınırlı sayıda tercih edilmesi göze çarptığı için araştırmanın yönteminin seçiminde fikir oluşturmıştır. Aynı zamanda yapılan çalışmaların örneklem seçimleri incelendiğinde daha çok öğrencilerle yönelik olması ve öğretmenlere yönelik çalışmaların sınırlı sayıda olması araştırmanın örneklem seçimine ışık tutmuştur. Ulusal alanyazın sonuçlarına baktığımızda, YZ' nin teknikleri ile yapılan çalışmalarda ölçülen ve değerlendirilen değişkenlerin geleneksel yöntemlere göre daha esnek, objektif, isabetli sonuçlar ortaya koyduğu sıkça vurgulanmıştır. Bu bakımdan Türkiye' de çeşitli eğitim kademelerinde adını sıkça duyduğumuz YZ teknolojilerinin fen öğretiminde yeterince yer almadığı görülmektedir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın amaçları ve Türkiye' nin uluslararası sınavlarda fen bilimleri alanındaki başarı düzeyini düşündüğümüzde fen öğretimine güncel teknolojilerin aktarılmasının önemi, araştırmanın dayanak noktasını oluşturmaktadır.

Uluslararası alanyazına baktığımızda, eğitim bilimlerinde YZ' nin kullanımıyla ilgili çalışmaların özellikle bazı YZ alt dallarında yoğunlaşması ve bu alt dalların ulusal alanyazında olduğu gibi uzman sistem, genetik algoritma, zeki öğretim sistemi, bulanık mantık, yapay sinir ağı, makine öğrenmesi ve derin öğrenme başlıkları altında toplandığı tespit edilmiştir. Çalışmalarda öğrencilerin akademik başarılarının tespit ve tahmin edilmesinde, öğrenme stillerinin belirlenmesinde, mezuniyet durumlarının tahmin edilmesinde, duygu durumlarının analiz edilmesinde, performans değerlendirmelerinde; eğitimcilerin performans değerlendirmelerinde oldukça başarılı biçimde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Bu çalışmaların klasik yöntemlere göre daha başarılı olduğu sıkça vurgulanmıştır. Çeşitli yüz tanıma sistemlerinin ve ders çizelgeleme çalışmalarının da başarılı bir şekilde uygulanarak eğitimde önemli bir boyut olan zaman yönetiminin sağlanmasının başarıyı artıracığının altı çizilmiştir. Yapılan çalışmalarda öğrencilere, öğretmenlere ve yöneticilere yönelik çalışmaların olduğu ve bu çeşitli alt dalların küresel bir durum olan eğitim kavramına güncel, objektif, gerçeğe daha yakın ve hata oranının daha az olduğu çözümler sunması araştırmanın önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca uluslararası alanyazında YZ' nin bazı belirgin tekniklerine rağbetin yüksek olduğu ve bu tekniklerle çeşitli modellerin önerilmesi nitel çalışmaları gölgede bıraktığı söylenebilir. Bu durum araştırmanın yöntemine ışık tutmuştur. Çalışmaların örneklem olarak genellikle öğrenciler seçilmiştir. Öğretmenlerle yapılan çalışmaların kısıtlı olması da bu araştırmanın örneklem seçiminde belirleyici olmuştur.

Bölüm 3 Yöntem

Bu araştırmada, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında Türkiye' nin çeşitli illerinde özel ve devlet okullarının ortaokul kademesinde görev yapan fen bilimleri öğretmenlerinin fen öğretiminde YZ destekli teknolojilerinin kullanımıyla ilgili görüş ve önerilerinin derinlemesine ve çok yönlü bir biçimde açığa çıkarılması amaçlanmıştır. Bu bölümde; araştırmanın katılımcıları, veri toplama aracının asıl ve pilot çalışma hazırlıkları, verilerin elde edilmesi sürecindeki asıl ve pilot uygulamaları ile verilerin analiz sürecindeki uygulamalar hakkında bilgiler sunulmuştur.

Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarını Türkiye' nin çeşitli illerinin özel ve devlet okullarının ortaokul kademesinde görev yapmakta olan fen bilimleri öğretmenleri oluşturmaktadır. Ortaokullarda görev yapan fen bilimleri öğretmenlerinin, Türkiye' nin çeşitli illerinde aydınlık yarınlarımızın teminatı olan gençlerimizin yetiştirilmesinde etkin rol aldıkları söylenebilir. Fen bilimleri öğretmenlerinin çağın gerekliliklerine uygun öğretim yöntem ve teknikleri hakkında bilgi sahibi olmakla beraber bunları eğitim-öğretim faaliyetlerinde aktif olarak kullanma konusunda farkındalık sahibi olmaları önem arz etmektedir.

Mesleki ve akademik yönden kendilerini geliştirmeye özen gösteren, 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı hedefleyen fen bilimleri öğretmenlerinin her alanda adını sıkça duymakla kalmayıp maruz kaldıkları YZ teknolojilerinin fen öğretiminde kullanımı konusundaki fikirleri tüm paydaşlar için kaynak oluşturduğu söylenebilir. Bu bakımdan araştırmanın örneklemini 2020-2021 eğitim-öğretim yılı Aksaray, Ankara, Bursa, Erzurum, Gaziantep, İstanbul, Rize, Sakarya ve Van illerinde görev yapan fen bilimleri öğretmenleri oluşturmaktadır.

Araştırma grubunda yer alan öğretmenlerin belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme (nonrandom sampling) yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi (convenience sampling) kullanılmıştır. Söz konusu örneklemin tercih edilmesinde ekonomik olmakla beraber araştırmacının çalışma grubundaki bireylerle meslektaş olması ve katılımcıların araştırma sürecine gönüllü katılımlarının olması etkili olmuştur. Ayrıca bu örnekleme yöntemi, yakın çevredeki kolay ulaşılabilir ve araştırmaya katılma bakımından gönüllü olan bireylerle gerçekleştirilen örnekleme şeklinde ifade edilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Öte yandan kolay

ulaşılabilir örneklerle araştırma sürecinin hızlandırılabilceği ve pratikliğinin artırılabilceği ifade edilebilir (Çepni, 2011).

Araştırmanın katılımcılarının belirlenmesi ve onlarla tanışılması amacıyla evrimii bir toplantının yapılması uygun görülmüştür. Bu toplantının duyurusu çeşitli sosyal ağlar aracılığıyla fen bilimleri öğretmenlerine ulaştırılmıştır. Toplantı ile ilgili dijital bir afiş hazırlanmış ve bu afişte toplantı ile ilgili çeşitli bilgilerle bu toplantıya katılmak isteyenlerin kullanabilecekleri kayıt formu paylaşılmıştır.

Katılımcıların kayıt işlemleri için elektronik ortamda “Porsline” yazılımı ile oluşturulan kayıt formu tercih edilmiştir. İki bölümden oluşan ilgili kayıt formunun ilk bölümünde yapılacak olan toplantının içeriği, süresi, gönüllük esasına dayalı olduğu, kişisel verilerin korunacağına dair dikkat edilecek noktalar, araştırmanın hangi uzman danışmanlığında ve araştırmacı tarafından hangi niversite bünyesinde yapılacağı, bu toplantı sonucunda katılımcıların kazanımlarının neler olduğuna (YZ kavramı, YZ’ nin tarihçesi, YZ destekli teknolojiler, eğitimde YZ destekli teknolojilerin kullanımı hakkındaki güncel gelişmeler ile yapay zeka teknolojilerinin fen bilimleri disiplinine entegre edilmesi süreci ve sonuçları vb.) dair bilgilere detaylıca yer verilmiştir. Bu bölümde araştırmanın modeline ve katılımcılardan beklenenlere de değinilmiştir. Kayıt formunun ikinci bölümünde ise üç tane soru yer almaktadır. Bu sorular; katılımcıların ad, soy ad, e-posta adresi ve toplantı için müsait oldukları zaman dilimi olarak belirlenmiştir.

Söz konusu toplantıda katılımcı adaylarıyla paylaşılacak olan sunumun pilot çalışması, asıl çalışmaya katılmayacak olan üç fen bilimleri ğretmeni ile gerçekleştirilerek gereken düzenlemeler ve eklemeler yapılmıştır. Ardından bu dönüt ve düzeltmeler uzman görüşlerine sunularak ilgili sunuma son şekli verilmiştir.

İlgili kayıt formuna verilen yanıtlar neticesinde katılımcılar için ortak üç farklı zaman dilimi belirlenmiştir. Her toplantıya en az dört en fazla altı katılımcı yer alacak şekilde düzenleme yapılarak katılımcı adaylarına e-posta adresleri aracılığıyla geri dönüt sağlanmıştır. Belirlenen zaman dilimleri katılımcılara açıklandıktan sonra ilgili sunum Zoom uygulaması aracılığıyla evrimii olarak gerçekleştirilmiştir.

Toplantının ilk bölümünde katılımcılara çalışmanın amaçlarından, nasıl ilerleyeceğinden, kuramsal yapısından bahsedilmiştir. İkinici bölümünde ise YZ teknikleriyle uygulama alanlarından ve eğitim bilimlerinde YZ tekniklerinin nasıl ve

niçin kullanıldığına dair kuramsal çerçeve ile ilgili bir sunum yapılmıştır. Ortalama bir saat süren bu oturumların sonunda katılımcıların YZ teknolojileriyle ve araştırma ile ilgili çeşitli soruları yanıtlanmıştır. Ayrıca bu bölümde katılımcı adaylarına ilgili çalışmanın tamamen gönüllülük esasına göre yapılacağı, KVKK kapsamındaki tüm haklarının gizli tutulacağına garantisi verilmiştir. Toplantının Zoom uygulaması üzerinden 40 dakikalık iki oturum olarak yapılacağı ve toplantı süresince ses veya video kaydı yapılmayacağı da belirtilmiştir.

Son aşamada ise bu araştırmaya katılmak isteyen gönüllü fen bilimleri öğretmenleriyle e-posta üzerinden iletişim kurularak çevrimiçi biçimde görüşme yapılması için randevu alınmıştır. Randevular katılımcıların müsait oldukları zaman dilimine göre belirlenerek yine e-posta adresleri yoluyla not alınmıştır.

Katılımcıların kimliklerini açıklamamak için öğretmenlere kodlar tanımlanmıştır. Öğretmenlerle ilgili olarak görev yaptıkları iller ve mesleki kıdem bilgileri Tablo 6' da sunulmuştur.

Tablo 6

Öğretmenler, Öğretmenlerin Görev Yaptıkları İller ve Mesleki Kıdemleri

Kod	Görev Yapılan İl	Mesleki Kıdem
Ö ₁	Ankara	6
Ö ₂	Bursa	3
Ö ₃	Gaziantep	5
Ö ₄	İstanbul	4
Ö ₅	Rize	4
Ö ₆	Sakarya	5
Ö ₇	Van	4
Ö ₈	Van	3
Ö ₉	Erzurum	5
Ö ₁₀	Van	5
Ö ₁₁	Aksaray	3
Ö ₁₂	Bursa	7
Ö ₁₃	Van	5

Tablo 6 incelendiğinde öğretmenlerin mesleki kıdemlerinin ortalamasının 4,5 yıl olduğu söylenebilir. Ayrıca bu araştırmanın katılımcıları Ankara' dan 1, Aksaray' dan 1, Bursa'dan 2, Erzurum'dan 1, Gaziantep'ten 1, İstanbul'dan 1, Rize'den 1, Sakarya'dan 1 ve Van'dan 4 olmak üzere toplamda 13 öğretmenden oluşmaktadır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci, katılımcıların önceki süreçte katıldıkları ön toplantı sonrasında paylaştıkları e-posta aracılığıyla ilgili zaman diliminde ve daha önceden pilot çalışmaları neticesinde şekillendirilmiş olan “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” (EK-B) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların farklı illerde olmaları sebebiyle Zoom uygulaması tercih edilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce katılımcılara elektronik ortamda doldurabilecekleri “Gönüllü Katılım Formu” (EK-A) iletilmiştir. Katılımcılara bu araştırma kapsamında gerçekleştirilecek olan görüşmenin gönüllülük esasına göre ve daha önceden yapılan toplantıda belirtildiği üzere yürütüleceği hatırlatılarak gönüllü olduklarını beyan etmeleri koşuluyla görüşmelere başlanmıştır.

Katılımcılar kendilerine yöneltilen tüm sorulara özgürce cevap verebilecekleri, anlamadıkları yerleri sorabilecekleri ve kişisel verilerinin korunması için ne gibi önlemler alındığı konusunda bilgilendirilmiştir. Görüşmeler en az 35 ve en fazla 55 dakika sürmekle beraber katılımcılardan gereken onay alınmak şartıyla görüşme sırasında veri kaybını engellemek amacıyla bir mobil cihaz ile ses kaydı yapılmış, bilgisayar ile video kaydı yapılmış ve gereken her türlü nokta yazılı olarak araştırmacı tarafından not alınmıştır. Görüşme süresince araştırmacı tarafından katılımcı merkezli bir tavır sergilenerek görüşmenin sağlıklı yürütülmesi sağlanmıştır.

Veri Toplama Aracı

Bu araştırma, nitel veri toplama araçlarından biri olan yarı yapılandırılmış mülakat aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

Mülakat yöntemi araştırmaya katılan bireylerin tecrübelerine, görüşlerine, olumlu ya da olumsuz bakış açılarına, şikâyetçi oldukları durumlara ya da anlara, duygu ve inançlarına vb. ilişkin veri elde etmedeki başarılarına bağlı olduğu ifade edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Stewart ve Cash(1985; Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018) çeşitli hazırlıkları yapılmak şartıyla ve ciddi bir amaca hizmet etmek için organize edilen, soru cevap tarzına dayanan, etkileşimli iletişim süreçleri görüşme olarak ifade ederken Patton (1987, Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018) ise görüşmeyi, bireylerin iç dünyasına doğru bir yolculuğa çıkarak onların bakış açılarını keşfetmek şeklinde ifade etmiştir. Buradan

hareketle görüşme yöntemi ile sosyal gerçekliğin temel yapı taşı olan insanların tecrübe, sorunları ele alış biçimi, düşünce, duygu, yorum, tepki vb. gözlenemeyenlerin anlamlandırılması sağlandığı çıkarımı yapılabilir.

Yarı yapılandırılmış mülakat formu. Bu araştırmada araştırmacı tarafından oluşturulup uzman görüşleriyle şekillenen ve gönüllü fen bilimleri öğretmenleriyle pilot çalışmaları gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiştir.

Yarı yapılandırılmış mülakat formu sorularının geliştirilmesinde başta araştırmanın kuramsal çerçevesi olmak üzere, sosyal bilimler alanında YZ' nin uygulama örnekleri, 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın perspektifi (değerlerimiz ve yetkinlikler), amaçları, hedefleri, ölçme-değerlendirme yaklaşımı, alana özgü beceriler (bilimsel süreç, yaşam, mühendislik ve tasarım becerileri), öğretmenlerin seviyeleri, güncel YZ gelişmeleri ve çalışmanın amaçları işe koşulmuştur (MEB, 2018).

Ayrıca ilgili formun titizlikle ortaya konulması için içeriğine alınan soruların araştırmanın amacını yansıtması, farklı türden soruları içeren, açık uçlu, sade, anlaşılabilir, katılımcıları yönlendirmeyecek ifadeler içeren, çok boyutlu olmayan ve belirli bir düzen içerisinde sunulmasına özen gösterilmiştir. Bu şartları sağlaması için ilgili görüşme formu pilot çalışmaları Bursa ve Van illerinde görev yapmakta olan altı fen bilimleri öğretmeninden, iki fen öğretimi uzmanından ve sosyal bilimlerde YZ' nin kullanımı konusunda uzman üç akademisyenden görüşler alınarak kapsam geçerliliği sağlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış mülakat formu ile ilgili pilot çalışma ve yapılan düzenlemeler. Araştırmanın kuramsal çerçevesinin araştırmacı tarafından değerlendirilmesiyle oluşturulan yarı yapılandırılmış mülakat formunun taslağı oluşturulmuş ve alan uzmanlarının dönütleri ışığında söz konusu forma son şekli verilerek pilot çalışması planlanmıştır. Pilot çalışmaya katılacak olan fen bilimleri öğretmenlerinin, araştırma konusuyla ilgili çalışma ve araştırma geçmişlerinin olmasına, araştırmanın doğasına ilgili ve bu alanda çalışmaya gönüllü olmalarına özen gösterilmiştir. Uzman görüşleri neticesinde söz konusu pilot çalışmaya üç fen bilimleri öğretmenin katılımı uygun bulunmuştur.

İlgili öğretmenlere e-posta adresleri aracılığıyla ulaşılarak yapılan toplantıda söz konusu çalışmanın gönüllük esasına dayalı olduğu, kişisel verilerin korunacağı,

araştırmanın hangi uzman gözetiminde ve üniversite bünyesinde yapıldığı, araştırmanın yöntemine dair bilgilere yer verilerek katılımcılar aydınlatılmıştır. Bu toplantı sonucunda katılımcıların kazanımlarının neler olduğuna (YZ kavramı, YZ' nin tarihçesi, YZ destekli teknolojiler, eğitimde YZ destekli teknolojilerin kullanımı hakkındaki güncel gelişmeler ile YZ teknolojilerinin fen bilimleri disiplinine entegre edilmesi süreci ve sonuçları vb.) dair bilgilere detaylıca yer verilmiştir.

Araştırmacının araştırmaya katılacak olan öğretmenlerle farklı illerde bulunmalarından dolayı toplantının Zoom uygulaması kullanılarak çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Planlanan bu toplantıyla ilgili katılımcıların e-posta adresleri vasıtasıyla iletişim kurularak ortak bir zaman dilimi belirlenmiştir. Fen bilimleri öğretmenlerine 40 dakikalık bir sunum yapılmış ve 20 dakikalık soru cevap sürecinin ardından toplantı sona ermiştir.

Araştırmacı gerçekleştirilen toplantının ardından fen bilimleri öğretmenlerine e-posta adresleri aracılığıyla ulaşarak müsait oldukları zamanları belirleyerek mülakat formunun pilot çalışması gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmayla ilgili araştırmacının aldığı notlar ve katılımcıların dönütleri doğrultusunda yarı yapılandırılmış mülakat formundaki sorularından bazılarında güncellemelerin yapılmasına ve 10 olarak belirlenen soru sayısının güncellemeler sonucunda 12' ye çıkarılmasına karar verilmiştir. Yarı yapılandırılmış mülakat formunda güncellenen sorular ve güncellenme sebepleri Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7

Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formunda Düzenlenen Sorular

Soru numarası	Sorunun İlk Durumu	Sorunun Son Durumu	Sorunun Nedeni	Güncellenme
1	Yapay zekâ nedir? Açıklar mısınız?	Yapay zekâ size göre nedir ve size neleri anımsatıyor? Açıklayınız.	Yapısal değişiklik	
4	Eğitimde yapay zekâyı uygulanabilir buluyor musunuz?	Eğitimde yapay zekânın uygulanabilirliği hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Açıklayınız.	Katılımcılar tarafından tam olarak anlaşılamama	
7	Fen eğitiminin kalitesinin artırılması ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme konusunda yapay zekânın ne gibi yardımları olabilir? Açıklayınız.	Fen öğretiminin niteliğinin artırılması ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme konusunda yapay zekânın ne gibi yardımları olabilir? Açıklayınız.	Yapısal değişiklik	

Tablo 7' nin devamı

6	Yapay zekâ teknolojilerinin, fen bilimleri dersi müfredatındaki kazanımlara aktarılabilirliği hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Açıklayınız.	Yapay zekâ teknolojilerinin, fen öğretim programındaki kazanımlara aktarılabilirliği hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Açıklayınız.	Yapısal değişiklik
---	--	---	--------------------

Yarı yapılandırılmış mülakat formuna sonradan eklenen sorular ve bu soruların eklenme sebepleri Tablo 8' de verilmiştir.

Tablo 8

Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formuna Sonradan Eklenen Sorular

Güncel Soru Numarası	Sonradan Eklenen Sorular	Sorunun Eklenme Sebebi
2	Günlük hayatın her alanında yapay zekâ teknolojilerinin sıkça kullanıldığı düşünülürse, yapay zekâyâ olan duyulan ihtiyacın her geçen gün artmasının sebepleri hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Açıklayınız.	Katılımcıların talebi/gerek duyması
5	Eğitimde yapay zekânın gerekliliği hakkındaki görüşleriniz nelerdir? Açıklayınız.	Farklı sorularda sürekli ifade edilme

Araştırmanın alt problemleri ve bu alt problemlere cevapların arandığı mülakat soruları ile ilgili bilgiler Tablo 9' da sunulmuştur.

Tablo 9

Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu Soruları ve İlgili Alt Problemler

Alt Problemler	Mülakat Soruları
1.Fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ ve yapay zekâ teknolojileri ile ilgili görüşleri nelerdir?	-Yapay zekâ deyince aklınıza ne geliyor? Size neleri anımsatıyor? -Günlük hayatın her alanında yapay zekâ teknolojilerinin sıkça kullanıldığı düşünülürse, yapay zekâyâ olan duyulan ihtiyacın her geçen gün artmasının sebepleri hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? -Yapay zekâ teknolojileri hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? -Mesleki görevlerinizi yerine getirirken yapay zekâdan yardım alma ya da bu görevleri tamamen yapay zekâyâ bırakma konusundaki düşünceleriniz nelerdir? -Yapay zekâ destekli teknolojiler hakkındaki endişeleriniz nelerdir?

Tablo 9' un devamı

2.Yapay zekâ teknolojilerinin fen öğretiminde kullanılabilirliğini etkileyen durumlar nelerdir?	-Eğitimde yapay zekânın uygulanabilirliği hakkındaki görüşleriniz nelerdir? -Eğitimde yapay zekânın gerekliliği hakkındaki görüşleriniz nelerdir? -Yapay zekâ teknolojilerinin, fen öğretim programındaki kazanımlara aktarılabilmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? -Yapay zekâyı fen bilimleri dersinde kullanma ya da kullanmama sebepleriniz nelerdir?
3.Fen öğretimi faaliyetlerinin verimliliğini artırma bakımından teknolojilerinin etkileri nelerdir?	-Fen öğretiminin niteliğinin artırılması ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme konusunda yapay zekânın ne gibi yardımları olabilir? -Fen bilimleri dersinin sizi zorlayan taraflarını düşündüğünüzde yapay zekânın ne gibi katkıları olabilir? -Yapay zekâ destekli akıllı sınıflar veya okullar hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

Veri Toplama Aracı İle İlgili Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Bilimsel bir araştırmamanın sonuçlarının inandırıcılığı, söz konusu araştırmaların en temel ölçütlerinden biri kabul edilir ve bu ölçütler de geçerlik ve güvenirlik olarak kabul görmektedir. Bu araştırmamanın veri toplama aracının geçerli ve güvenilir olması diğer tüm çalışmalarda olduğu gibi önem arz etmektedir. Bu sebeple araştırma ölçme aracı dâhil olmak üzere tüm araştırma süresince geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kurallarınca yürütülmüştür.

Nicel çalışmalara göre daha farklı bir bakış açısıyla ele alınan nitel araştırmaların, farklı düşünce geleneklerine mensup nitel araştırmacılar tarafından niteliği arttırıcı farklı kriterleri öne sürdükleri söylenebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel araştırmalarda araştırmacının araştırmayı planladığı olguyu, olayı ya da durumu ham haliyle ve olabildiğince tarafsız biçimde gözlemesi geçerlik olarak tanımlanmakla birlikte geçerliğin, güvenirliliği belirleyen en temel adım olduğu da ifade edilebilir (Kirk & Miller, 1986; Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018). Geçerlik ve güvenirlik kavramlarının yerine; araştırmacı yetkinliği, inandırıcılık ve sonuçların doğruluğu kavramlarının kullanılması gerektiği savunulmuştur (Başkale, 2016).

Araştırma sonuçlarındaki doğruluk payını ya da problem çözme becerisini konu eden geçerlik kavramına hizmet edebilmek için, araştırmacıdan çözüme kavuşturması gereken problemi olabildiğince tarafsız bir şekilde irdelenmesi beklenir. Bu şekilde elde edilen çözümün gerçeği yansıtmaya derecesini ortaya koymuş olur.

Ayrıca araştırma problemini bütüncül olarak işlemek ve ele alınan durumların bütün bileşenlerini gözetmek de geçerliğin önemli kıstaslarından (Baltacı, 2019).

Katılımcılarla yapılan görüşmelerde katılımcılara ara ara “Bunu mu demek istediniz?” veya “İfadelerinizden bunu anlayabilir miyiz?” vb. geri dönütlerle katılımcı teyidini gözetmek de önemli bir geçerlik şartıdır. Araştırmacının elde ettiği verilerle ilgili alan uzmanlarından dönütler alması da katılımcı teyidini sağlayarak geçerliği arttırdığı ifade edilebilir (Baltacı, 2019).

Nitel çalışmalarda inandırıcılığı sağlayabilmenin en iyi yolunun uzun süreli etkileşim olduğu söylenebilir. Araştırmacının önyargılarına hâkim olabilmesi, veri toplama sürecine yeterince zaman ayırması sonucunda katılımcıların kültürlerinin, mesleklerini, dillerini, görüşlerini vb. anlamlandırabilmesi için fırsat tanıyabilmektedir (Başkale, 2016). Karşılıklı güvene dayalı ve dostça ilişkilerin kurulması sonucunda doğru, yansız ve eksiksiz bilgi iletişimini sağlar (Başkale, 2016). Bunun doğal bir sonucu olarak araştırmacının katılımcıları daha iyi anlayıp onları daha iyi analiz edebileceği çıkarımı yapılabilir. Görüşme süresinin artması araştırmacının geçerliğini olumlu yönde etkileyeceği sonucu çıkarılabilir. Bu nedenle geniş bir zaman dilimine yayılan ve katılımcılardan farklı zaman dilimlerinde verilerin alınması araştırma verilerinin inandırıcılığını artıracak çıkarımı yapılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu çalışmada araştırmacının katılımcılarla meslektaş olması, yarı yapılandırılmış görüşme formunu oluşturmada önce pilot çalışma yapılması ve bu çalışmaya gönüllü olan katılımcıların müsait oldukları zaman dilimlerinde tanışma toplantılarına katılmaları bu araştırmanın inandırıcılığını desteklemektedir. Ek olarak araştırmanın başında katılımcı adaylarına elektronik ortamda gönderilen bilgilendirme toplantısı formunda kişisel tüm verilerinin korunacağına dair bilgilerin yer alması, toplantının geniş bir zaman dilimine yayılması, her katılımcının kendine ait zaman diliminde katılım gösterme hakkının olması da araştırmayı inandırıcılığı yüksek olma yolunda ilerlettiği ifade edilebilir.

Araştırmada katılımcı adaylarıyla öncelikle tanışma toplantısı ve akabinde bilgilendirme toplantısı düzenlenerek karşılıklı güvene dayalı dostça ilişkilerin kurulduğu bir araştırma olarak yürütülmüştür. Katılımcı adaylarının tüm soruları tanışma ve bilgilendirme toplantılarında yanıtlanmıştır. Nitel araştırmalarda elde edilen verilerden çok çeşitli sonuçlara ulaşılma olasılığı olsa da güçlü veri toplama araçlarıyla zengin bir verilere ulaşılmasını sağlar (Başkale, 2016). Bu noktada

katılımcılardan elde edilen veriler konusunda katılımcılarla iletişim kurularak bu verilerin kişisel görüşlerini ne derecede temsil ettiğini sorgulamaya katılımcı teyidi denilir.

Bu araştırmada katılımcı teyidini sağlamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formundaki sorulara verilen cevapları herhangi bir değişim yapmadan tüm katılımcılara ayrı bir dosya açılarak elektronik ortamda yazıya aktararak kaydedilmiştir. Ardından her bir katılımcıya e-posta yoluyla bu yazılı metinler ve gereken noktalar ulaştırılmıştır. Dönütler doğrultusunda gereken düzenlemeler yapılmıştır. Araştırmanın veri toplama aracı yarı yapılandırılmış görüşme formudur ve bu formun hazırlık aşaması pilot çalışmalarla yürütülmüştür. Bu pilot çalışmalar ve alan uzmanlarının dönütleri sonucunda yarı yapılandırılmış görüşme sorularının oluşturulmuş olması bu soruların geçerliğini artırmıştır. Görüşme soruları katılımcıların anlayabileceği sadelikte, yanlış anlamalara mahal verilmeyecek yapıda ve gereken pilot çalışmalarla beraber uzman dönütleriyle şekillenmiştir.

Görüşme verilerinin toplanması, kayıt altına alınması, analiz edilme süreci tüm ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Ayrıca araştırmanın başında yapılan tanışma toplantılarından, pilot çalışmalardan ve elektronik ortamda katılımcılarla paylaşılan yazılı, görsel veriler, verilerin güvenilirliği için itinayla muhafaza edilmiştir. Tanışma toplantılarında, görüşmelerde ve pilot çalışmalarda yapılan çalışmalarla ilgili tüm kişisel verilerin korunacağı, çalışmanın tamamen gönüllülük esasına dayalı olduğu, her türlü paylaşımın sadece araştırmacı tarafından bilinip kişisel veriler kullanılmadan araştırmaya dâhil edileceği konusunda açıkça bilgilendirmeler yapılmıştır.

Senkronize bir biçimde Zoom uygulaması üzerinden yapılmış olan bu araştırmada teknik aksaklıkların önüne geçebilmek için katılımcılar ilgili program konusunda bilgilendirilmiştir. Katılımcıların bilgilendirme toplantılarında mikrofonlarını kapalı tutmaları ve kameralarını isteğe bağlı olarak açabilecekleri konusunda uyarı yapılmıştır. Esas görüşmelerde ise kameralarını isteğe bağlı olarak açabilecekleri ve mikrofonlarını ise açık tutmaları gerektiğinin altı çizilmiştir. Görüşmede katılımcıların kimliklerini gizli tutmak amacıyla isimleri uygun bir harf ile kodlanmıştır.

Görüşme verilerinin analizinde tema ve kodlar öncelikle araştırmacı tarafından oluşturularak iki alan uzmanının görüşlerine sunulmuştur. Görüşme verilerinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla tema ve kodların kullanılmasında alan uzmanlarının

kodlamaları arasındaki uyuma önem verilmiştir. Bu araştırmanın geçerlik ve güvenirlik çalışmaları genel hatlarıyla Tablo 10' da sunulmuştur.

Tablo 10

Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerlik Çalışmaları

Güvenirlik	İç Güvenirlik	Zoom uygulamasıyla video, ses kayıt cihazıyla ses kaydı ve yazılı olarak verilerin kaydedilmesiyle veri kaybının önlenmesi sağlanmıştır
	Dış Güvenirlik	Katılımcı ifadelerinin direkt alıntı yaparak sunulması sağlanmıştır.
Geçerlik	İç Geçerlik	Gereken her noktada alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur.
		Görüşme sırasında ve sonrasında katılımcıların kendi ifadeleriyle yüzleşmelerine özen gösterilmiştir.
		Katılımcı ifadelerinin direkt alıntı yaparak sunulması sağlanmıştır.
	Dış Geçerlik	Veri toplama aracının pilot ve asıl çalışmaları ile veri toplama süreçlerinin pilot ve asıl çalışmaları detaylarıyla anlatılmıştır.
		Verilerin analiz süreci detaylarıyla açıklanmıştır.
		Araştırma katılımcılarının seçilme süreçleriyle ilgili pilot ve asıl çalışmalara değinilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmanın veri analiz sürecinde içerik analizi ile betimsel analiz tercih edilmiştir. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme süreci senkronize olarak “Zoom” programıyla gerçekleştirildiği ve görüşme süreci çevrimiçi yürütüldüğü için görüşme formuyla yürütülen süreç üç farklı şekilde kayıt altına alınmıştır. Bunlar; araştırmacının yazılı olarak almış olduğu notlar, video kaydı ve ses kaydı olarak ifade edilebilir. Burada veri kaybının en aza indirgenmesi hedeflenmiştir. Verilerin toplanması işleminin ardından elde edilen kayıtlardan çıkarılan notlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek üzerinde herhangi bir ekleme ya da çıkarma yapılmadan elektronik ortamda Word programına kaydedilmiştir.

Başlangıçta 22 katılımcıyla gerçekleştirilen veri toplama sürecinin sonucunda 13 katılımcıyla devam edilmesi kararı alınmıştır. Bu kararın alınmasında araştırmacı alan uzmanlarına danışmak suretiyle gereken verilerin nitelikli bir biçimde elde edilememesi ve bazı katılımcıların bazı soruları yanıtsız bırakmak istemeleri etkili olmuştur. Son durumda ise toplamda 13 ayrı Word belgesi elde edilmiştir. Her belge

yaklaşık olarak 10 sayfa ve 2000 kelimedenden meydana geldiği tespit edilmiştir. Word belgelerinde her katılımcının her soruya verdikleri yanıtlar titizlikle defalarca kontrolleri yapılarak ve gerektiği yerlerde katılımcılarla tekrardan e-posta yoluyla iletişim kurularak teyit edilerek yazılı metinlere dönüştürülmüştür.

Elde edilen verilerin derinlemesine analizinin yapılması için içerik analizi aşamasında verilerin araştırmacıya sağlamış olduğu kavramlar ışığında tema ve kodlar oluşturulmuştur. Elde edilen bu tema ve kodlardan yararlanılarak içerik analizi derinlemesine bir süreçten geçirilmiştir. Veriler betimsel analiz amacıyla yorumlanarak özetlenmiştir. Bu aşamada ayrıca katılımcıların görüşme formunda yer alan her bir soruya verdikleri yanıtlardan doğrudan alıntılarının yapılmasına özen gösterilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorum

Bu araştırmanın amacı, fen öğretiminde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımıyla ilgili fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu bölümde, araştırmanın her bir alt problemine ilişkin bulgular sırasıyla sunulmuştur.

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Bu araştırmanın birinci alt problemi “Fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ ve yapay zekâ teknolojileri ile ilgili görüşleri nelerdir?” şeklinde olup bu bölümde ilgili alt problemlerle ilgili yarı yapılandırılmış mülakattan elde edilen öğretmen görüşleri tema ve kodlar şeklinde verilmiştir. Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Denilince Aklınıza Ne Geliyor? Size Neleri Anımsatıyor?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 11’ de sunulmuştur.

Tablo 11

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Denilince Aklınıza Ne Geliyor? Size Neleri Anımsatıyor?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Yazılım	Sosyal ağ	+					+		+		+	+	+	+
	Web sitesi		+	+	+	+	+	+	+		+		+	+
	Mobil uygulama		+	+	+	+		+	+	+			+	+
	Arama motoru	+	+				+	+				+		
	Algoritma	+		+							+	+		
	Kodlama	+	+		+	+			+	+	+	+	+	
	Sanal asistan		+	+			+	+	+				+	
	Zeki makineler	+	+	+	+		+			+	+	+	+	+
Donanım	Sensör			+	+				+	+				
	Robot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bilgisayar			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
	Mobil cihaz		+	+			+	+	+		+	+	+	+
	Beyaz eşya			+			+	+	+		+	+	+	
	Programlanabilen kartlar	+	+		+						+		+	
	Akıllı ev sistemleri		+				+		+	+			+	+
	Giyilebilir teknolojiler			+	+						+			
	Otonom araçlar		+			+		+					+	+

Tablo 11 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın birinci sorusuna vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde “Yazılım” temasını; sosyal ağ, web sitesi, mobil uygulama, arama motoru, algoritma, kodlama, sanal asistan, zeki makineler kodları ile ifade ettikleri görülmektedir. Öte yandan öğretmenlerin aynı soruya ilişkin “Donanım” temasını; sensör, robot, bilgisayar, mobil cihaz, beyaz eşya, programlanan kartlar, akıllı ev sistemleri, giyilebilir teknolojiler ve otonom araçlar kodları ile ifade ettikleri görülmektedir. Öğretmenlerin bu kodlarla ilgili görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Öğretmenler “zeki makineler” kodu ile ilgili, *“Makinelere karar verme gibi insansı özelliklerin kodlama yöntemleriyle kazandırılması sonucu makinelerin nerede ve ne şekilde hareket edebileceği öğretilir.”* (Ö₃); *“Cisimlerin sertlik, yumuşaklık ya da renklerini algılayıp insan gibi hareket edebilen yani karar verebilen yapıları düşünmeliyiz.”* (Ö₂) ifadesini kullanırken “mobil uygulama” ve “web sitesi” kodu ile ilgili, *“Yapay zekâyı robotlarla ya da makinelerle sınırlandırmak zaman kaybı ve önyargıdır. Örneğin bir web sitesinde vakit geçirdiğimizde ya da mobil uygulamaları kullandığımızda ilgilerimiz, alışkanlıklarımız, ruh durumumuz, bazı sağlık verilerimiz vb. depolanıyor ve belirli bir süre sonra bize reklam ya da bildirim şeklinde geri dönüt sağlanıyor.”* (Ö₄) ifadesini kullanmışlardır.

Öğretmenler “sanal asistan” kodu ile ilgili, *“Google, Cortona ya da Siri gibi sanal asistanlar bize çeşitli sektörlerdeki çeşitli konularda bizim işimizi kolaylaştırır. Örneğin gideceğimiz bölgenin haritasını çıkarırken yol üzerinde park, lokanta, AVM olup olmadığı konusunda da dönütler sağlar.”* (Ö₂ ve Ö₆); ifadelerini kullanmıştır. Benzer biçimde “arama motoru” kodu ile ilgili, *“Arama motorları da bize çeşitli konularda araştırma yaparken öneriler sunabiliyor, eski aramalarımızı kaydedip bize yardımcı olabiliyor. Bunu yapay zekâ içerdği için yapabiliyor.”* (Ö₁ ve Ö₂) ifadesini kullanmışlardır.

Öğretmenler “robot” kodu ile ilgili, *“Birçok film ve kitapta yapay zekâ tanımlamaları robotlar ya da robot benzeri yapılar üzerinden yapıldığı ve yansıtıldığı için aklıma öncelikle robotlar geliyor”* (Ö₁ ve Ö₅); *“Yapay zekâ denilince bilim kurgu filmlerinden ve günlük hayattaki teknolojik ürünlerden ötürü eli, kolu, ayağı vb. olan robotlar geliyor.”* (Ö₇ ve Ö₁₀) ifadelerini kullanmıştır. Öte yandan öğretmenler “sosyal ağlar” kodu ile ilgili, *“Sosyal ağlar, sürekli dinlediğimiz müzik türlerini sürekli karşımıza çıkarmaya, ilgilerimizi, tatil tercihlerimizi, sevdiğimiz aktivite ya da renkleri*

kaydederek, reklamlar yoluyla önerilerde bulunurlar.” (Ö₁₀ ve Ö₁₁) ifadelerini kullanmıştır. Öğretmenler “sensör” ve “bilgisayar” kodu ile ilgili, “Sensörlerle insan davranışlarını taklit eden sistemler ve makinelerin verdiği en ufak bir karar bile yapay zekâdır. Mesela bilgisayarımıza alarm kuruyoruz ve resmen bilgisayara ben seni izlerken uyuyakalacağım sen kendini kapatmalısın diyoruz ve zamanı gelince kapanıyor. Bu belki basit bir karar ama yapay zekâyâ ait bir karardır.” (Ö₃, Ö₄ ve Ö₈) ifadelerini kullanmışlardır. Öğretmenler “programlanabilir kartlar” kodu ile ilgili, “Yapay zekâ yeni bir teknoloji olduğu için her birey kendi tecrübeleri doğrultusunda bu soruya cevap verebilir. Benim tecrübelerim genelde robotik kodlama çalışmalarından oluştuğu için bana göre programlanabilen kitler(kartlar) yapay zekâyı oluşturur.” (Ö₄) ifadesini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Günümüzde Yapay Zekâyâ Gösterilen Rağbetin Her Geçen Gün Artmasının Sebepleri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 12’ de sunulmuştur.

Tablo 12

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Günümüzde Yapay Zekâya Gösterilen Rağbetin Her Geçen Gün Artmasının Sebepleri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Verdiği Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
İnsan Kaynaklı Sebepler	Çağın gerekliliği olarak görme	+		+		+			+		+	+		+
	Alışkanlık haline getirme	+		+		+		+			+	+		
	Maruz kalma	+	+	+			+		+		+	+	+	+
	Rahat yaşama arzusu		+			+					+	+	+	
	En iyiye ulaşma çabası				+	+	+						+	
	Sağlık hizmetlerini geliştirme		+		+		+	+	+	+		+		+
	Bilimsel ve teknolojik gelişmeler	+		+	+		+		+	+		+	+	+
	Belirsizliklerle başa çıkmak		+		+					+				
	Tüketim toplumu olma			+		+		+				+		+
Yapay Zekâ Kaynaklı Sebepler	İş kolaylığı sağlama	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	
	Hassas ölçüm yeteneği		+		+	+		+			+	+	+	
	Küresel sorunların çözümü	+	+		+		+		+		+	+		+
	Küresel güç simgesi olma			+		+	+		+	+	+			+
	İstihdam sağlama			+					+			+		+
	Güçlü ve hassas veri analiz yeteneği			+		+		+		+		+	+	
	İş yükünü azaltma			+		+	+		+			+		+
	Zaman tasarrufu			+		+	+		+	+	+	+	+	+

Tablo 12 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın ikinci sorusuna vermiş oldukları cevaplar incelendiğinde “İnsan Kaynaklı Sebepler” temasını; çağın gerekliliği olarak görme, alışkanlık haline getirme, maruz kalma, rahat yaşama arzusu, en iyiye ulaşma çabası, sağlık hizmetlerini geliştirme, bilimsel ve teknolojik gelişmeler, belirsizliklerle başa çıkma ve tüketim toplumu olma kodları ile ifade etmişlerdir. Öte yandan aynı araştırma sorusuna ilişkin olarak öğretmenlerin “Yapay Zekâ Kaynaklı Sebepler” temasını; iş kolaylığı sağlama, hassas ölçüm yeteneği, küresel sorunların çözümü, küresel güç simgesi olması, istihdam sağlama, güçlü veri analiz yeteneği, iş yükünü azaltma ve zaman tasarrufu sağlama kodları ile ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin bu kodlarla ilgili görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Öğretmenler “alışkanlık haline getirme” kodu ile ilgili, “*İnsanlara yapay zekâ ile önce çeşitli kolaylıklar ve imkânlar sağlanıyor, fırsatlar sunuluyor. İnsanlar bunlara alıştırılıyor. Örneğin YouTube önce insanlara vakit geçirebileceği bir fırsat sunarken hemen ardından yeni hizmetinde reklamsız seçeneğini ekledi. Yani önce alışkanlık oluşturma sonra talep bekleme durumu burada söz konusudur.*” (Ö₁); “rahat yaşama arzusu” kodu ile ilgili, “*Eskiden her şeyin içinde teknoloji var derken şimdi her şeyin içinde yapay zekâ var diyoruz. İnsanlar hayatı rahat yaşamayı seviyorlar ve tercih ediyorlar.*” (Ö₂) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “çağın gerekliliği olarak görme” kodu ile ilgili, “*Teknolojideki gelişim bilimdeki gelişimi desteklemeye devam ettikçe insanoğlu yaşadığı çağa yön vermeyi başardı ve her çağın ihtiyacı farklılaştı. Bu çağ insanın merakıyla şekillenen yapay zekâ çağına dönüşmekle ödüllendirildi.*” (Ö₁₀) ifadelerini kullanmışlardır. Öğretmenler “sağlık hizmetlerini geliştirme” kodu ile ilgili, “*Elbette ki insan gücü ve zekâsı önemli ama bir şeyleri hızlandırmak, pratikliğini artırmak adına yapay zekâ insanın kaçış yoludur. Çünkü nüfus artıyor, hastalıklar da nüfusla beraber artıyor. Bu durumla en doğru şekilde mücadelenin yolu yapay zekâ teknolojilerine yönelmektir.*” (Ö₈) ifadesini kullanmışlardır.

Öğretmenler “iş kolaylığı sağlama” kodu ile ilgili, “*Öğretmenler ölçme-değerlendirme, sınıf yönetimi, materyal tasarımı vb. alanlarında aynı anda uzmanlaşamazlar. Ancak yapay zekâ birden çok alanda uzmanlaşabilir. Bu konuda özellikle eğitimciler iş kolaylığı sağlayacak ve eğitimcilerin öğrencileriyle daha verimli zaman geçirmelerine olanak tanıyacaktır.*” (Ö₁, Ö₂ ve Ö₃); “iş yükünü azaltma” kodu ile ilgili, “*Yapay zekâ ilk etapta basit işlerimizi düşünebildikçe bize yetmedi ve*

biz her işi bizim yerimize yapsın istedik. Bizim yerimize düşünsün, ölçsün, kessin, yazsın, hesaplasın vb. istedik. Sonuç olarak işlerimizi hafifleteceğini gördük.” (Ö₅ ve Ö₆) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “küresel sorunların çözümü” kodu ile ilgili, “*Küresel salgınlar ve sağlık sorunları, küresel ısınma ve akabinde çevre felaketleri eski yıllara göre gündemimizi daha fazla meşgul etmeye başladı. Yapay zekânın bu sorunlara çözüm üretmede bir çıkış noktası olduğunu düşünüyorum.*” (Ö₄ ve Ö₁₁) ifadesini kullanmışlardır. Öte yandan “küresel güç simgesi olma” kodu ile ilgili, “*Yapay zekâ kavramına bu kadar değer verilmesinin nedeni, ülkelerin içinde bulunduğu teknoloji yarışıdır. Ülkeler artık savaşlarını topla, tüfekte değil bilimle yapmaktadırlar. Burada bilim kavramı, günümüzde yapay zekâ olarak karşımıza çıkmaktadır.*” (Ö₈ ve Ö₉) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Teknolojileri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 13’ te sunulmuştur.

Tablo 13

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojileri Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Olumlu Yönler	Fırsat eşitliği sağlama	+		+		+		+	+	+				+
	Bireysel farklılıkları gözetme	+		+		+		+	+			+		
	Hayatı kolaylaştırma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	İnsan ile etkileşimli		+	+	+				+	+	+	+	+	
	Öğrenebilen teknolojiler		+			+		+			+		+	
	İlgi çekicilik		+			+		+		+	+		+	
	Multidisiplinerlik			+		+		+			+	+	+	
	Geleceğin mesleklerini belirleme	+		+		+				+		+		
Olumsuz Yönler	Bilişsel aktiviteyi yavaşlatma			+	+	+		+			+	+	+	+
	İnsanları yalnızlaştırma				+							+	+	+
	Kültürel yozlaşma	+	+		+	+			+		+	+	+	
	Duyguları değersizleştirme		+	+			+		+		+	+	+	+
	Gereksiz öneriler sunma				+	+			+	+	+	+	+	+
	Fiziksel aktiviteyi azaltma	+		+	+					+		+		
	İşsizlik tehdidi	+		+	+			+	+					
	Siber tehdit	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	

Tablo 13 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın üçüncü sorusuyla ilgili “olumlu yönler” temasını; fırsat eşitliği sağlama, bireysel farklılıkları gözetme, hayatı kolaylaştırma, güvenlik, insan ile etkileşimli, öğrenebilen teknolojiler, ilgi çekicilik, multidisiplinerlik, geleceğin mesleklerini belirleme şeklinde ifade ettikleri görülmektedir. Öğretmenler araştırmanın üçüncü sorusuna yönelik “olumsuz yönler” teması ile ilgili kodları; zihinsel aktiviteyi azalma, insanları yalnızlaştırma, endişe kültürel yozlaşma, duyguları değersizleştirme, gereksiz öneriler sunma, fiziksel aktiviteyi azaltma, işsizlik tehdidi şeklinde ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin bu kodlarla ilgili görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Öğretmenler “hayatı kolaylaştırma” kodu ile ilgili, *“Farklı cihazlar arasında oluşturulan bulut ağları sayesinde kullandığımız mobil cihazlara her yerde ve her zaman ulaşma imkânı buluruz. Yapılan her türlü değişiklikten anlık olarak haberdar olma fırsatı sunduğu için günlük hayatın birçok işini kolay kılar.”* (Ö₅ ve Ö₈); ve *“Çeşitli kazalarda vücut uzuvlarını kaybetmiş ve protez kullanan ya da herhangi bir sebepten dolayı özel eğitime veya ilgiye ihtiyaç duyan bireylerin hayatını kolaylaştırıp bu kişiler için çeşitli imkanlar oluşturmada etkili olacağını ümit ediyorum.”* (Ö₇ ve Ö₉); “öğrenebilen teknolojiler” kodu ile ilgili, *“Yapay zekâ, insan zihin yapısını taklit eden yani öğrenebilen teknolojilerdir. Bu sayede günlük işlerimizde yardımcı olur. Hatta bazı uygulamalarda az yürüdün, az koşun, yeterince su içtin, uyuma saatin yeterli, hava sıcaklığı düşecek vb. dönütler verir.”* (Ö₁₀) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “ilgi çekicilik” kodu ile ilgili, *“Yapay zekâ destekli teknolojileri çocuklarla günlük hayatta veya derslerde paylaştığımızda, kullandığımızda çok güzel etkileri olabiliyor. Mesela QuikkDroll oyunu var. Öğrenciler çok oynuyor. Alt yapısına bu sene yapay sinir ağı modeli de eklendiğinden derste bahsettik ve bu çocukların dikkatlerini çekti. Onlar sadece oyun oynuyor, çizim yapıyorlar, sistemde de biri çizdikleri şeyi tahmin ediyor. Ama bunun alt yapısında büyük bir proje, yapay zekâ desteğinin olduğunun farkında olmadan oynuyorlar.”* (Ö₂) açıklamasını yapmışlardır.

Öğretmenler “gereksiz öneriler sunma” kodu ile ilgili, *“Hayatımızı gereksiz yere işgal etmemelidir. Örneğin ben susayınca gidip suyum içmeyi biliyorsam, üşüdüğümde üzerime kalın bir kıyafet giyebiliyorsam, acıktığımda yemeğimi yapabiliyorsam vb. bir cihaz bana müdahale etmeye çalışmamalı ve beni kontrol etmemelidir. Bu müdahalelerini çeşitli bildirimlerle yapmaya çalışıp gereksiz bildirimlerle beni rahatsız etmemelidir.”* (Ö₉); “siber tehdit” kodu ile ilgili, *“Yapay zekâ*

çok geniş bir alandır ve bu yüzden dikkatli yaklaşmak gerekir. Bu teknolojiye bağılılık seviyemiz ve kişisel bilgilerimizin kimlerle ne seviyede paylaşıldığı konusunu etraflıca analiz etmeliyiz. Çünkü kullandığımız cihazların arka planında güvenlik yani siber tehditler ile ilgili durumların şeffaf biçimde bizlere yansımadağı görüşündeyim.” (Ö₆); “kültürel yozlaşma ile ilgili, “Yapay zekâ dar dönemde olmasından dolayı öğrendikleri insanların ona öğrettikleriyle sınırlı kalacaktır. Fakat burada sorun yapay zekâyâ kimin, neyi, nasıl ve ne kadar öğreteceğidir. Bazı insanlar etik ilkelere, toplumsal ve ahlaki kurallara aykırı olan ideolojilerini de yapay zekâyâ aktarabilmektedirler. Bu durumda biz kendi kültürümüzden uzaklaşırız. Kendi ürünlerimizi oluşturmak zorundayız ya da kullanırken birçok kuralı gözden geçirmeliyiz.” (Ö₅) ve “Yapay zekâ bence batının bireysel yaşam tarzına insanları özendiriyor. Çünkü teknolojiyle iç içe olan çocuklar çok fazla içe kapanıklar, insan ilişkilerini zayıf görüyorum. Hatta kültürel yozlaşma etkilerini de bunun bir sonucu olarak görmekteyiz.” (Ö₄) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “işsizlik tehdidi” kodu ile ilgili, “Son yıllarda birçok ele emeği isteyen istihdam alanının yok olma tehdidi yaşadığını ve işçilerin de aynı durumdan payını aldığını söyleyebiliriz. Bizim yerimize geçip bizi taklit etmesi ve bazen işlerimizi hızlandırmasının yanında dijitalleşmeyle beraber işlerimizi kaybetme olasılığımız da unutulmamalıdır. Bu toplumlar için işsizlik sorununu tırmandırabilir. Gerekli önlemler elbette alınacaktır diye ümit ediyorum.” (Ö₇); ifadesini ve “fiziksel aktiviteyi azaltma” kodu ile ilgili, “Teknoloji gelişti, her şey bir tıkla ayağımıza kadar gelmeye başladı. Aslında bu durum öncelikle bize cazip geldi. Ama şimdilerde insanların daha az konuştuğunu, daha az hareket ettiklerini söyleyebiliriz. Markete gidip istediğimizi almak yerine oturup mobil olarak bunu yapabiliyoruz. Ya da müze ziyaretlerini gerçekleştirebiliyoruz. Bu durumda fiziksel olarak hareket kapasitemiz azalmış oluyor.” (Ö₁) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Mesleki Görevlerini Yerine Getirirken Yapay Zekâdan Yardım Alma Ya Da Bu Görevleri Tamamen Yapay Zekâyâ Bırakma Konusundaki Görüşleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 14’ te sunulmuştur.

Tablo 14

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Mesleki Görevlerinizi Yerine Getirirken Yapay Zekâdan Yardım Alma Ya Da Bu Görevleri Tamamen Yapay Zekâya Bırakma Konusundaki Görüşleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Yardım Alınmalı	Mesleki görevleri destekleme	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Eğlenerek öğrenme imkânı sunma		+		+		+	+		+	+			+
	Dijital içerik zenginliği		+	+		+								
	Akademik başarıyı artırma	+			+		+	+	+		+		+	
	Nitelikli veri analizi				+		+			+	+		+	
	Araştırmacı kimliği kazandırma		+	+								+	+	
Yardım Alınmamalı	Öğretmenin yerini alamaması	+	+		+	+		+	+	+	+	+		+
	Dar yapay zekâ döneminde olması	+				+								
	Sınırlı duygu analizi yapması	+	+		+	+		+	+	+	+		+	+
	İletişiminin tekdüze olması	+	+			+	+	+	+	+	+	+		+
	Amacı dışında kullanıma açıklık			+	+						+	+	+	+

Tablo 14 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın dördüncü sorusuyla ilgili “Yardım Alınmalı” temasına ilişkin kodları; mesleki görevleri destekleme, araştırmacı kimliği kazandırma, eğlenerek öğrenme imkânı sunma, dijital içerik zenginliği, akademik başarıyı artırma, nitelikli veri analizi şeklinde ifade ettikleri görülmektedir. Öte yandan “Yardım Alınmamalı” teması ile ilgili kodları; öğretmenin yerini alamama, dar yapay zekâ döneminde olma, sınırlı duygu analizi yapabilme, iletişiminin tekdüze olması, amacı dışında kullanıma açıklık şeklinde ifade ettikleri görülmektedir.

Öğretmenlerin “dijital içerik zenginliği” kodu ile ilgili “*Bence bizim eğitim-öğretim sırasında öğrencilere sadece rehberlik etmemiz gerekir. Onlara nasıl öğrenebileceklerini, nereden nasıl faydalanmaları gerektiğine karar vermeliyiz. Çünkü herkesin yöntemi, algılama şekli, öğrenme sınırı ve süresi vb. birbirinden farklıdır. Bu olaya bilgi yüklemesi işi olarak bakarsak hiçbir yere varamayız. Bu anlamda kimsenin kimseye ihtiyacı kalmadı. Çünkü her şey dijital olarak ele alınabiliyor, öğrenilebiliyor. Sonuç olarak bu süreçte birçok içerik dijital olarak ve daha hızlıca erişime açılabilir. Her öğrenme ortamına uyarlanabilecek içerikler bulmak her zaman mantıklı değildir. Ayrıca fen bilimleri dersi materyal bakımından bence pahalı bir derstir. Bu bakımdan tercih edilmesi gereken dijital içeriklerin çeşitliliği öğrenmeyi olumlu yönde etkileyecektir.*” ifadesi göze çarpmaktadır (Ö₂).

Öğretmenler “mesleki görevleri destekleme” koduna ilişkin “*Yapay zekâ birçok alanda olduğu gibi öğretmenlik mesleğinin gereklilikleri konusunda öğretmenlere yardımcı olabilir. Bir öğretmen olarak mesleki görevlerimi tamamen yapay zekâyı bırakabileceğime inanmıyorum. Okuduğum argümanlar bakımından, birey olarak ve tecrübelerim doğrultusunda tamamen yapay zekâyı görev bırakma konusuna karşıyım. Çünkü öğrenme işini bir makine ya da bir ekran yapacaksa o zaman şuan en kurumsal ve büyük çevrimiçi kurslar en büyük çıktıyı alması gerekirdi. Alamadıkları ortada. İyi çıktılar alan gruplar da belli seviyedeki öğrencileri ya da verdikleri eğitimin hitap ettiği öğrenci grubuna odaklandıkları için ona göre ister istemez çıktıları elde etmiş oluyorlar. Mesleki görevlere destek olması, işlerimizi kolaylaştırması ve zaman kaybını önlemesi konusuna katılıyorum. Çok da isterdim.*” ifadesi göze çarpmaktadır (Ö₇) ve (Ö₈) ve “*Benim işimi yapmasını isterim ancak “angarya” diyebileceğimiz bazı işler vardır hani o tarz işleri yapmasını isterim. Yani bana bu noktada yardımcı olmasını isterim. Bu işler bizi gereksiz yere yorar ve asıl işlere çaba sarf edecek gücümüz kalmaz. Bu işleri yaptırmayı hatta tamamen*

bırakmayı isterim. Ama bana verimli, öğrencilerle etkileşimli geçirebileceğim bir zaman dilimi bırakmasını, onlara ayırdığım zamanı artıracak şekilde olmasını, onlara farklı şeyler aktaracağım zamanı arttıracak bir zaman bıraksın isterim. Angarya işleri yapsın ama benim işime karışmasın.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₂).

Öğretmenlerin “nitelikli veri analizi” kodu ile ilgili, “Yapay zekâ teknolojileri son yıllarda biriken çok çeşitli verileri en güncel yöntemlerle analiz etme becerisi kazanmıştır. Bir öğretmen olarak öğrencilerin çeşitli verilerini istediğim değişkenlere göre analiz etmek ve sonuçlarına göre aksiyon almak isterim. Fen bilimleri dersinin bilimsel süreç becerileri bakımından da değerlendirdiğim zaman örneğin ulaştığımız bir sonucun niteliğini de bu teknolojilerle sağlamak mümkündür. Öte yandan yine öğrencilerin bir kuruma kayıt yaptıracığı zaman klasik bilgilerine göre değil de bu kurumdaki sürecinin sonucunda kurumu neler beklediğine dair birçok analizin yapılmasını mümkün kılmaktadır.” ifadeleri göze çarpmaktadır (Ö₁₀).

Öğretmenler “araştırmacı kimliği kazandırma” kodu ile ilgili “Fen bilimleri dersinde çoğu zaman öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini kazandırmayı hedefliyoruz. Öğrencilerimizi yüreklendirmeye ve bilimsel araştırmalar konusunda bilim insanlarının nasıl davrandıklarını modellemeye çalışıyoruz. Bazen imkânsızlıklar öğrencileri umutsuzluğa itse de yapay zekâ gibi güncel teknolojilerle bu açık kapatılarak öğrencilerde bilim insanlarında olduğu gibi araştırmacı ruhu oluşturulabiliyor. Hatta bu durum sadece okulla sınırlı kalmayıp yaşam boyu onlarda bir kimlik kazanımına da dönüşebiliyor. Öğrenciler yeterince ilgi çeken bu teknolojilerle yüzleşince daha fazla şeyi merak ettikleri için güdülenmiş de oluyorlar.” ifadeleri göze çarpmaktadır (Ö₁₂).

Öğretmenler “öğretmenin yerine geçememe” kodu ile ilgili “Paper adında insansı bir robotu okula aldık, derslerde kullandık, çocukların çok ilgisini çekti. Daha sonrasına çocukları iki gruba ayırdık ve bir gruba paper insansı robotu bir dersti anlattı. Daha sonrasında küçük yaş grubu çocuklar kendi boyutlarında bir robot olduğu için ürktüler. Filmlerdeki gibi. Bir grup robotu hiç sevmeydi, dersti robot gibi yani ruhsuz, sevecen olmayan bir biçimde, insan sıcaklığının olmadığı, karşılıklı etkileşimin sınırlı olduğu, insani yönlerin eksik olduğu vb. şekilde ifadeler kullanırken diğer grup çok keyif aldığını, eğlendiğini, robotun anlatımının farklı olduğunu ifade ettiler. Bu durumu birçok kez deneyip bir karar vermek zorundayız.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₂). Aynı koda ilişkin bir başka öğretmen ise “Yapay zekânın

tamamen yerimizi alacağına inanmıyorum. 50 yıl öncesinde Mercedes fabrikası yılda 10 bin araç ürettiyorsa şuanda yılda 100 bin araç üretiyor ve ek olarak işçi sayısının da azaldığını biliyoruz. Yani robotik sistemlerle beraber insanların yapacakları işleri robotlar yapıyor. Bu bakımdan değerlendirdiğimde öğretmenlerin de yerini robotlar alabilir. Ancak yine de robotların öğrencilerle duygusal bağlar kuramayacağını robotların duygularının olmadığını da belirtmek isterim. Yapay zekâya duygular öğretilirse belki de yerimizi alabilirler.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₄).

Öğretmenler “sınırlı duygu analizi yapma” kodu ile ilgili “Yapay zekâ dediğimiz şey verilecek cevaplara göre başka bir şeyi yapmayı veya söylemeyi anlatan bir komut satırıdır. Yani sizin yaşınız belirli bir yaştan küçükse size ona göre cevap, küçükse de ona göre cevap vermesi gerekir. A hastalığınız varsa X tedavisi, B hastalığınız varsa Y tedavisi ile ilgili şeyler söylesin vb. Yalnızca şartlı dallanmalardan ibaret bir teknolojiden bahsediyoruz. Burada duygusallıktan kasıt, biz duyguları hissederiz ama yapay zekâ için duygular tamamen sayılardan ibarettir. Örneğin bizim kızgın olduğumuzda hissettiğimiz şey ile yapay zekânın bizim kızgın olduğumuzu anlaması farklı şeylerdir. Yüzümüzdeki kasların kasılma durumuna göre görüntü işleme-algılamayla yapay zekâ bizim kızgın ya da üzgün olduğumuzu anlayamıyor. Ama bu onun için bir numaradır. Yani bir şey hissedemez ama bizim duygu durumumuza karar verebilir. Bunu da öğrendikleri dâhilinde yapabilir. Biz öğretmenler öğrencilerle sadece akademik anlamda bağ kurmayız. Yazdığımız yazıların kelime bütünlüğü bakımından analiz ederek nereye gittiğimizi, ne demek istediğimizi anlayabilir. Ama mutlu olma duygumuzu tadamaz. Mutluluğun, üzülmene ne demek olduğunu bilemez. Duyguların tarifini yalnızca biz yaparız. Çünkü ben bana siz de size göre mutluluk tanımı yaparsınız Size göre mutluluk şeker yemek ise bana göre bu mutluluk olmayabilir. Buradaki eşik şudur; biz hissederiz ama onlar yorumlar. Yani mutlu ya da mutsuz olarak çıkarım yapabilir. Tek fark budur.” (Ö₇) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “İletişimin tekdüze olması” kodu ile ilgili “Önümüzdeki yıllarda yapay zekâ ne kadar ilerlerse ilerlesin yapılan çalışmalar yapay zekânın dar boyutta yani sadece bizim öğrettiklerimizi öğrenebileceğini öne sürmektedir. Basit işlerde yapay zekâ doğrudan soru-cevap olarak ilerleyebilir. Artık sanal asistanlar kullanılıyor. Bir ürünle ilgili bilgiler istediğimizde ya da bankalarda kullanıyoruz. Bunlar basit sorulara basit cevapların verilmesini içermektedir. Öğrenciyle karşılıklı iletişim

kurduğumuzda öğretme sorumluluğu edindiğimiz zaman söylediğimiz her şeye dikkat etmemiz gerekir. Yani sadece fatura ya da fiyat gibi kelimeler yeterli olmayabilir. Bu durumda da ezberci sistemde bu iş başarıya ulaşır. Yani alt düzey anlama becerilerinin gelişmesinde işe yarar. Üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılmasında işe yaramayacağına inanıyorum.” (Ö₁₀) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Teknolojileri İle İlgili Endişeleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 15’ te sunulmuştur.



Tablo 15

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojileri İle İlgili Endişeleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Endişe Duyulan Durumlar	Özel hayatın gizliliği	+		+		+		+	+		+		+	+
	Kişisel veri güvenliği	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Etik ilkeler	+				+	+		+	+		+	+	
	Güvensizlik	+							+					+
	Önyargı barındırma		+		+		+	+			+	+		
	İnsanı kontrol altında tutma		+		+		+		+	+	+	+		+
	Kaçınılmaz bir sürece dönüşme		+				+		+				+	+
	Evrimsel-zihinsel gelişimi yavaşlatma			+				+		+			+	
	Duygu yoksunluğu			+		+	+			+		+	+	+
	Kültürel asimilasyon		+	+	+	+			+	+		+	+	+
	Kötü amaçlı kullanıma açık olma		+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
	Bilinçlendirme çalışmalarında yetersizlik		+	+	+	+	+		+	+		+		+
	Yasal sınırlarının belirlenmemesi		+	+	+	+	+	+	+			+		+
	Milli üretim eksikliği		+	+	+	+			+	+		+	+	

Tablo 15 incelendiğinde katılımcıların araştırmanın beşinci sorusuyla ilgili “Endişe Duyulan Durumlar” temasını; özel hayatın gizliliği, kişisel veri güvenliği, etik ilkeler, güvensizlik, önyargı barındırma, insanı kontrol altında tutma, kaçınılmaz bir sürece dönüşme, evrimsel-zihinsel gelişimi yavaşlatma, duygu yoksunluğu, kültürel asimilasyon, kötü amaçlı kullanıma açık olma, bilinçlendirme çalışmalarında yetersizlik, yasal sınırlarının belirlenmemesi, milli üretim eksikliği kodlarıyla ifade etmişlerdir.

Öğretmenler “kişisel veri güvenliği” kodunu *“Bilgilerin toplanacağı bulut ele geçirilirse sakıncalı olabilir. Yapay zekâ aşırı üst seviyelere çıktı ve davranışlarımızı, inançlarımızı etkilemeye başladıysa biz bunu değerlendiremeyecek durumdaysak sorun çıkabilir. Bilgi güvenliği konusunda sorunlar çıkabilir. Öğretmenlere veya yöneticilere güvenin az olduğu zamanlarda ya da kurumlarda veliler tedirgin olabilir. Dijital kimlik e-okul bakımından birikmelidir. Bütün bilgilerimizin bulutlarda biriktirilmesi, öğrenilenlerin tamamının bir yer de olması ve o yere her zaman her ortamda ulaşım sağlanması çok daha verimli olacaktır. Ayrıca güvenlik konusunda mesela Google bir bildirim maile birini de ekrana yansıtıyor. Veya kornea taramaları yapılabilir. Yapay zekâ gibi bir teknoloji bireyin özgüvenini artıracığına inanıyorum, kullanılmasını destekliyorum.”* şeklinde ifade etmişlerdir (Ö₁).

Öğretmenler “önyargıları barındırma” kodunu *“Yapay zekâ alanında özellikle de bizi ilgilendiren eğitim anlamında yapay zekâyı öğretim yapılırken bizim yıllardır oluşturduğumuz dokümanlar kullanılıyor. Mesela Facebook yapay zekâ ile ilgili bir çalışma yapıyorsa binlerce yıl önce üretilmiş dokümanlar dâhil her şeyi kullanıyoruz. Bu konuda derslerimde şuna değinirim: yapay zekânın da önyargıları var. Çünkü bizim öğrettiğimiz dokümanlardan öğreniyorlar. Örneğin cinsiyet, ırk gibi ayrımları yaptığını görüyoruz. Çeviri programlarında yemek yapma vb. işleri kadınlara atfediyor. Bu yüzden bilim gibi çok net sınırları olan bir alanda yapay zekâ bence başarılı olacak ama yorumlama kısmında evet sorunlar çıkabilir. Biraz daha bu alanda çalışmalar yapılmalıdır.”* şeklinde ifade etmişlerdir (Ö₂).

Öğretmenler “kültürel asimilasyon” kodu ile ilgili olarak *“Mesela spor yapmadığımızda bildirim gelebiliyor, Spor yap, su iç vb. Ama ramazan bayramında ya da kurban bayramında yapılacaklar listesi mi verecek? Otomatik olarak*

sevdiklerimize mesaj mı atacak? İyi o zaman sabah erken kalkmayalım, mesajları biz yazmayalım, hatta büyüklerin yanına gitmeyelim. Bizim dini ya da milli geleneklerimiz kaybolacak gibi geliyor. 23 Nisan' da bayrağı göndere otomatik olarak mı çekecekler? Sonunda ne olacak? Milli görüş zedelenecek. Birçok değer bakımından zaten bence insanlar yapaylaşmış durumdayken bence yapay zekâ ile daha fazla yapaylığa neden olacaktır. Duygular yapayken yeni teknolojilerden medet ummak çölde su aramak gibidir. Teknoloji karşısında insan boyun eğmemelidir. Eğitim ciddi bir durumken insanı insan yapan temel değerlere teknolojinin çok da katılmasını ben mantıklı bulmuyorum. Gelenek ve göreneklerimize, dini ve milli duygularımıza vurulacak her türlü darbe ileride teknolojiden gelebilir.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₄).

Öğretmenler “etik ilkeler” kodu ile ilgili “Evet, etik konularında çekindiğim noktalar var. Büyük veri kümelerini analiz ederken etik kuralları gözetmek gerçekten çok zordur. Yani şimdi bizim etik olarak gördüklerimizi de biraz daha iyi tanımlamamız gerekiyor. Yani ben mesela öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ölçmek ve bazı sonuçlar ortaya koymak istiyorum. Ama acaba öğrenciler bunun ortaya çıkarılmasını isteyecekler mi? Bu tür sorunlar da var. Ya da biz öğretmenlere göre doğru olan şeyler velilere göre de doğru sayılmayabilir. Bu durumda yapay zekâyı eğiten kesim bu ilkeleri nelere göre düzenlemelidirler? Ülkemizde bile çok farklı kesimden insanlar var. Bu insanlara göre de çeşitli etik kurallar farklılık gösteriyorken hatta yaşadığımız döneme göre etik ilkeler değişebiliyorsa bu konuya ayrıca bir başlık açmamızın önemi büyüktür.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₁₁).

Öğretmenler “kötü amaçlı kullanıma açık olma” kodu ile ilgili “Ben herhangi bir yeni teknolojinin zararlı ya da yararlı olduğunu söyleyemem. Bunu doğru bulmuyorum. Bence yapay zekâ iyi hoş ama kendimize öncelikle “Bunu hangi alanda kullanalım?” ve “Kimler bunu kullanmalı?” sorularını sormamız gerekiyor. Ateş yararlıdır ama onunla insanlığı yakabiliriz ya da yemeğimizi pişirebiliriz. Bir kişi hakkından birçok şeyi bilmek mesela adres, aile bilgileri, sağlık verileri vb. o öğrenci hakkında bilgisayarların çok şeyi bilmesi çocuğun sağlığını kurtarabilir ancak buna karşın sistemde oluşabilecek bir aksamayla açıkla da bütün sağlık geçmişinin kötü amaçlarda kullanılabileceğini görebiliriz. Kötü işler yapmaya niyetli kişiler bu bilgileri kötü işlerde kullanabilirler. Buradaki temel noktalara dikkat etmek gerekir. Yapılan her yenilik bir noktada insanlığın gelişimine zaten hizmet ediyordur. Biz bunu ne şekilde kullandığımıza özen göstermeliyiz.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₁₂).

Öte yandan “yasal sınırlarının belirlenmemesi” kodu ile ilgili “Yapay zekâ teknolojileri artık küresel gücün simgesi haline gelmiştir. Bu bakımdan ülkeler yarış halindedirler. İnsanlığın yararı için çıkılan bu yarışın çok da samimi olduğuna inanmıyorum. Bu yüzden yasal sınırlarının çizilmesi konusunda hem ulusal hem de uluslararası sınırlar belirlemek zorundayız. Çeşitli ülkelerde bazı azınlık gruplarla ya da kadınlarla ilgili yapılan çeşitli ayrımcı yaklaşımları oldukça itici bulmaktayız. Bu gibi öğretimleri yapay zekâyâ bizle kazandırıyoruz. Ancak bu durum sınırlandırılırsa, kontrol edilirse biz bu teknolojiye güvenebiliriz.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₅).

Öğretmenler “bilinçlendirme çalışmalarında yetersizlik” kodu ile ilgili “Biz teknolojiyi iyi anlamda kullandığımızdan daha fazla kötü anlamda kullanır olduk. Kötü anlamda çünkü özentiler, yanlış davranış geliştirme vb. sebep oluyor. Çocuklar her zaman ders çalışmamalıdır. Her zaman teknoloji olmamalıdır. İnsanlar robotlaştırılmazlar. O bakımdan sınırlandırılmalıdır. Teknolojinin de güvenilir ellerde olduğuna inanmak istiyorum. Bu bakımdan uzmanlar tarafından medya okuryazarlığı dersleri eğitimleri verilmelidir. Öğretmenler de bu konuda eğitim almalıdır. Robotların bu kadar şeyi bilmesi yönetebilecek olması bence endişe vericidir. Bazı oyunlarda çocukların intihar ettiğini de gördük.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₈).

Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanılabilirliğini etkileyen durumlar nelerdir?” şeklinde olup bu bölümde ilgili alt problemlerle ilgili yarı yapılandırılmış mülakattan elde edilen öğretmen görüşleri tema ve kodlar şeklinde verilmiştir. Öğretmenlerin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Uygulanabilirliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 16’ da sunulmuştur.

Tablo 16

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Uygulanabilirliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Uygulama Öncesi	Pilot çalışmaların yapılması	+	+		+				+		+	+		+
	Veli eğitimi			+				+		+				+
	Öğretmen eğitimi	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Öğretim programının güncellenmesi	+	+		+	+	+							+
	Öğrenci eğitimi		+	+	+	+	+			+		+		+
	Teknik alt yapı desteği	+		+	+	+	+	+		+	+		+	+
	Okulun/sınıfın fiziksel dönüşümü		+					+	+	+		+		+
	Ekonomik destek	+			+		+	+	+	+	+	+	+	+
Uygulama Alanları	Uygun materyal tasarımı	+	+	+			+	+	+					+
	Ölçme ve değerlendirme	+	+		+	+		+	+		+	+	+	+
	Mesleki rehberlik		+		+			+				+	+	
	Kişisel rehberlik			+				+	+			+		
	Akademik başarı kestirimi		+		+	+		+	+			+	+	+
	Mesleki başarı kestirimi				+			+	+				+	
	Özel eğitim		+			+		+			+	+	+	
	Laboratuvar güvenliği	+		+		+		+		+		+	+	+
Uygulamaların Sonuçları	İletişim becerisini azaltma	+			+		+	+			+			+
	Önyargılara sebep olma	+	+											+
	Amacı dışında kullanım		+		+			+	+	+	+	+		
	Verimli öğrenme ortamı sağlama							+	+			+	+	
	Öğretmenlerin mesleki doyumu	+			+	+		+				+		
	Kalıcı ve anlamlı öğrenme		+			+		+		+			+	+

Tablo 16 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın altıncı sorusuyla ilgili “Uygulama Öncesi” temasını; pilot çalışmaların yapılması, veli eğitimi, öğretmen eğitimi, öğretim programının güncellenmesi, öğrenci eğitimi, teknik alt yapı desteği, okulun/sınıfın fiziksel dönüşümü, ekonomik destek, uygun materyal tasarımı kodları ile ifade ettikleri görülmektedir. Araştırmanın dördüncü sorusuna ait “Uygulama Alanları” temasının ise; ölçme ve değerlendirme, mesleki rehberlik, kişisel rehberlik, akademik başarı kestirimi, mesleki başarı kestirimi, özel eğitimi, laboratuvar güvenliği kodları ile ifade ettikleri görülmektedir. Aynı soruya ait “Uygulamaların Sonuçları” temasını; verimli öğrenme ortamı sağlama, öğretmenlerin mesleki doyumu, kalıcı ve anlamlı öğrenme, zayıf iletişim becerisi, önyargılara sebep olma, amacı dışında kullanım kodlarıyla ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin bu kodlarla ilgili görüşleri aşağıda sunulmuştur.

Öğretmenler “öğretim programının güncellenmesi” kodu ile ilgili, *“Bu konuda yapay zekâ ile ilgili öğrencilere verilmesi gereken eğitimlerin anaokulu kademesinde başlatılması ve her kademedeki sürekliliğinin sağlanması gerekiyor. Bu sistemi uygularken de her kademenin algısına uygun bir şekilde öğretim programları ile çerçevesinin çizilmesi gerekir. Bu konuda büyük pay öğretim programına düşmektedir.”* (Ö₁); “öğretmen eğitimi” kodu ile ilgili, *“Eğitimde yapay zekânın uygulanabilirliğinden anladığım aslında öğrencilere bu işi nasıl anlatabildiğim anlamına geliyor. Eğitimde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımına başlamak kolay olmayacaktır. Öğretmenlerin çeşitli eğitimleri alması önem arz etmektedir. Öğretmenlerin belirli bir yaşta olduklarını düşündüğümüzde birçoğunun dijital göçmen olduğunu söyleyebiliriz. Mühendislik ya da yazılım eğitimleri de yoksa sürekli sorun yaşayacakları sonucunu da çıkarabiliriz.”* (Ö₈); ve “teknik alt yapı desteği” kodu ile ilgili, *“Gereken tüm teknik altyapının sağlanması gerekiyor. Merkezi bölgelerde yapay zekânın sınıflara kadar girmesi ama kırsal bölgelerde bunun sağlanmaması, kırsal bölgelerin bu konuda kaderine terk edilmesi kabul edilemez. Genelde kırsal bölgelerde teknik eksiklikleri öğretmenler kendi imkânlarıncaya çözmeye çalışıyorlar. Durum böyle olursa insanlar maruz kaldıkları durumda mağdur olabilirler.”* (Ö₃) ve (Ö₆) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “özel eğitim” kodu ile ilgili, *“Fen bilimleri disiplini açısından ele alacak olursak özel eğitime ihtiyaç duyan kaynaştırma öğrencilerinin çok farklı boyutlarda ele alınmasına yardımcı olacaktır. Genelde çerçeve planlar hazırlayıp*

değerlendirmeler yapılıyor. Bu içeriklerin öğrencileri duyuşsal, bilişsel, davranışsal vb. olarak çok farklı boyutlarda ele alması amacıyla yapay zekânın eğitimde uygulama alanı bulması gerekir.” (Ö₆); “akademik başarı kestirimi” kodu ile ilgili, “Yapay zekâ teknolojileri eğitimde öğrenci başarısının tahmin edilmesinde kullanıldığında öğrencilerin daha hatasız, nitelikli, esnek biçimde ve öğrencilerin tüm yönlerini dikkate alacak şekilde bütüncül olarak değerlendirilmesini sağlayabilir. Ayrıca öğrenci başarısının gerçeğe çok yakın bir doğruluk payıyla tahmin edilmesini sağlayarak zaman kaybını önler. Bu durumda öğrenci ve ailelerin alacakları hatalı kararların da önüne geçilmiş olur.” (Ö₅) ve “ölçme-değerlendirme” kodu ile ilgili, “, “Bence en çok değerlendirme basamağında yapay zekâ kullanılmalıdır. Yapay zekâ değerlendirme sürecindeki tüm o yanlışlığı, sistematik hatayı bertaraf edecektir. Çünkü öğretmenler değerlendirme yaparken bazı öğrencilere çeşitli bakış açılarıyla yaklaşarak sonuçlara müdahale edebiliyor. Ya da sınav kâğıtlarını okurken öğrencilerin özel durumlarını da işin içine katarak öğrencilere anlayışlı olma adına bazı noktalar görmezden gelinebiliyor.” (Ö₁₄) ifadelerini kullanmışlardır.

Ayrıca öğretmenler “mesleki rehberlik” kodunu, “Yapay zekâ, öğrencilerle ilgili çeşitli verilerin ve çalışmaların bir havuzda toplandığı nitelikli veri kümelerine ulaşmamızı da sağlayabilir. Çocukların gelecekteki mesleki başarılarının tahmin edilmesi sağlanabilir. Bu sayede kuşlara yüzmeyi öğretmeye çalışmamız olabiliriz. Mesleki yönlendirmede kullanılmalıdır. Burada mesleki rehberlik süreçlerini destekleyeceğini söyleyebiliriz.” (Ö₄) ve “laboratuvar güvenliği” kodunu, “Laboratuvar ortamında güvenlik sistemleri bakımından yapay zekâ teknolojileri çok önemlidir. Laboratuvarlardaki kazalar ciddi boyutlara ulaşabiliyor. Tehlikeli olabilecek deneylerin ya da lüzumsuz yere malzemelerin israf olabileceği çalışmalarda simülasyonlara yer verilebilir.” (Ö₅) şeklinde ifade etmişlerdir.

Öğretmenler “iletişim becerisini azaltma” kodu ile ilgili, “Toplum olarak kendimizi ifade ederken sarılmayı, karşılıklı etkileşime girmeyi, tokalaşmayı vb. seven insanlar olduğumuz için genel olarak sınıfta da öğrencilerimizle bu bağı devam ettiriyoruz. Sarılıyoruz, sevgi gösterisinde bulunuyoruz, tahtaya kaldırıyoruz, gerekirse duruşumuzla ve yürüyüşümüzle onlara rol model oluyoruz. Bu bakımdan karşılıklı etkileşimi ve iletişimimizi olumsuz yönde etkileyeceğine eminim. Ayrıca yapay zeka ile öğrenciler empati, saygı, sevgi vb. duygulardan mahrum kalacaktır.” (Ö₁); “kalıcı ve anlamlı öğrenme” kodu ile ilgili, “Bir piramit düşünürsek bence

piramitin en altında yazılım bilgisi ve tepeye doğru gittikçe donanım bilgisi yer alır. Bu piramit teknolojik gelişmişlik,-yatkınlık-imbânları barındırmaktadır. Bu durumda tepeye doğru gittiğimizde elimizdeki imkânları ne kadar kullandığımız ve onlara ne kadar hâkim olduğumuz gerçeğiyle yüzleşiriz. Eğitimde yapay zekâ teknolojileri elbet olacaktır ama dediğim gibi en alttan en üste doğru bizim bu bilgileri ne kadar kontrol edebileceğimiz önemlidir. Eğer öğretmenler ya da öğrenciler yapay zekâ teknolojilerine ne kadar maruz kalırlarsa o kadar aktif olurlar ve işte eğitimde istendik davranış değişikliği sağlanmış olur.” (Ö₁₃) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Gerekliliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 17’ de sunulmuştur.

Tablo 17

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Eğitimde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Gerekliliği Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Gerekli Görülme Nedenleri	Öğrencileri güdülemek	+				+	+		+	+			+	+
	Ders konsantrasyonunu artırmak	+								+			+	
	İsabetli kararlar almak	+		+	+			+	+	+		+	+	
	Yarının teknolojisine hazırlanmak		+	+		+		+		+	+		+	+
	Yaşam becerilerini kazandırmak	+	+	+		+	+			+	+		+	+
	Teknoloji çağına ayak uydurmak		+	+		+	+			+	+		+	+
	Üretkenliği desteklemek	+	+	+		+	+			+	+	+	+	+
	Öğrenmede merakı tetiklemek	+	+			+	+			+		+	+	+
	Sınav odaklı sisteminden uzaklaşmak			+								+		
	Veri güvenliğini sağlamak				+							+		+
	Öğretim ortamını zenginleştirmek	+				+	+		+	+		+	+	+
	Öğretmenin iş yükünü azaltmak			+			+	+	+					+
	Doğru bilgiye erişimi kolaylaştırmak						+					+	+	+
	Eğitimde fırsat eşitliği	+		+			+				+	+	+	+
	Eğitimde dijitalleşme						+	+	+					+
	Kalıcı öğrenmeyi desteklemek	+				+	+	+		+		+	+	+
	Bireysel özellikleri gözetmek	+		+			+			+		+	+	

Tablo 17 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın yedinci sorusuyla ilgili “Gerekli Görülme Nedenleri” temasını; öğrencileri güdülemek, öğrencilerin ilgisi çekmek, yarının teknolojisine hazırlık, yaşam becerilerinin öğretimi, teknoloji çağına ayak uydurmak, üretkenliği desteklemek, öğrenmede merakı tetikleme, sınav odaklı eğitim sisteminden uzaklaşmak, veri güvenliği, zengin öğrenme ortamı, öğretmenin iş yükünü azaltmak, doğru bilgiye erişimi kolaylaştırmak, eğitimde fırsat eşitliği ve dijitalleşme, kalıcı öğrenme ve bireysel özellikleri gözetmek kodları ile ifade etmişlerdir.

Öğretmenler “isabetli kararlar almak” kodu ile ilgili olarak “*Yapay zekâ, eğitim-öğretim faaliyetleri sırasında karar alma sürecinin güvenilirliğini, şeffaflığını sağlamak amacıyla insanın duygularından arınık bir şekilde yani ölçme hatalarını en aza indirmek suretiyle gerekli buluyorum. Öğrenciler ya da eğitim kurumları ile ilgili gerçeğe daha yakın, nitelikli, verimli, isabetli kararların verilmesi eğitim-öğretimin omurgası niteliğindedir. Bu bakımdan yapay zekâyı gerekli buluyorum.*” (Ö₃) şeklinde görüş belirtirken “sınav odaklı sistemden uzaklaşmak” kodu ile ilgili olarak “*Eğitimde sınavlara, notlara çok bağlı kalınmasından yana değilim. Bir insanın bilgisi, becerisi notlarla yani sayı çizelgesine sığdırılmaz. Bugün çözemediği soruyu öğrenciler yarın çözebilirler. Bu çözemediğinin üzerine gitmesi, araştırmalar yapması önemli olan şeydir. Hayatta problemler çıkar ve erteleriz yarın daha iyi bir çözüm sunarız. Eğitim öğretimin bireyi geliştirmesinden yanayım. Bizim eğitim sistemimizin artık güncellenmesi gerekiyor. Liseyi bitirenler iki yumurtayı kırıp şuraya koyamıyorsa bu nasıl bir eğitim sistemidir? Bu zayıf bir noktadır. Yani çocuklar Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi sınavından sıfır alıca dinsiz, Fen Bilimleri dersinden 90 alınca da bilim insanı olmaz.*” (Ö₁₁) ifadesini kullanmıştır. Öte yandan “öğretim ortamını zenginleştirmek” kodu ile ilgili olarak “*Ben eğitimin tüm alanlarıyla ilgili “şu şey kesinlikle gereklidir vb.” diyemem. Bunu diyene de zaten inanamayız. Çünkü öyle bir dönemde değiliz. Hemen hemen her teknolojik buluşun aşağı yukarı alternatifi çıktı. Lakin buradaki asıl soruya bakmak lazım, biz verdiğimiz eğitim ve oluşturmuş olduğumuz eğitim ortamı, bilginin kalıcılığını ne kadar renklendirmiştir? Buna bakmalıyız, yani materyalimizi ne kadar çeşitlendirmek, ona ne katmak istediğimize onu nerede kullanmak istediğimize karar vermemiz gerekiyor. Uygulayacağımız sınavları nasıl çeşitlendirmek istiyoruz ve sınav sonuçlarından alacağımız dönütleri nasıl kullanmak istiyoruz? İşte bu sorulara yanıtlar aramalıyız. Bir eğitimci olarak bunlarla alakalı derdimiz varsa ve*

ben tek düze bir eğitim-öğretim yapmak istemiyorum diyorsak eğitimde yapay zekâyı gerekli görüyoruz demektir. Bu bakımdan eğitimde yapay zekâyı çocuklara aşılacak istiyorum, öğrencilerim hakkında bir de hazır verilerle gerçek değerlendirmelerin yapılmasını istiyorum diyorsak tabi ki eğitimde yapay zekâ gereklidir. Çünkü artık eskide değiliz. Dünya da bakış açıları da mesleklerin dinamikleri de değişiyor. Hatta artık kar tatilleri bile olmayacak gibi geliyor. Kar tatili uygun görüldüğünde herkes zaten evinde olur ve evden bağlantı sağlanabilir. Bu tarz yani öğretmenin derdi varsa eğitim süreci içerisinde yapay zekâ da kullanılabilir.” (Ö₁₄) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “yarının teknolojisine hazırlanmak” koduna ilişkin “İlerleyen zaman diliminde birçok araç-gerecin ve teknolojinin yapay zekâyla donatıldığını düşünürsek, eğitimin en büyük gerekliliğinin yapay zekâ olacağını söylemek mümkündür. Eğitim, toplumun vazgeçilmez unsuru olduğu için yapay zekâyı eğitimden ayrı düşünmemiz mümkün olmayacaktır. Eğitimde kullanmasak bile eğitim hayatın aslında kendisi olduğu için eğitim hayatından sonra meslek hayatında bir şeyler üretecek olan gençler ister istemez yapay zekâyla uğraşmak durumunda kalacaklar. Bu yüzden eğitimde ister istemez yapay zekânın kullanılacağını düşünüyorum. Zaten şuanda belirli miktarlarda kullanılıyor ve ilerleyen zamanlarda da yoğunluğunun artması kaçınılmaz olacaktır. Çağa da ayak uydurmak amacıyla kullanılacağını vurgulamak gerekir. Geleceğin meslekleri değişmeye devam ederken çocukları hayata hazırlıyoruz. Okullar bu misyonu kazanmalıdır. Bu yüzden okuldaki eğitimlerin de bu mesleklerin alt yapısını oluşturabilecek biçimde güncellenmesi gerekiyor. Geleceğin mesleklerinin disiplinlerinin kazandırılması bakımından yapay zekânın gerekli olduğunu düşünüyorum. Ek olarak ilerleyen zamanlarda zaten çok da dışarı çıkabileceğimize ve hatta bazı canlı türlerinin var olacağına inanmıyorum. Bu canlı türlerinin ve gidemeyeceğimiz ortamların sınıf ortamına taşınması konusunda da yine yapay zekâ alanından yardım alacağımızı düşünüyorum. Bu sayede sınıf ortamları zenginleştirilebilir. Dinozorlardan örnek verecek olursak bu canlıları sınıfta göstermeye çalışıyoruz ama işin iç boyutuna girme, tamamen dinozor ortamlarını sınıfa taşıma ve sınıf ortamlarının farklı duylara hitap edebilecek şekilde donatılması bakımından yapay zekâ olmalıdır.” (Ö₅) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “yaşam becerilerini kazandırmak” kodu ile ilgili, “Çocuklar ilerde hangi mesleğe sahip olurlarsa olsunlar teknolojiye dokunacaklar. Doktor da olsa mühendis de olsa, başka bir meslek de yapsa fark etmiyor, teknolojiyle daha fazla iç

içe bir yapıda olacaklar. Mesela ben özel okuldayım ve muhtemelen babasının işlerini devam ettirecek çocuklara hitap ediyorum. Ama çocuklar şunu bilmelidirler ki, babalarının işlerinin başına geçtikleri zaman bu alanda yapay zekâyı işe nasıl dâhil edeceklerine dair bakış açısına sahip olmak zorunda kalacaklar. Bu nedenle bu yaş seviyesindeki çocuklara anlatırsak, küçük de olsa etkinlik, proje yaparsak bizim gibi zorlanmayacaklar. Biz şimdi biraz sağdan soldan alarak veya tırmalayarak yürümeye çalıştık. Ama bu nesil bence farklı bir dünyaya açılacaklar. Çocukların yaşadıkları çağın gerekliliklerine göre çeşitli yaşam becerilerini kazandırma bakımından da yapay zekâ farkındalığını katmak zorundayız. Dünyada yapay zekâyı çok ciddi yatırımlar yapılıyor. Bu teknoloji yarışında geri kalmamak adına da bizim okullarda yapay zekâyı gereken desteği vermemiz gerekiyor. Çünkü yapay zekâ artık sağlık, eğitim, lojistik, mimari, mühendislik vb. her alanda kendini gösteriyor.” (Ö₁) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “eğitimde dijitalleşme” kodu ile ilgili “Yapay zekâ teknolojileri eğitim-öğretim faaliyetlerinde müthiş kolaylıklar sağlar. Örneğin eskiden Microsoft Excel sayfası açıp bazı formülleri kullanarak öğrencilerin not işlemlerini tamamlarken şimdi ise sadece notları e-okul sistemine girmemiz yeterli oluyor. Ya da birçok evrakın oluşturulma ve dağıtımında, öğrencilerle yazılı kaynakların paylaşılmasında hem hızlı hem de dijital olarak süreci devam ettirebiliyoruz.” ifadesini kullanmıştır (Ö₆). Aynı kodla ilgili “Örneğin bir sınıfta tersyüz öğrenme metodunu uyguladık ve öğrenciler önce konuyu istediği tekniği kullanarak kendileri öğrendiler ve öğretmene gönderdiler. Yani öğretmen verileri topladı, pekâlâ 30 kişinin değerlendirmesini bir öğretmen nasıl yapabilir? Ne kadar verimli yapabilir? Bu noktada yapay zekâ devreye girebilir ve öğrenci verilerini değerlendirebilen, yani gezegenlerin sırasını mı şeklini mi vb. karıştırıyor olduklarını, öğrenme çıktılarının analiz edilmesinde daha dijital bir şekilde hareket edebilirler.” (Ö₈) ifadesini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Teknolojilerini, Fen Bilimleri Derslerinizde Tercih Etme Ya Da Etmeme Sebepleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 18’ de sunulmuştur.

Tablo 18

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojilerini, Fen Bilimleri Derslerinizde Tercih Etme Ya Da Etmeme Sebepleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Tercih Edilme Nedenleri	Süreç odaklı değerlendirme	+			+			+	+		+	+		
	Öğrenen kaygısını yönetme	+	+		+	+	+			+	+	+		+
	İşbirlikli öğretim imkânı	+			+		+					+		+
	Öğrencileri daha iyi tanıma	+				+	+	+	+	+	+	+		+
	Materyal açığını kapatma	+			+	+	+			+	+	+	+	+
	Anlık dönüt oluşturma		+				+			+		+	+	
	Etkin zaman yönetimi			+		+	+					+	+	+
	Ölçme hatalarının önüne geçme				+	+		+	+		+	+		
	Öğretimi planlama				+		+			+	+	+		+
Sınırlılıklar	Öğretmenin teknolojik yeterliliği	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
	Teknik aksaklıklar		+		+	+	+	+		+			+	+
	Öğrenci hazırbulunuşluğu	+	+		+					+			+	+
	Sınıf mevcudu	+	+	+	+	+	+	+		+			+	+
	Öğrenme ortamının fiziksel yetersizliği		+	+	+	+	+	+		+		+	+	+

Tablo 18 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın sekizinci sorusuyla ilgili “Tercih Edilme Nedenleri” temasına ilişkin kodları; süreç odaklı değerlendirme, öğrenen kaygısını yönetme, işbirlikli öğretim imkânı, öğrencileri daha iyi tanıma, materyal açığını kapatma, anlık dönüt oluşturma, öğrenci ihtiyaçlarını saptama, zaman yönetimini sağlama, ölçme hatalarının önüne geçme ve öğretimi planlama olarak ifade ettikleri görülmektedir. İlgili araştırma sorusuna ilişkin “Sınırlılıklar” temasına ait kodların; öğretmenin teknoloji yeterliliği, teknik aksaklıklar, öğrenci hazırbulunuşluğu, sınıf mevcudu, öğrenme ortamının fiziksel yetersizliği olarak ifade edildiği görülmektedir.

Öğretmenler “etkin zaman yönetimi” kodu ile ilgili, *“İş yükümüzü hafifleten ve bu yolda zaman bakımından bize yardım edebilecek bir teknolojiden bahsediyoruz. Sonuç olarak biz her şeye yetişmek istesek de zaman sorununuzun olduğunu vurgulamak isterim. Öğrencilerin bireysel farklılıklarını gözetme gayesiyle çıktığımız bu yolda çocuklarla geçireceğimiz zamanı verimli yönetme konusunda sorun yaşıyoruz. Çoğu zaman çok çeşitli sorumluluklarımız oluyor. Ya da ani gelişen bazı işlere de zaman ayırmamız gerekebiliyor. Bu sorunun çeşitli sebepleri elbette var. Bir birey için yarım saat ya da 5-6 dakikanın çok az olduğunu düşünüyorum. Bu bakımdan yapay zekâ uygulamalarıyla kendi özel zamanlarımı çoğaltabilirim. Eğitime ayıracağım zaman dilimini daha az yorularak daha kısa sürede halledebilirim, daha kısa sürede ve esnek dönütler elde edebilirim. Çocuklarla yapacağım ödev, etkinlik ya da proje çalışmalarında daha kısa sürede, daha nitelikli ve kolay bir şekilde geri bildirimler verebiliriz. Ayrıca bu nitelikli ve isabetli dönütlerimiz sayesinde daha gerçekçi çalışmalara adım atabiliriz.”* ifadesi dikkat çekmektedir (Ö₃).

Öğretmenler “öğrencileri daha iyi tanıma” kodu ile ilgili, *“Öğrencilerle ilgili bir ödevi ya da projeyi belirlerken kişinin dönem boyunca yaptıklarından yola çıkarak bir yol haritası çizebiliriz. Genelde her öğrenciye aynı mantıkla yaklaşım benimsenerek performans, proje ya da konu ödevleri verilebiliyor. Ama bakarsınız öğrenci aynı öğrenci değil, Ali ve Mehmet arasında dağlar kadar fark var. Bu farklar da öğrenme stili, zekâ türü, gelenek-görenek vb. Tüm bunlar düşünüldüğünde her öğrencinin eğitim-öğretim süreciyle ilgili aynı beklentilere sahip olmadığı, çok çeşitli ihtiyaçlarının olduğu düşünülerek yapay zekâyı kullanılmalıdır. Bu noktada öğrencileri daha şeffaf ve nesnel biçimde tanıyabilmenin önemi karşımıza çıkmaktadır.”* ifadesi dikkat çekmiştir (Ö₈).

Benzer biçimde “materyal açığına kapatma” kodu ile ilgili, “Öğrencilere soyut gelen (atom, hücre, gezegen, uzay, DNA vb.) kavram ve konular işlenirken teknoloji desteği derse olan ilgiyi daha çok artırıyor. Bazı durumlarda da öğrenme ortamının sınıfa somut biçimde aktarılması gerekebilir. Bu durumda materyal yeterliliği karşımıza çıkacaktır. Soyut olan bazı ortamlara ulaşım sağlama konusunda da yine dijital ortamlara ihtiyaç duyulacaktır. Gerçekten sınıf ortamında ulaşılması zor ortamların, durumların oluşturulması ve materyal açığının klasik ya da dijital anlamda kapatılması amacıyla yapay zekâ dev bir hizmettir. Materyal açığının kapatılması öğrenciler derse daha çok katılmasını ve derslerin daha kalıcı olarak öğrenilmesini sağlayacaktır” ifadesi dikkat çekmektedir (Ö₉).

Öğretmenlerin “süreç odaklı değerlendirme” kodu ile ilgili, “Ben yapay zekâyı beceri öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ölçme ve bu sayede onların süreç boyunca elde ettiğim veriler doğrultusunda değerlendirme işleminde kullanımını öneriyorum. Yani öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin temel ve deneysel bakımdan süreçlerinin ortaya çıkarılmasında yapay zekânın karar verme gücünden faydalanmayı hedefliyorum. Fen bilimleri dersinde önem arz eden bir konu olan bilimsel süreç becerilerindeki eksikliklerinin tespit edilmesinde sonuç odaklılık ve geleneksel araçları kullanmamız bizi doğru sonuca ulaştırmaz. Öğrencilere bir bütün olarak bakmalı ve onları tüm süreç boyunca gösterdikleri çabaya göre de değerlendirmemiz gerekir diye düşünüyorum.” ifadesi dikkat çekmektedir (Ö₄).

Öğretmenlerin “anlık dönüt oluşturma” koduna ilişkin, “Öğretim faaliyeti sorumluluğunu üstlenen öğretmenlerin ve öğrenme sürecinde bazı görevleri olan öğrencilerin her zaman iletişim halinde olmalı maalesef mümkün değildir. Yaşadığımız yüzyıl ve bu yüzyılın becerileri ile öğretim programının amaçları dikkat alındığında öğrencilerin kendi öğrenmelerini yönetmeleri, öğrenme sorumluluğu almaları gerekmektedir. Bu durumda öğrencilerin öğrenmek istedikleri konu ya da durum ile baş başa kaldıklarında onlara yardımcı olabilecek, anlık dönüt ve düzeltmeler sağlayabilecek sistemlerin olması gerekir. Öğrencilerin yanında her zaman iletişim halinde bulundukları bir öğretmenin olması mümkün olmayabiliyor. Bu durumda örneğin EBA vb. ortamlarda öğrencilere eşlik edebilecek ve onlara anlık olarak öğrenim süreciyle ilgili çeşitli öneriler ya da uyarılar gönderebilecek sistemlerin bulunması süreci çok daha verimli kılarak öğrenme sorumluluğu alma noktasında da yardımcı olacaktır.” ifadesi dikkat çekmektedir (Ö₁₂).

Öğretmenlerin “öğretmenin teknolojik yeterliliği” kodu ile ilgili “Amacım çocuklara bir şeyler öğretmek olduğu için bu amaçta ne gerekirse, elimden ne geliyorsa yapmam gerekir. Öğretmen bunu istemeli ve öğrencileri de teşvik edebilecek donanımda olması gerekir. Öğretmen ders içeriklerini çeşitlendirerek öğrenme yaşantılarını güçlendirmelidir. Bu bağlamda öğretmen teknoloji konusunda gelişime açık olmalı gerektiği noktalarda bilgilerini, deneyimlerini güncellemelidir. Zaman bellidir en değerli hazinedir ve bu hazinenin de çocuklar için kullanılması gerekir. Bu bakımdan yapay zekâ teknolojilerini kullanabilmenin önemi büyüktür. Hitap ettiğimiz öğrenci kesimi ve bu kesimden beklenen beceriler belliyken bizim geleneksel sistemlerde kalmamız doğru olmayacaktır. Ayrıca öğretmen kendini geliştirmese, yapay zekâ teknolojileri öğretmeni sınıfta pasif hale sokacak bir teknolojiye de dönüşebilir. Yapay zekâ bizim yerimize konuyu açsın, deneyi yapsın, uygulatsın, biz de köşede çay içelim, derse gelmeyelim vb. kabul edilemez” şeklinde görüş bildirdiği görülmektedir (Ö₃) ve (Ö₄).

Öğretmenler “öğrenme ortamının fiziksel yetersizliği” koduna ilişkin “Şu anda yapay zekâyı tam anlamıyla kullanıyorum demem doğru olmaz. Zaten yeni bir teknoloji, altyapısının ve gerekli donanım desteğinin iyice oluşturulması gereklidir. Birçok eğitim kurumunda en basit teknolojik cihazların bile olmadığını biliyoruz. Kırsal kesimin dezavantajlarından kurtulması ve hayata kazandırılması için de okulun ve sınıfın fiziksel olarak iyileştirilmesi gerekir. Öğrenme ortamında bu teknolojilerin kullanımı için zaten materyal bakımından ciddi bir desteğin de sunulması gerekir. Düşünün ki sadece beş ya da on öğrenciye yetebilecek kadar donanımla ne kadar yapay zekâ sistemde aktifleştirilebilir ki?” ifadesi göze çarpmaktadır (Ö₇).

Öğretmenlerin “öğrenci hazırbulunuşluğu” kodu ile ilgili “Çocukların bir alt evredeki öğrenme seviyesi de burada etkindir. Çocuk zaten öğrenmeye gelmemişse, öğrenme gibi bir ihtiyacı yoksa ne yapsak boş gelecektir. Hatta bu süreci sabote edecektir. Bazen aileler de sorun edebiliyor. Sınava girecek olan çocuklar zaten maalesef bu teknolojik uygulamalara çoğunlukla zaman kaybı olarak bakmaktadırlar. Daha önce basit bilgisayar işlevlerini gerçekleştirmemiş öğrencilerden bu üst düzey teknolojide başarılı olmalarını beklemek haksızlık olacaktır. Her bölgenin ve öğrenci kesiminin ihtiyacına göre bu teknolojiyle buluşturulması gerekmektedir.” ifadesi göze çarpmaktadır (Ö₉).

Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Fen öğretimi faaliyetlerinin verimliliği artırma bakımından yapay zekâ teknolojilerinin etkileri nelerdir?” şeklindedir. Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Teknolojilerinin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ndaki Kazanımlara Aktarılabilmesi Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 19’da sunulmuştur.



Tablo 19

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Teknolojilerinin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ ndaki Kazanımlara Aktarılabilmesi Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Yapılması Gerekenler	Kazanımların güncellenmesi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Öğretmenin akademik gelişimi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Programlama dillerinin eğitimi		+	+	+	+		+		+	+		+	+
	Pilot çalışmalar	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+
	Öğretim materyallerinin güncellenmesi	+	+			+			+			+	+	
Uygulamaların Yararları	Hayal gücünü geliştirme	+		+	+	+				+		+		+
	Ürün oluşturma sürecini destekleme		+	+	+	+			+	+	+	+		+
	Yaratıcı düşüncüyü geliştirme	+		+			+		+	+		+		+
	Yaparak yaşayarak öğrenme		+			+	+			+	+	+	+	+
	Öğrenme sürecini ilgi çekici kılma		+							+			+	+
	Kişiselleştirilmiş öğretim	+			+		+	+	+	+		+		
	Problem çözme becerisi kazandırma	+		+	+					+		+	+	
	21. yüzyıl becerilerini kazandırma		+	+	+		+		+	+	+			+

Tablo 19 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın dokuzuncu sorusuyla ilgili “Yapılması Gerekenler” teması ile ilgili kodları; kazanımların güncellenmesi, öğretmenin akademik gelişimi, programlama dillerinin eğitimi, pilot çalışmalar ve öğretim materyallerinin güncellenmesi şeklinde ifade ettikleri görülmektedir. Öte yandan öğretmenler “Uygulamaların Yararları” teması ile ilgili kodları; hayal gücünü geliştirme, ürün oluşturma sürecini destekleme, yaratıcı düşünciyi geliştirme, yaparak yaşayarak öğrenme, öğretimi ilgi çekici kılma, kişiselleştirilmiş öğretim, problem çözme becerisinin kazandırma, 21. yüzyıl becerilerini kazandırma şeklinde ifade ettikleri görülmektedir.

Öğretmenlerin “kazanımların güncellenmesi” kodu ile ilgili *“Kazanımların da teknolojiyi kullanmaya teşvik edebilecek ve öğretmenlere de rehberlik edebilecek yapıda olması için güncellenmesi gereklidir. Kazanımların sadeleştirilmesi ve aynı zamanda her öğrenciye hitap edebilecek çalışmalar içermesi gerekir. Bence kazanımların güncellenmesinde öncelikle öğrencilerin anlama düzeyleri, öğrenme stilleri belirlenmelidir. Ona göre kazanımların uyarlanması zümreler tarafından yapılmalıdır. Öğrencinin kendi deneyimleri sonucunda çevresini keşfetmesi söz konusu olduğunda yapay zekâ teknolojileri en mantıklı yol olacaktır. Bazen öğretim programlarındaki hataları ya da eksiklikleri biz zaten dile getiriyoruz. Ancak maalesef bunlar dikkate alınmıyor. Her bölgede kazanımların esnetilmesi öğretmene bırakılıyor. LGS gibi sınavlar söz konusu olduğunda da zaten öğrencilerin yapay zekâ destekli bir teknolojiye dayanarak sınavda ne çıkacak sorusuna yanıt aranıyor. Önce temel ihtiyaçlar karşılanması gerekiyor. Mesela kazanımı dile getirdik. Yapay zekâ sistemini de kurduk. Ama bunlar sınavda çıkmayacaksa zaten öğrenciler buna odaklanamıyorlar. Bu gibi konularda bütüncül yaklaşımla çeşitli çözümler aranmalıdır.”* (Ö₉) ifadesi kullanılmıştır.

Öğretmenler “öğretmenin akademik gelişimi” kodu ile ilgili, *“Yapay zekâ teknolojileri ile ilgili bazı küçük çaplı çalışmalar yapılsa da bu çalışmalar sadece dikkat çekmeyi başarabiliyor. Uygulamada kendimizi geliştirmemiz gerekir. Bir sürü projeler yapılıyor. Ama uygulama basamağında yetersiziz. Kim yapacak sorusundan ziyade ben ne yapabilirim, nasıl yapabilirim sorularını sormamız gerekir. Ne de olsa bir şey yapılmaz diye düşünmemek ve kendimizi geliştirmemiz gerekiyor. Bazen fen bilimleri öğretmenlerine atfedilen bazı şeyler vardır. Mesela bilimsel gelişmeleri bilmesi ya da temel bilimlerle ilişkili olduğu için bazen tıp hekimliğine soyunması*

gerekebiliyor. Ne olursa olsun öğretmen kendi alanıyla ilgili yenilikleri takip etmelidir.” (Ö₁) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenler “öğretim materyallerinin güncellenmesi” kodu ile ilgili, “Teknolojideki bu üstel gelişimden en çok etkilenecek olan öğrencilerimizi bu düzene hazırlama hedefinde olarak öğretimlerimizi planlamalı ve yapılandırmalıyız. *Örneğin yaptığım bir projede milyonlarca türü olan bakterileri inceledik ve bu alanda öğrencilere her bakteriyi anlatıyoruz ama bir yandan da böyle bir teknolojiyle bu kadar çok bilgiyi akılda tutmaya gerek yok. Bilgi her yerde var ve elimizin altında onlarca cihaz var. Biz herhangi bir görüntüyü işleyerek bu bilgiye kolayca erişebiliriz. Bilgi önemli fakat çocukların gözünü ürküten, bu kadar çok şeyle nasıl uğraşırım gibi durumlarla da başa çıkmalarına destek olabiliriz. İlerde çocuk tıp okumak isteyecek fakat fen dersinde gördüğü o bilgi yoğunluğundan ürküp motivasyonu düşmesin diye belki bu teknolojileri kullanarak resim, ses, poz eğitimi verilmelidir. Tabi bunun da yolu öğretim materyallerimizi bu teknolojilerle donatmamızdan geçmektedir.”* (Ö₂) ifadelerini kullanmışlardır.

Öğretmenlerin “21. Yüzyıl becerilerini kazandırma” kodunu, “Bazen öğretim süreçlerinde Arşimed prensiplerini, Newton renk çarkını vb. öğretiyoruz hatta yetmiyor gibi bir de sınav, başarı ve hatta sonuç odaklı bir sistemden gidiyoruz. Tabi bu temel doğa bilimleri, fizik, kimya vb. disiplinleri edinmeleri gerektiğini biliyoruz. Ama bunu ezberleterek, çocukları sınavlarla boğarak yapmak zorunda değiliz. Bunu öğrenmemiz gerekiyor artık. Hatta fen öğretimini bunlarla boğmamak gerekiyor. Biz geleceğe umutla bakacaksak, fütüristtik yaklaşıp, öğrenciye de bunu sunacaksak, elimizin altındaki öğrencilerin mezun olduklarında sahip olmaları gereken 21. Yüzyıl becerilerini kazandırmamız gerekiyorsa bunun bilincinde olmak zorundayız. Hem ezber, başarı ve sonuç odaklı olmayı tercih edip hem de bunların getirdiklerini görmezden geliyorsak ortadaki büyük boşluğu da görmek zorundayız.” şeklinde ifade etmişlerdir (Ö₃).

Öğretmenler “öğrenme sürecini ilgi çekici kılma” ve “yaparak yaşayarak öğrenme” kodları ile ilgili, “Özellikle ortaokul çağındaki çocuklar için öğrenme sürecini ilgi çekici kılmak için elimizden geleni yapmamız gerekiyor. *Örneğin yaptığım bir projede milyonlarca türü olan bakterileri inceledik ve bu alanda öğrencilere her bakteriyi anlatıyoruz ama bir yandan da böyle bir teknolojiyle bu kadar çok bilgiyi akılda tutmaya gerek yok. Bilgi her yerde var ve elimizin altında onlarca cihaz var. Biz*

herhangi bir görüntüyü işleyerek bu bilgiye kolayca erişebiliriz. Bilgi önemli fakat çocukların ilgisini toplamak ve bazen de gözünü ürküten, bu kadar çok şeyle nasıl uğraşacağını bilememe gibi durumlarla da başa çıkmalarına destek olabiliriz. İlerde çocuk tıp okumak isteyecek fakat fen dersinde gördüğü o bilgi yoğunluğundan ürküp motivasyonu düşmesin diye belki bu teknolojileri kullanarak resim, ses, poz eğitimi verilmelidir. Beden eğitimi dersinde de kullanıyoruz. Öğretmenler tarafından verilen egzersiz hareketlerinin doğru yapılış şekillerini anlatmak için öncelikle makine öğrenimi modeli eğitilebilir ve sonrasında öğrencilerle paylaşılar. Öğrenciler bilgisayarın başına geçip o hareketlerini yaptılar ve doğru yapıp yapmadıklarını yapay zekâ ile takip ettiler. Bu tür çalışmaların ayrıca öğrencilerin kendi deneyimlerine dayanarak öğrenmelerini de sağlayacağını düşünüyorum. Bu süreçlerde öğrencilerin çeşitli duyuları işin içine girecektir.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₂).

Öğretmenler “kişiselleştirilmiş öğretim” koduna ilişkin “Bu teknoloji çağında insanlardan beklenen becerileri değiştirmeye devam ediyor. Artık üstel teknolojik güçlerle büyüyen dünyamız çok farklı bir dünya ve öğrencilerimizi bekleyen bu dünyaya en iyi şekilde yetiştirmemiz gerekiyor. Bu teknoloji yarışında geride kalmamak adına öğrencilerin çeşitli kişisel özelliklerini gözeterek onların bu üstel dünyada kendilerini en iyi biçimde gösterebilecekleri alanları keşfetmeliyiz. Çocukların yeteneklerini, becerilerini ve öğrenme stillerini de işin içine katarak bu konuda daha iyi sonuçlar alabiliriz. Üstelik sadece robotik açıdan değil yazılımlarla da bu süreci yönetebileceğimizi bilmeliyiz. Yazılımları kullanarak çocukları daha iyi tanırsak onların hayatı anlamasını kolaylaştırabiliriz. Bu sayede çocukların her derse daha istekli gireceğini, anlamlı öğrenmelerin daha kısa sürede sağlanacağını, okulun ve dersin gerçek amacına ulaşacağını söyleyebiliriz.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₇).

Öğretmenlerin “Fen Öğretiminin Niteliğinin Arttırılması ve Öğrencilerde Öğrenmeyi Teşvik Etme Konusunda Yapay Zekânın Ne Gibi Yardımları Olabilir? şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 20’ de sunulmuştur.

Tablo 20

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Fen Öğretiminin Niteliğinin Arttırılması ve Öğrencilerde Öğrenmeyi Teşvik Etme Konusunda Yapay Zekânın Ne Gibi Yardımları Olabilir? ” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Öğrenci Üzerindeki Etkileri	Öğrenme sorumluluğu alma	+				+		+		+	+		+	
	Tasarım becerilerinin gelişmesi	+		+		+	+	+		+		+		
	Deneyimlere dayalı öğrenme				+	+	+				+	+		
	Eğlenerek öğrenme			+			+	+			+		+	
	Keşfetme arzusunun gelişmesi					+	+			+	+	+	+	+
	Eleştirel düşüncüyü geliştirme		+	+			+		+		+			
	Özgüven kazanma				+	+					+			
Uygulamaların İşlevleri	Bakış açısını çeşitlendirme	+			+	+	+	+		+		+	+	+
	Kavram yanlışlarını tespit etme		+			+		+		+	+	+		+
	Kavramların somutlaştırılması		+											+
	Bilgiye erişimi kolaylaştırma			+		+	+		+	+		+	+	
	Çok kriterli değerlendirme			+	+		+	+	+		+			
	Sanal ortam desteği sağlama	+				+	+	+		+	+	+	+	
	Öğretim içeriklerini zenginleştirme			+	+			+	+	+	+	+	+	
	Özel gereksinimli bireyleri destekleme		+	+	+		+			+		+		

Tablo 20 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın onuncu sorusuyla ilgili “Öğrenci üzerindeki Etkileri” temasını; öğrenme sorumluluğu alma, tasarım becerilerinin gelişmesi, deneyimlere dayalı öğrenme, eğlenerek öğrenme, keşfetme arzusunun gelişmesi, eleştirel düşünceyi geliştirme ve özgüven kazanma şeklinde belirttikleri görülmektedir. Öte yandan aynı soruyla ilgili “Uygulamaların İşlevleri” temasını; bakış açısını çeşitlendirme, kavram yanılgılarını tespit etme, kavramların somutlaştırılması, bilgiye erişimi kolaylaştırma, çok kriterli değerlendirme, sanal ortam desteği sağlama, öğretim içeriklerini zenginleştirme ve özel gereksinimli bireyleri destekleme kodlarıyla ifade etmişlerdir.

Öğretmenler “eğlenerek öğrenme” kodu ile ilgili “*Genel olarak baktığımızda ortaokul öğrencileri oyun çağındaki çocuklardan oluşmaktadır. Bu bakımdan öğrencilerin okulu, fen bilimlerinin doğasını ve üniteleri sevebilmelerinin yolu bana göre oyunlaştırma çalışmalarından geçmektedir. Bu konuda çocukları çeşitli konularda heyecanlandırmalı ve eğlendirmeliyiz. Derslerin girişinde yapacağımız basit eylemler ya da ders sonlarında onların keşiflerini renklendirerek onları eğlendirebileceğimizi biliyoruz. Yapay zekâ ise bu noktada imkânsızlıkları en aza indirgeyerek bizlere yardımcı olacaktır.*” (Ö₃) ifadesini kullanırken “keşfetme arzusunun gelişmesi” koduna ilişkin “*Şuanda yaptığım nadir yapay zekâ uygulamalarından yola çıkarak örneğin sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde çocuklar laboratuvarın tehlikelerinden tedirgin olmadan her şeyi deneyebilirler. Yanma, kırılma, dökülme vb. kaygılar olmadan her şey denenebilir. Bu sayede çocuklarda yapabileceklerine inanırlar ve keşfetme arzusunun gelişmesine destek olurlar. Çok daha güzel dersler işlenir. Bu sayede çocuklar zaten teşvik olur. Fen eğitiminin niteliği de artar. Yanlış yaparak da bilim olacağını hatırlatmak isterim.*” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₅).

Öğretmenler “özel gereksinimli bireyleri destekleme” kodu ile ilgili olarak “*Görme engellilerin seçebileceği, tanımlayabileceği, okuyabilecekleri şekilde araçlar tasarlıyoruz. Bunun gibi gerçekten ulaşamadığımız ya da ulaşmak için çok ciddi çaba harcamamız gereken yerlerde, özel eğitime muhtaç olan kişilere ulaşmamızda yapay zekâ yardımcı olacaktır. Çünkü bu teknoloji herkese birey gözüyle bakabilir ve herkesin her ihtiyacına göre aksiyon alabilir. Tabi bu noktada insanların ne kadar bilinçli olduğu da ayrı bir önem konusudur.*” (Ö₃) ifadesini kullanırken “bilgiye erişimi kolaylaştırma” kodu ile ilgili “*Fen bilimleri öğretmenleri ve bu dersten sorumlu*

öğrenciler birçok soyut konuyla ve değişen, güncellenen programlardan, konulardan sorumludur. Bu noktada da o hızı yakalayabilip anlık bilgiye ulaşma noktasında bizlere yapay zekâ teknolojileri yardımcı olacaktır. Bu noktada kaliteyi, niteliği arttıracaktır. Şuanda örneğin bir arama motorunda istediğimiz kütüphaneden aradığımız kaynağa kolayca ulaşabilmekteyiz. Üstelik bu arama motorlarındaki algoritmalar sayesinde arama yaptığımız konu alanının bize uygun olan kısmını öne çıkanlar bölümde bizlere sunabilmektedir.” İfadelerini kullanmışlardır (Ö₈).

Öte yandan “çok kriterli değerlendirme” kodu ile ilgili “Ülkemizde fen eğitimini en fazla etkileyen sürecin sınav olduğunu düşünüyorum. Çoğunlukla geleneksel yapıda olan bu sınavların ayağımıza takılan taş olduğunu düşünüyorum. Adaletli seçim yapmak için sınavlara başvuruyoruz. Başka bir şekilde seçemiyoruz. Bu sınavlardan dolayı çocuklar da biz de eğitim ve öğretim süreciyle ilgili birçok şeyi kaçıırıyoruz. Bu nedenle sınavların yapay zekâ formatıyla hazırlanması ya da süreç boyunca elde edilen verilerden çocukların hangi okullara-kurumlara transfer edilebileceğini sağlayabiliriz. Burada aslında öğrencilerle ilgili bir değerlendirme yaparsak bunun çeşitli değişkenlere göre yapılmasının öneminden bahsediyorum. Yapay zekâ mutlak değerlendirmeden daha çok bu sürecin bağıl değerlendirmesini yapabilir. Örneğin bir çocuk başlangıçta neydi, gelişimi nasıl ilerledi, şimdi ne durumda vb. sorulara yanıt aranabilir. Bu sayede öğrenme çıktılarının farklılaşması da sağlanabilir.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₄). Öğretmenlerin “sanal ortam desteği sağlama” kodu ile ilgili ““Fen öğretiminde laboratuvar çalışmaları çok önemlidir ve laboratuvar da yapay zekâ teknolojisi çok iyi sonuçlar doğurur. Mesela bazı tehlikeli deneylerin yapımında öğrenme sürecinin verimliliğini artırma adına sanal ortamlar sunabilir. Bu sayede tehlikeleri de en aza indirebilir. Mesela simülasyonlar, artırılmış ya da sanal gerçeklik uygulamaları da buna bir örnektir. Yapay zekâ fen öğretiminde kullanılarak öğrenme konusunda öğrencileri teşvik eder ve niteliği her bakımdan artırır.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₁).

Öğretmenler “bakış açısını çeşitlendirme” kodu ile ilgili olarak “Çocuklar ayrıca konuları öğrenirken hatta okula gelirken amaçlarının olduğunu farkına varırlar. Bir birey olarak gelecek nesil olduğunu farkına varmak ve hedeflerini belirlemek, kariyer planlaması yapmak vb. durumların bilinçlerine aşılmasında faydası vardır. Derse girmeden önce genelde “Hocam bunu biz ne yapacağız, nerede kullanacağız?” sorusuyla karşılaşıyorum. Hemen bu noktada bazı örnekler, hayatın gerçek

örneklerinden bahsediyorum. Amerika’da mühendis olmak için Amerika’da olmanıza gerek yok. Oturduğunuz yerden her şeyi yönetebilirsiniz. Yazılım bölümü geleceğin en önemli teknolojilerinin kapılarını aralıyor. Meslek ne olursa olsun. İşte bu bilincin de aşılması için mutlaka yer verilmelidir. Tek sermayenizin zihniniz olacağı, birden çok işi kolayca yönetebileceğiniz meslek dallarının temelini aslından öğretmiş olmak bizlere de heyecan verecektir. Çocuklar da teşvik ve motive olacaklardır.” şeklinde ifade etmiştir (Ö5).

Öğretmenlerin “Fen Bilimleri Dersinin Sizi Zorlayan Taraflarını Düşündüğümüzde Yapay Zekânın Ne Gibi Katkıları Olabilir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 21’ de sunulmuştur



Tablo 21

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Fen Bilimleri Dersinin Sizi Zorlayan Taraflarını Düşündüğümüzde Yapay Zekânın Ne Gibi Katkıları Olabilir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Yapay Zekânın Faydaları	Sınıf yönetimini kolaylaştırma	+	+				+	+	+	+	+	+	+	-
	Öğrenme eksikliklerinin giderme	+					+	+	+	+	+	+	+	+
	Nitelikli öğretim metotları oluşturma	+		+			+	+	+		+	+	+	+
	Sanal öğretmen desteği sağlama		+			+				+			+	+
	Öğretim maliyetinin düşürülmesi			+	+	+				+				
	İdeal öğrenme ortamı oluşturma		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sanal uygulama desteği sağlama	+	+	+		+	+	+		+			+	+
	Deneyimsel öğrenme	+					+			+		+		
	Öğrenen özgüvenini destekleme	+				+		+	+	+	+			+
	Güvenli laboratuvar uygulamaları	+	+			+	+	+	+		+	+	+	+
	Malzeme denetimi sağlama				+	+	+	+	+	+		+		
	Kişiselleştirilmiş ödev uygulamaları		+	+			+		+			+		+
	Akademik dönüt sağlama	+			+			+			+			+

Tablo 21 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmanın on birinci sorusuyla ilgili “Yapay Zekânın Faydaları” temasını; sınıf yönetimini kolaylaştırma, öğrenme eksikliklerini giderme, nitelikli öğretim metotları oluşturma, sanal öğretmen desteği sağlama, öğretim maliyetinin düşürülmesi, ideal öğrenme ortamı oluşturma, sanal uygulama desteği sağlama, deneyimsel öğrenme, özgüveni destekleme, güvenli laboratuvar uygulamaları, malzeme denetimi, konuların somutlaştırılması, özel gereksinimli bireyleri destekleme, kişiselleştirilmiş ödev uygulamaları ve akademik dönüt sağlama kodları ile ifade ettikleri görülmektedir.

Öğretmenler “sanal öğretmen desteği sağlama” kodu ile ilgili olarak “*“EBA’ nın arka planında yapay zekâ desteğiyle her türlü teknoloji eklenebilir. Çocuklara anlık dönüt sağlayabilen, doğru yanlış sorularını analiz eden, yönlendirmelerde bulunan hatta başarı analizleri yapıp bunları haftalık, aylık, yıllık rapor eden vb. vb. bir sürü ekleme yapılabilir. Çocukların açık uçlu sorularının analizini yapan sistemler de eklenebilir. Çeşitli analizleri bizimle de paylaşılabilir. Başarı yorumlamasında da bize destek olabilir. Evrak işlerinde gereken desteği sağlayabilirler.”* ifadesini kullanırken (Ö₂) “malzeme denetimi sağlama” kodu ile ilgili “*Laboratuvar çalışmalarını bizzat laboratuvar da yapıyorum. Çocuklar kullansın diye tabi ki malzeme alınıyor, laboratuvara gidiliyor. Ama bir sonraki sınıfın da kullanması için malzeme sürekliliği sağlanmıyor. Mutlaka bir şeyler kırılıyor, dökülüyor. Bunun için laboratuvara gitmeden önce teorik eğitim veriyorum. Simülasyon kullanıyorum. Malzeme maliyetinde ve öğrencinin kendine olan özgüveninin artmasında yardımcı oluyor. Her alanda kullanılabilir.”* ifadelerini kullanmışlardır (Ö₄).

Öğretmenler “akademik dönüt sağlama” kodu ile ilgili “*Sınavlara odaklanmak istiyorum. Sınav yapıyoruz, optik oyucularla bu sınavları okutuyoruz ve sonuçları çeşitli analizlerle bize geliyor. Ünite, sınava giren öğrenci sayısı, kazanım eksiklikleri vb. bize rapor sunuyorlar. Bu konuda belki yapay zekanın entegre edildiği bir sistem olsa ödevleri ve sınavları bu tarz programların okuyup bize öğrenci bazında detaylı bilgiler verebilirdi. Öğrencilerin tam anlamıyla neye ihtiyaçlarının olduğunu, yanlışlarının nerelerde ve ne tarz sorularda yoğunlaştığının bilgisini verebilirdi. Çünkü biz bazı öğrencilere baktığımızda genelde görürüz, bilgi eksikliğinden değil belki dikkat eksikliğinden soruları yanlış yapmıştır. Yukarıda yazan soruyla alakası olmayan başka bir işlem yapmaya çalışmıştır. Belki anahtar teslim uygulama yapılabilir. Eğer öyle olursa en azından çocuğu biz yönlendirirken daha net ve*

delillere dayalı olarak yönlendirebiliriz. Çünkü öğretmenlerin öğrenci sayısı yüksek olduğunda ve fazla sayıda şubeye ders verdiklerinde bu tarz işlere ayıracağı zaman da azalacağından dolayı bundan sonra makineleşme başlar. Her öğrenciyi aynı şekilde geliştirmeye çalışıyoruz. Herkese gün sonunda 20 ya da herkese 30 test vermeye başlıyoruz. Bu da sakıncalıdır belki de bu öğrencinin bu kadar test hiç de ihtiyacı yoktur. Belki yapay zekâ sayesinde öğrenci kişisel ve mesleki rehberliğinde yönlendirme çalışmalarında bu tür çalışmalar daha kıymetli olabilirdi.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö7).

Öğretmenler “öğretim maliyetinin düşürülmesi” kodu ile ilgili “Laboratuvar uygulamalarında öğretmen ya da öğrenci kaynaklı, kimyasal ya da teknik aksaklıktan dolayı kazalar oluşabiliyor. Bu konuda öğretmenin bilgili ve tecrübeli olması, malzemeleri nasıl kullandığı, öğrenciye yaklaşımı ve olaylara müdahale şekli çok önemlidir. Malzemelerin uygunluğu önemlidir. Bir deney yapılacağı zaman yapay zekâ sistemlerinden, malzemelerin yeterliliği, uygunluğu, kalitesi vb. konularda yardım alınabilir. Kokusuz bir gaz ya da kalabalık sınıflarda öğretmenin gözünden kaçan bazı şeyleri düşünürsek yapay zekâyâ büyük ihtiyaç vardır. Mesela titrasyon deneyinde dönüm noktasını bulma-fark etme konusunda bize dönüt sağlayan bir sistem de buna örnek olabilir. Her bakımdan güvenliği ve denetimi sağlayabilirler. Laboratuvarda öğrencilerin malzemeleri özensiz ve düzensiz kullanmalarının zararını hep yaşıyoruz. Özel okul da olsa bazı deneylerde kırılmalar, parçalanmalar olabiliyor. Bunlar maliyetli durumlara dönüşebiliyor. Bu bakımdan önceliğimizi yapay zekâ teknolojilerine verebiliriz. Sonradan laboratuvara gidilebilir. Hatta laboratuvarı olmayan okullar var ve laboratuvara gidemeyecek gruplarımız var. Bu bakımdan da kullanılabilir.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö5).

Öğretmenler “güvenli laboratuvar uygulamaları” kodu ile ilgili “Malzemeler çok eksikse gösteri deneyi yapıyorum. Bu durumda çocukların çok da etkileşim kurabilecekleri öğrenme ortamları sağlamıyor. Bir okulun 4 duvarını kurup içine masa sıra koymayla okul olmaz. Bu okulun ya da herhangi bir biriminin de etkinliğinin ve verimliliğinin test edilmesi de gerekir. Bu anlamda şehir merkezindeki kalabalık okullarda laboratuvardan faydalanmak tam bir felakete dönüşüyor. Zaten kısıtlı olan imkânlarda bulduğumuz birkaç parça malzemenin bazı dikkatsiz öğrenciler tarafından kırılıp dökülmesini istemem. Bu bakımdan da çeşitli yapay zekâ teknolojilerinden faydalanmak gerekir. Laboratuvarda özellikle kimya deneylerinde ispirto ile biz bir şey

ısıtırken başka bir öğrenci o düzeneğe müdahale etmek isteyebiliyor. Bu bakımdan öğretmenin güvenliği çok yüksek seviyede tutması gerekir. Her yerde gözümüzün olması gerekir. Küçük gruplar mesela çok hareketli oluyor. Bazen 4 gözüm olsa 4 elim olsa diyorum. O zaman işte yapay zekâ teknolojileri bize destek olabilir.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₈).

Öğretmenlerin “Yapay Zekâ Destekli Akıllı Sınıflar ve Okullar Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” şeklinde belirtilen mülakat sorusuna verdikleri yanıtlar Tablo 22’ de sunulmuştur.



Tablo 22

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin “Yapay Zekâ Destekli Akıllı Sınıflar ve Okullar Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir?” Sorusuna Vermiş Oldukları Cevaplardan Oluşturulan Tema ve Kodlar

Tema	Kod	Öğretmenler												
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆	Ö ₇	Ö ₈	Ö ₉	Ö ₁₀	Ö ₁₁	Ö ₁₂	Ö ₁₃
Kullanılan Teknolojiler	Görüntü işleme	+		+	+				+				+	+
	Giyilebilir teknolojiler	+		+	+	+	+			+	+	+	+	+
	İnsan etkileşimli robotlar		+			+	+			+			+	
	Nesnelerin interneti	+	+		+			+	+	+	+		+	
	Sensör	+	+	+	+		+	+		+	+	+		+
	Erken uyarı sistemleri	+	+			+	+	+	+			+	+	+
	AR/VR Uygulamaları	+	+				+	+			+			
	Üç boyutlu yazıcı	+						+			+			+
Uygulamaların Sonuçları	Aktif öğrenme	+	+	+	+	+				+	+		+	+
	Sınıf konforunu artırma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sağlık verilerinin işlenmesi	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
	Hijyenik okul/sınıf ortamı oluşturma		+	+	+	+	+	+		+	+		+	+
	Güvenli öğrenme ortamı oluşturma	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Okul kültürünün oluşumunu destekleme	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+
	Okul/sınıf ortamının dijitalleşmesi		+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
	Özel eğitim öğrencilerini destekleme		+		+	+	+	+		+	+		+	+
	Çevrimiçi öğrenme			+		+	+			+				
	Öğrenci merkezli anlayışı güçlendirme	+	+	+	+		+			+	+		+	
	Öğrencilerin asosyalleşmesi			+			+			+	+	+	+	
	Dikkat dağınıklığı		+	+		+	+	+	+	+	+		+	+

Tablo 22 incelendiğinde öğretmenlerin araştırmının on ikinci sorusuyla ilgili “Kullanılan Teknolojiler” temasını; görüntü işleme, giyilebilir teknolojiler, insan etkileşimli robotlar, nesnelerin interneti, sensör, erken uyarı sistemleri, artırılmış ya da sanal gerçeklik uygulamaları ve üç boyutlu yazıcı kodları ile ifade ettikleri görülmektedir. Öte yandan “uygulamaların sonuçları” temasını; aktif öğrenme, sınıf konforunu artırma, sağlık verilerinin işlenmesi, sağlıklı okul/sınıf ortamı oluşturma, güvenli öğrenme ortamı oluşturma, okul kültürünün oluşumunu destekleme, okul/sınıf ortamının dijitalleşmesi, özel eğitim öğrencilerini destekleme, çevrimiçi öğrenme, öğrenci merkezli anlayışı güçlendirme kodları ile ifade etmişlerdir.

Öğretmenler “giyilebilir teknolojiler” kodu ile ilgili “Okullarda çeşitli hastalıklar bakımından dezavantajlı öğrenciler var. Astım, epilepsi vb. hastalıkların bilirsiniz bazı atakları olur. Bu atakların sebepleri bazen sınıfın fiziksel şartlarıdır. Bu gibi durumların anlık kontrolleri sensörler ile sağlanabilir. Ya da bu atakları biz fark etmediğimizde öğrencilerin kol saati, saç tokası veya kıyafetine takabileceği şık tasarımlarla birleştirilebilir. Mesela beyin sinyalleriyle alakalı olan hastalıklarda toka, taç, kolye vb. takılabilir. Bu giyilebilir teknolojilerden faydalanılmalıdır. Öğrenciler bu atakları fark edebilse mesela yerine oturur, güvenli bir yere geçer, ilacını hazırlar vb. Sağlık kuruluşuyla irtibatla olan sistemler bile kullanılabilir. Engelli bireylerin bazı eksik yanlarının giderilmesi için de aslında yapay zekâdan destek alınabilir.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₆). Öte yandan “insan etkileşimli robot” kodu ile ilgili “Akıllı sınıf ya da okulun bence ortadan kaldırılabileceği ilk şey yoklama ve güvenlik olayıdır. Sınıflarda eğitim ortamının zenginleştirilmesini sağlar. Mesela Cobot şu anda fabrikalarda kullanılıyor ama okullarda da olabilir. İnsan etkileşiminin olması iletişimi kolaylaştırabilir. Etkileşimi artırabilir. Başta da belirttiğim gibi güvenli ortamlar sağlayabilir. Öğretim eksikliklerinin de kapatılmasına katkı sağlar. Bazen çocuk soru çözüyor ama yanlışlarını öğretmenine sormuyor. Nasıl ders çalışacağını ya da nerede ne yapması gerektiğini bilmiyor. Bir büyüğüne de yapamadıklarını soramıyor. Çünkü okuma yazma oranımız hala çok düşük. Bu bakımdan öğretim amaçlı kullanılabilir. Ancak eğitim boyutunda ben bir makineyle bunun yapılacağını sanmıyorum.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₁₂).

Öğretmenler “nesnelerin interneti” kodu ile ilgili “Nesnelerin interneti de kullanılan yapay zekâ teknolojileri arasındadır. Burada internet ağı sayesinde birbiriyle etkileşim kuran sistemlerden, nesnelerden bahsediyoruz aslında. Okul

ortamı şuanda buna çok uygun. Okulların dijitalleşmesi bakımından da yeterince uygun olduğunu düşünüyorum. Akıllı tahtalar mesela bunun başlangıç örneğidir ama yeterli değildir. Fakat IoT kullanımı için yapıların artması gerekiyor. Ayrıca güçlü bir internet alt yapısı olması gerekiyor. Bir cep telefonu üzerinden okulun içindeki bir sistemin kontrolünün yapılması oldukça heyecan verici olsa gerek. Cep telefonumdan daha sınıfa gitmeden akıllı tahtaya anlatacağım dersi aktarabilmem, sınıfın fiziksel şartlarının hazırlamam vb. teknolojiler arttıkça daha verimli kullanacağımızı söyleyebiliriz. Şuanda bu teknoloji ev ortamına daha uygun ama okul ortamına da aktarılacaktır. Bu sayede bütün cihazlar birbirleriyle konuşmaya devam edecekler.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₁).

Öğretmenler “sınıf konforunu artırma” kodu ile ilgili “Yapay zekâ sınıf konforunu artırma konusunda da destek olabilir. Bazen kalorifer o kadar çok yakılıyor ki, çok sıcak oluyor. Biz bunu fark edene kadar zaten yeterince enerji kaybolmuş oluyor. Sınıfın sıcaklığını ölçen sensörler ile bu sıcaklık hatta ışık kontrol edilebilir. İnsan etkileşimli robotlar ise öğretmenin işini kolaylaştırır. Öğretmene birçok konuda asistanlık yapabilecek stajyerler gibi destek olabilirler. Yoklama, test dağıtımı, sınıfın fiziksel durumu, öğretmenin konforu vb. Öğretmenin de dinlenmesi sağlanır. Yazılım içerikli her türlü yapay zekâ sistemiyle sınıf içerisinde bile çocukların anlayamadığı her şey tespit edilip o anda sıcaklığına öğretilebilir. Dönütler sağlanabilir.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₃), (Ö₄) ve (Ö₆).

Öğretmenler “özel eğitim öğrencilerini destekleme” kodu ile ilgili “Özel yetenekli çocukların keşfedilip yönlendirilmesinde yapay zekâdan destek alınabilir. Öğrencilerin her birinin özel olduğunu ve bireysel olarak desteklenmesi gerektiğini ifade ediyoruz. Bu bakımdan düşünürsek öğrenciler çok yönlü ama biz tek yönlü ölçme değerlendirme araçları kullanıyoruz. Yapılan çalışmalar bence öğretim programında yazarlarla çalışmaktadır. Yazılan soruların da öğrenme stili ya da zekâ türü bakımından ölçtüğü düzeylerin belirlenmesi gerekmektedir. Her öğrencinin kendi zekâ türüne göre bireysel sanal öğretmeni o öğrenciyle ilgilenebilir.” ifadesini kullanmışlardır (Ö₆). Aynı kod ile ilgili “Fiziksel ya da zihinsel yetersizliği olan öğrencilere ben çok önem veriyorum. Onların desteğe ihtiyaçları oluyor. Bu desteği vermede bence artık teknolojiye yardım almak gerekiyor. Çocukların eğitimi de öğretimi de okul bitince bitmiyor. Okuldan sonra da desteklenmeleri gerekiyor. Bazı öğrencilerin ebeveynleri okuma yazma bilmiyor ve çocuğun yapamadığı soruları

özen kimse olmuyor. Bu soruların da özölmesi, çocukların anlık dönüt almaları gerekiyor. Bu bakımdan sanal destekler sağlanmalıdır. Mesela EBA içeriğine sanal öğretmenler eklenmelidir. Orada sadece sorular var ve özüyorsun yazılı olarak sana çözümünü veriyor. Bu yeterli bir durum değildir.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₉).

Öğretmenler “öğrenci merkezli anlayışı güçlendirme” kodu ile ilgili “Eğitim-öğretim sürecinde öğrencilere bilgi aktarımından ziyade bilgiyi nasıl yapılandıracaklarını onlara öğretmemiz gerekiyor. Burada öğretim programında da belirtildiği gibi öğrenci merkezli bir anlayışın işe koşulması gerekiyor. Bunu da yapay zekâ sistemleri ile yapabiliriz. Sınıfta sıralara monte edilmiş kişisel şifrelerle açılıp kullanılabilen cihazlarla çocuğun anlık dönütlerle soruları çözmeleri sağlanabilir. Anlaşılamayan noktaların ve hatta kavram yanlışlarının tespit edilmesinde çok işe yarayacağına inanıyorum. Öğrencilere ulaşamayacakları kütüphanelere ulaşma göremedikleri soruları görme ve çözebilme imkânı tanıyacaktır. Öğrencilere yapamadıkları konularda ya da bölümlerde sağladığı aşamalı dönütler sunulabilir. Bu yapılan çocukların kendi öğrenmelerini yöneteceğinden keşfetme arzusu ve başarma duygusu oluşturacaktır. Yani öğretim programında yazan öğrenmeyi öğrenme noktasına ve öğrencilerin bireyselliğinin ön plana çıkarılması noktasına da destek olunmuş olur. Çünkü öğrencilerin hepsine aynı dönütleri vermeye gerek kalmaz. Sınıflarda farklı tip öğrenciler olduğundan dolayı her öğrencinin anlama düzeyi aynı olmayacaktır.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₁₀).

Öğretmenler “okul/sınıf ortamının dijitalleşmesi” kodu ile ilgili “Örneğin beyin dalgalarını ölçen bir cihaz aldık. Bir sınıftaki öğrencilerin önünde kırmızı, yeşil şeklinde ışık yanıyor ve öğrencinin konsantrasyon seviyesini ölçüyor. Öğretmen öğrencinin dalıp dalmadığını, dikkatinin ne düzeyde olduğunu, dersi aktif bir şekilde dinleyip dinlemediğini sadece o ışıktan anlayabiliyor. Yoklama almadan, öğrencinin okula gelirken ruh durumu, dersteki ruh hali, tepkileri vb.zaten şuanda sağlık anlamında birçok şey yapılabilir. Ateş ölçümü, nabız bilgileri, harcanan kalori vb. bilgileri elde edilebiliyor. Sınıfın fiziksel durumu öğrenme üzerinde en önemli etkenlerden birisidir. Bu yüzden sınıfın fiziksel durumunu ayarlama dijital teknolojilerden faydalanmak en doğrudur.” ifadelerini kullanmışlardır (Ö₇).

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmanın amacı, fen öğretiminde yapay zekâ destekli teknolojilerin kullanımına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu bölümde, araştırmanın alt problemlerine ilişkin elde edilen bulgular alanyazın ışığında tartışılmış ve araştırmanın sonuçlarından yola çıkılarak yapılan önerilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın birinci alt problemi olarak belirlenen “Fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ ve yapay zekâ teknolojileri ile ilgili görüşleri nelerdir?” sorusu yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular dikkate alınarak tartışılmıştır.

Araştırmanın birinci sorusunda öğretmenlerin YZ' yi nasıl tanımladıkları ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin YZ' yi tanımlarken kullandıkları ifadelerin yazılım ve donanım teması altında toplanmakla birlikte donanım teması ile ilgili ifadelerin yazılım teması ile ilgili ifadelerden daha fazla sayıda vurgulandığı görülmektedir (Tablo 11; ss.86). Buradan hareketle öğretmenlerin YZ' nin daha çok somut kısmıyla ilgili öğrenme yaşantılarına sahip olmaları ve bunun sonucu olarak da somut YZ örneklerine daha çok yer vermeleri, YZ' yi salt robotik yapılardan, makinelerden meydana gelebileceğini vurgulamak istemiş olabilirler. Süslü (2019) çalışmasında sosyal ağların bireylerin iletişim kurma, bilgiyi yayma şekillerinin değişmesine sebep olduğunu, sosyal bilimlerde YZ kullanımına rağbetin arttığını ifade ederek sosyal ağ kullanıcılarının çeşitli profil ve davranış analizlerinin yapılabildiğine değinerek YZ' nin yazılım boyutuna dikkat çekmiştir. Bu yüzden YZ' nin gündelik yaşamda sıklıkla yüz yüze geldiğimiz donanım boyutunun arka planında yazılım boyutunun bulunduğu unutulmaması bakımından çalışma sonuçlarının alanyazın ile uyum içerisinde olduğu sonucuna varılabilir (Uzun, Tümtürk ve Öztürk, 2021).

Yapay zekânın donanım boyutunda sıklıkla robot, mobil cihaz, bilgisayar, giyilebilir teknolojiler ve beyaz eşya kodları vurgulanırken yazılım boyutunda ise sıklıkla sosyal ağ, arama motoru, web sitesi, kodlama ve mobil uygulama kodları vurgulanmıştır (Tablo 11; ss.86). Alanyazında öğretmenlerin en çok rağbet

gösterdikleri iletişim kanallarının internet ve sosyal ağlar olduğu ve son yıllarda günlük hayata dair birçok ihtiyacın internet üzerinden gerçekleştirilebildiğine dair çalışmalar mevcuttur (Toprak ve Küçük, 2019). Buradan hareketle öğretmenlerin YZ ile ilgili ifade ettikleri kodların özellikle internet temelli günlük hayat tecrübelerinden ileri geldiği ve bu sebeple geleneksel donanım ürünlerinin nadiren ifade edildiği söylenebilir.

Araştırmanın ikinci sorusunda günümüzde YZ teknolojilerine olan rağbetin nedenleri ile ilgili öğretmenlerin görüşleri incelenmiştir. Öğretmenler YZ teknolojilerine gösterilen rağbetin her geçen gün artmasının sebeplerinin hem insanlardan hem de YZ' nin bazı özelliklerinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir (Tablo 12; ss.89). YZ teknolojilerine olan rağbetin insan kaynaklı sebeplerinin bilimsel ve teknolojik gelişmeler, rahat yaşama arzusu, tüketim toplumu olma, sağlık hizmetlerini geliştirme ve karar verme ihtiyacı olarak ifade edildiği görülmektedir (Tablo 12; ss.89). Bu durum bilim ve teknolojinin söz gelimi ışık hızındaki gelişiminin insan hayatını her bakımdan etkilemesiyle ilintili olması şeklinde yorumlanabilir. Öte yandan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin insan hayatını birçok alanda değiştirmekle beraber toplumu oluşturan bireylerden de bazı yeni becerileri beklediği ve bu beklentilerin de insanları YZ' ye yakın olmayı zorunlu kılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Söz konusu bu sonuç yapılan bazı çalışmalarla örtüşmektedir (Arslan, 2020; Demirkaya ve Sarpel, 2018).

Yapay zekânın küresel sorunlara çözüm sunma ve küresel bir güç simgesi haline gelme ve zaman tasarrufu ile iş kolaylığı sağlama özelliklerinden dolayı insanların rağbet gösterdiği bir alan olması katılımcılar tarafından sıklıkla ifade edilmiştir. Elde edilen bu sonuç yapılan bazı çalışmalarda da sıklıkla vurgulanmıştır (Balbal, 2016; Çınarlı-Ergene, 2019; Uysal, 2016). YZ' nin veri analizi ve çeşitli ölçme işlemlerinde hassas davrandığı (Tablo 12; ss.89) öğretmenlerce ifade edilmiştir. Öğretmenler burada sınırları net bir biçimde belirlenemeyen niteliklerin ya da niceliklerin (öğrenme biçimi, zekâ türü, akademik başarı ve performans vb.) ölçümünde hassas, esnek ve objektif sonuçlara ulaşılması bakımından YZ' nin kullanılabileceğine vurgu yapmak istemiş olabilirler. Söz konusu bu sonuç alanyazın ile paralellik göstermektedir (Bahadır, 2013; Çebi, 2011; Çırak, 2012; Özdemir ve Kalinkara, 2020).

Araştırmanın üçüncü sorusunda öğretmenlerin yapay zekâ ile ilgili düşüncelerinin neler olduğu incelenmiştir. Öğretmenler YZ' nin olumlu yönlerini fırsat eşitliği sağladığını, bireysel farklılıkları gözettiğini, ilgi çekici olduğunu, birden çok disiplini barındırdığını, insanla etkileşimli olduğunu, hastalıkların erken tanısını ve tedavisini sağlayabildiğini geleceğin mesleklerinin belirleyicisi olduğu şeklinde ifade ettikleri görülmektedir (Tablo 13; ss.92). Buradan hareketle öğretmenlerin YZ' nin çoğunlukla olumlu baktıkları söylenebilir. Elde edilen bu sonuç çeşitli çalışmalarda da vurgulanmıştır (Arslan, 2020; İşler ve Kılıç, 2021; Taşçı ve Çelebi, 2020). Öğretmenlerin YZ teknolojilerinin bilişsel gelişimi yavaşlatma, insanları yalnızlaştırma, kültürel yozlaşmaya sebep olabilme, duyguları değersizleştirebilme, zaman kaybına sebep olma, işsizlik tehdidi barındırma ve fiziksel aktiviteyi azaltma gibi olumsuz yanlarına da vurgu yaptıkları görülmektedir (Tablo 13; ss.92). Buradan hareketle öğretmenlerin YZ' nin güncel bir teknoloji olmasından dolayı bu alana temkinli yaklaştıkları yorumu yapılabilir.

Teknoloji, insan yaşamının olmazsa olmazı kabul edildiğinden beri insanoğlu bu durumun olumlu ve olumsuz bazı yanlarıyla adeta sınındığı söylenebilir. YZ teknolojileri doğumundan bu yana eğitim, hukuk, iletişim, tıp, lojistik vb. birçok alanın gelişimine destek olmakla birlikte tüketim toplumunun kontrolsüz ilerleyişine de aracı olmuştur. Buradan hareketle tüketim anlayışının tüketim alışkanlıklarını yönetenler tarafından belirlenerek yapay ihtiyaçların ön plana alındığı ve toplumda üretim ve tüketim döngüsünün YZ teknolojileriyle yönetildiği söylenebilir (Yıldırım, 2020). YZ teknolojileri konusunda kendini geliştirmiş ülkeler bu teknolojinin meyvesini yerken aynı zamanda gelişmemiş ülkelere kaygı aşıladıkları söylenebilir. Öte yandan milli ve manevi değerlerin örseleneceği kaygısının ülkelerle güncel teknolojilerin arasını açacağı çıkarımı yapılabilir (Yıldırım, 2020).

Araştırmanın dördüncü sorusunda öğretmenlerin mesleki görevlerini yerine getirme konusunda yapay zekâdan alınabilecek destek ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Öğretmenler mesleki görevlerini destekleme, akademik başarıyı artırma ve nitelikli veri analizi yapabilme özelliklerinden dolayı YZ' den yardım alınmasını gerekli gördüklerini ifade etmişlerdir (Tablo 14; ss.95). Buradan hareketle öğretmenlerin mesleki görevlerini yerine getirirken YZ' den yardım alma konusuna çoğunlukla sıcak baktıkları söylenebilir. Öğretmenlerin bazı sınav sonuçlarının analizini yapma, yoklama alma, çeşitli evrakları hazırlama ve nöbet tutma vb. görevleri de

düşünüldüğünde öğretmenlerin burada en verimli zamanlarını öğrencilerine ve gerektiğinde de kendilerinin akademik, mesleki, sosyal vb. çeşitli alanlardaki gelişimlerine ayırmak istemeleri ve bu bakımdan da YZ teknolojileri ile bazı görevlerini paylaşmak istedikleri çıkarımı yapılabilir. Öğretmenler okulun ve sınıfın güvenliğini sağlamak amacıyla yapay zekâdan yardım alınması gerektiğini savunmalarının sebebinin nöbet görevi de dâhil olmak üzere öğretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sırasında birtakım güvenlik problemleriyle de baş etmek zorunda olması olabilir. Demir ve Oral (2016) öğretmenlerin nöbet görevlerine ilişkin algılarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada öğretmenlerin genel manada nöbet görevinden hoşlanmadıkları, nöbet görevinin farklı kuruluşlara devredilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Öğretmenlerin nöbet görevleri konusunda YZ gibi ileri bir teknolojinin umut verici olduğu savunulabilir.

Özbilen ve Günay (2017) ise yaptıkları çalışmada öğretmenlerin nöbet görevi sonucunda öğretim faaliyetlerindeki performanslarının düştüğü ve iş yükünü gereksiz yere artırarak zaman kaybına sebep olduğu ifade edilmiştir. Buradan hareketle öğretmenler nöbet görevi sırasında YZ teknolojilerinden sadece destek almak istedikleri yani bir başka deyişle tamamen YZ teknolojisine bir görev bırakma kanaatinde olmadıkları sonucuna ulaşılabilir. Elde edilen bu sonuç Kolchenko (2018), Schiff (2020), Felix (2021) ve Çetin ve Akbaş (2021) çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin, eğitim-öğretim süreçlerinde güncel yaklaşımların benimsenmesini gerekli kılmasıyla birlikte yaparak yaşayarak öğrenme, hayat boyu öğrenme, tam öğrenme gibi anlayışların kabul gördüğü ve bu süreçte okullardan beklenenler ve öğrencilere kazandırılmak istenen becerilerin de değiştiği söylenebilir. Eğitim kurumlarında öğrencilere çağın gerekliliklerine uygun becerilerin kazandırılması konusunda aktif rolün öğretmenlerde olduğu düşünülürse, öğretmenlerin hem kendi becerilerinin hem de öğrencilere kazandırabilecekleri becerilerin önemi karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenlerin bazı görevleri yerine getirirken YZ' den yardım almaya sıcak bakmalarının bir diğer sebebi ise, içinde bulunduğumuz çağda meydana gelen büyük teknolojik gelişmelerle beraber eskiye nazaran daha yüksek bir oranda iletişim kurma ve etkileşimde bulunma durumu olabilir.

Günümüzde geleneksel anlayıştan uzaklaşıp teknolojiyle iç içe bir yaşam süren öğretmenlerin kendi branşlarıyla ilgili güncel bilgileri bilerek öğrencilere

öğrenme sürecinde yardımcı olma, öğretim faaliyetlerinde etkili bir yol izleme, çeşitli etkinliklerle öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirme faaliyetlerinin daha çok önem kazandığı Karacaoğlu (2008) tarafından ifade edilmiştir. MEB Öğretmen Yeterlilikleri Belgesi' nde öğretmenlerin mesleki becerileri yeterlilik alanı, eğitim ve öğretim faaliyetlerini verimli bir şekilde planlamaları ve bu süreçte çalışmalarını uygun maliyete, zamana ve öğretim mekânının fiziksel şartlarına göre düzenlemesi gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin öğretim ve öğrenme süreçlerinin verimini artırmak amacıyla iletişim ve bilgi teknolojilerinden olabildiğince faydalanmaları ve yine zamanı etkin bir biçimde kullanmaları gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2017). Buradan hareketle öğretmenlere atfedilen bu görevlerin verimini artırma bakımından öğretmenler YZ ile bazı görevlerini paylaşmak istiyor olabilirler.

Öğretmenler fen bilimleri öğretimi faaliyetlerinde dikkat çekmek ve bir konuda karar vermek amacıyla da YZ teknolojilerini kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Buradan hareketle öğretmenlerin YZ' yi hem gereken kazanımları edindirme hem de öğrenciler ile ilgili çeşitli kararların alınma boyutunda kullanmak istedikleri söylenebilir. Bu sonuç alanyazında bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Günlü (2019) yaptığı çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik imkânları fen bilimleri öğretiminde özellikle ders işleyişinde tercih ettiklerini ve öğrenme süreçlerini tamamlayıcı çalışmalarda kullandıklarını ortaya çıkarmıştır. Genel olarak fen bilimleri öğretmenlerinin yüzeysel cevaplar vermeleri onların YZ teknolojilerini henüz gerçek anlamda derslerde ya da okulda kullanamadıklarından kaynaklandığı yorumu yapılabilir.

Öğretmenler YZ destekli teknolojiler ile ilgili duygusal yönlerinin olmaması, duygu analizlerini sınırlı düzeyde yapabilmesi, iletişim kurma konusunda tekdüze davranması, insanlarla iletişimin tekdüze ilerlemesi ve dar YZ döneminde olması şeklinde görüş bildirmişlerdir (Tablo 14; ss.95). Buradan hareketle fen öğretiminde YZ teknolojilerinin olumsuz yanlarının da olabileceğinin ifade edildiği görülmektedir. Bu sonuç Çetin ve Akbaş (2021) tarafından yapılan çalışmayla paralellik göstermektedir. Öğretmenlerin derslerinde YZ' yi kullanma konusunda çeşitli görüşlere sahip olmaları onların bu konuda istekli ve meraklı olmalarını gösterirken aynı zamanda bazı olumsuz yanlara da vurgu yapma gereği duymalarının nedeni, onların fen öğretiminde YZ' ye yer verilmesi konusunda temkinli yaklaşıtlarının göstergesi olabilir. Öğretmenler özellikle YZ teknolojilerinin duygusal yanının

eksikliğine dile getirirken aslında öğretmenlerle öğrenciler arasında kurulan bağa vurgu yaptıkları, bu bağın bir makine ile kurulamayacak kadar özel olduğuna dikkat çekmeye çalışmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Öğretmenler YZ teknolojilerinin insanlarla olan iletişimlerinin tekdüze olmaktan öteye gidemeyeceğini savunmaktadırlar (Tablo 14; ss.96). Buna benzer bir sonuç Çetin ve Akbaş (2021) tarafından ifade edilmiştir. Öğretmenlerin böyle bir görüşe sahip olmalarındaki etken günlük hayatlarında kullandıkları yapay zekâ destekli ürünlerle kurdukları iletişim kanallarında bazı sorulara cevap alamamaları ya da kısıtlı cevaplar almaları olabilir. Özdemir ve Kılınç (2019) şimdiye kadar YZ sınıfına alınan ve temas kurduğumuz, gördüğümüz ya da işittiğimiz tüm ürünlerin dar YZ kategorisine girdiğini ifade ederek dar YZ' lerin bazı alanlardaki kısıtlı görevleri yerine getirebildiklerini belirtmişlerdir. Buradan hareketle fen bilimleri derslerinde YZ' nin kısıtlı alanlarda belirli amaçlar için kullanılabileceği ve bunun da ancak öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca öğretmen ile öğrenciler arasındaki en belirgin iletişim yolunun genelde konuşma olduğu düşünülürse bu işlevin YZ' ye verilmesi durumunda bazı işlemler ve öğretmenlik mesleğinin işlevlerinin aksayabileceğine işaret edilmiş olabilir.

Günümüzde YZ teknolojilerinin öğrenebildiği alanların kısıtlı olmasından dolayı insanların duygusal bağlarını (empati, sempati, saygı sevgi, vb.) bu teknolojilerden beklemenin pek mümkün olmadığı söylenebilir. Göksel-Canbek ve Mutlu' nun (2016) sanal asistanları ele aldığı çalışmada mesaj gönderimi, mobil araçlarla yoluyla görüşme, uyarıcılar oluşturma, arama motorlarıyla bilgi arama vb. yapılabildiği ve ayrıca günümüzde özellikle İngilizce dil eğitiminde kullanıldığına ancak bu alanların önümüzdeki yıllarda genişleyeceğine vurgu yapılmıştır. Aynı çalışmada ayrıca teknolojinin öğretim ve öğrenme süreçlerine çokça kabul görmüş birtakım katkılarının olduğuna vurgu yapılmasına karşın eğitim ve öğretimde teknoloji çalışmalarının sadece bir araç olduğunun unutulmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Araştırmanın beşinci sorusunda öğretmenlerin yapay zekâ hakkında endişe duydukları durumlar incelenmiştir. Öğretmenlerin YZ teknolojileri ile ilgili endişe duydukları bazı nedenler; özel hayatın gizliliği, etik ilkeler, kişisel veri güvenliği, bilinçlendirme çalışmalarında yetersizlik, milli üretim eksikliği şeklinde ifade edilmiştir (Tablo 15; ss.100). YZ teknolojilerinin yasal sınırlarının henüz çizilmemiş olması, sonuçlarının insanoğlunu nereye götüreceğinin bilinmemesi vb. öğretmenleri bu

endişelere sürüklemiş olabilir. Öğretmenler burada YZ' nin birey haklarını gözeten milli bir teknolojiye dönüştürülmesiyle insanların güvenliğini kazanma olasılığının olduğunu ve bunun sonucunda hem kültürümüzü yansıtabileceğini hem de kötü amaçlı kullanımların en aza indirgenebileceğini vurgulamak istemiş olabilirler. Öğretmenlere göre YZ teknolojileri kaçınılmaz bir sürece dönüşmüştür ve insanların zihinsel-evrimsel süreçlerini yavaşlatmaktadır (Tablo 15; ss.100). YZ teknolojilerinin özel hayatın gizliliğine ve aile hayatına saygı göstermediği ifade eden Singil (2022) birçok kişinin mobil cihazları ya da bilgisayar teknolojilerini kullanırken farkında olmadan kişisel bilgilerine erişildiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada bu konuda şeffaf olunması ve bireylerin çeşitli konularda onayının alınmasının gereği vurgulanmıştır. Bu konuda katılımcıların da üzerinde durduğu bilinçlendirme çalışmalarının yapılmasının önemi karşımıza çıkmaktadır. Bu sonuç Çetin ve Akbaş' ın (2019) çalışmasında da vurgulanmıştır.

Öğretmenler YZ teknolojilerinin insanoğlunu kontrol altında tutmaya çalıştığını ifade etmişlerdir (Tablo 15; ss.100). Özellikle sosyal ağlarda yapılan filtreleme işlemi bu ifadeye örnek verilebilir. Filtreleme işlemi ayrıca insanların hangi konuda ne düşünceleri gerektiğini kalıplara oturtmaya çalışarak eşitlik ilkesini görmezden geldiği söylenebilir (Floridi, 2019; Singil, 2022). Katılımcıların yapay zekâ teknolojilerinin kötü amaçlar için de kullanılabileceğini ifade etmelerinin sebebi yasal sınırlarının çizilmemiş olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Singil (2022) bu konuda son yıllarda yüz tanıma teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan ayrımcılıkların oluştuğunu ifade etmiştir. Öğretmenler YZ ile ilgili etik ilkeler konusunda endişe duyduklarını ifade etmişlerdir (Tablo 15; ss.100). Günlük yaşamımızda neredeyse her alanda insan ile iletişim ve etkileşim kurarak varlığını sürdüren yapay zekânın bulunduğu kesime uyum sağlaması bakımından etik ilkeleri bilmesi gerektiği söylenebilir. YZ her geçen gün daha fazla oranda insanla aynı yaşam alanını paylaşmakta ve verdiği kararlar insan hayatını derinden etkilemektedir. Bu sebepten ötürü vereceği kararların iyi, kötü ya da ahlaki olup olmadığını karar verebilmesinin önemi karşımıza çıkmaktadır (Topakkaya ve Eyibaş, 2019).

Öğretmenler YZ teknolojisinden destek almış sistemlerin insanı oluşturan duygulardan yoksun olduğunu belirtmişlerdir. YZ teknolojilerinin sağlayacağı üstünlüğün ve gelişmişliğin asla insan seviyesine ulaşamayacağını savunan Topakkaya ve Eyibaş (2019) aynı şekilde yapay teknolojilerin insani düzeyde akla ve

duygulara sahip olamayacağını savunmuştur. Bu bakımdan yapay zekâya etik ve ahlaki ilkeleri de yine insanların kazandırabileceğini, bu konuda YZ teknolojilerinin söz konusu ilkeleri oluştururken dikkatli olmalarının önemine dikkat çekmiştir. Öğretmenler YZ teknolojileri konusunda insanların bilinçlendirilmesi konusunda ciddi çalışmalar yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Öğretmenler YZ destekli sistemlerin güven vermediğini ifade etmişlerdir. Buradan hareketle YZ teknolojilerinin henüz gelişim aşamasında olması, somut olarak sınıf içerisindeki öğretim faaliyetlerinde sınırlı düzeyde kullanılabiliyor olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Söz konusu bu sonuç Çetin ve Akbaş (2019) çalışmasında belirtildiği üzere YZ sistemlerinin yeni olmasının bir sonucu olarak bu sistemlere duyulan güvenin düşük olması ve insanların çekimser davranması çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu durum aynı çalışmada YZ sistemlerinin dezavantajları sınıfına alınmıştır.

Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın ikinci alt problemi olarak belirlenen “Yapay zekâ teknolojilerinin fen öğretiminde kullanılabilirliğini etkileyen durumlar nelerdir?” sorusu yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular dikkate alınarak tartışılmıştır.

Araştırmanın altıncı sorusunda fen öğretiminde yapay zekânın uygulanabilirliği hakkında öğretmenlerin görüşleri incelenmiştir. Öğretmenler eğitimde YZ teknolojilerini uygulanabilirliğiyle ilgili bu uygulamaların öncesinde öğretmenlerin almaları gereken eğitime vurgu yapmışlardır (Tablo 16; ss.104). Öğretmenler burada YZ teknolojileri ile ilgili hizmet öncesinde ve içinde yapılması gereken eğitim-öğretim faaliyetlerinin önemini vurgulamış olabilirler. Benzer şekilde hayatımızın adeta her yanını saran YZ’ nin eğitim-öğretim süreçlerini ve olan öğretmenleri etkileyeceği için bu zaman zarfında öğretmenlerin rollerinin de değişeceğine işaret etmeleri bakımından söz konusu sonuç Ferikoğlu’ nun (2022) çalışmasıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde öğretim faaliyetlerinde ve öğrenme ortamlarında YZ teknolojilerinin rehberleri konumunda olan öğretmenlerin, teknoloji temelli uygulamalarda kendilerini geliştirmeleri, bilinçlenmeleri, gelişen teknolojiler bakımından kendilerini güncellemeleri gerektiğine işaret eden çalışmalar da mevcuttur (Alanoğlu ve Karabatak, 2020; İşler ve Kılıç, 2021). Ferikoğlu (2022) öğretmenlerin YZ teknolojileri ile ilgili farkındalık düzeyleri ile ilgili ölçek geliştirme

alışmasında 26 farklı branş arasında fen bilimleri ğretmenlerinin farkındalık düzeyi puanının 13. sırada olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu durum ise eğitim-ğretim faaliyetlerinde henüz tam anlamıyla YZ teknolojilerinin aktif olarak kullanımının mümkün olmamasına bağlanmıştır. Buradan hareketle öğretmenlerin hizmet içindeki dijital uygulamalara hâkim olabilmeleri için hizmet öncesi eğitim ve ğretim faaliyetlerinde teorik ve uygulamalı çalışmalara yer vermelerinin önem arz ettiği sonucuna ulaşılabilir (Ferikoğlu, 2022).

Öğretmenlerin eğitimde YZ teknolojilerinin uygulanabilirliği konusunda velilerin de bu teknolojilerle ilgili gereken eğitimleri almalarını vurgulamaları (Tablo 16; ss.105), velilerin bu alanda yeterli düzeyde farkındalık geliştirmelerinin önemine vurgu yapılmak istenmesi olabilir. Aynı zamanda burada eğitim-ğretim faaliyetlerine ailelerin aktif katılımının öğrencilerin başarılarına pozitif yönde etki etmesine ve bu konuda öğretmenlerle aile üyelerine çeşitli görevler düştüşüğü ne vurgu yapılmak istenmiş olabilir. Söz konusu bu sonuç alanyazın ile örtüşmektedir (Tabak, 2020). Öte yandan bu duruma Eğitim 2023 Vizyon’ unda da değinilerek özellikle eğitimde dijitalleşme adımlarında velilere yönelik özel eğitimlerin verilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2018).

Öğretmenlerin YZ teknolojileri ile ilgili pilot çalışmaları vurgulamaları (Tablo 16; ss.104), eğitimde YZ teknolojilerinin eğitim kurumlarında anlamlı öğrenme çıktılarını elde edebilmek için yeterince deneme ve alıştırma yapılması gerektiğine inanmalarından kaynaklanıyor olabilir. İşler ve Kılıç’ ın (2021) alışmasında eğitim gibi hassas bir alanda YZ gibi güncel bir teknolojinin başarılı sonuçlara imza atabilmesi için yeterince araştırma yapılarak tecrübe kazanılması önerilmiştir. Söz konusu bu sonucun araştırmanın ilgili sonucuyla paralellik gösterdiği söylenebilir. Öte yandan bu sonucun, öğrencilerin çevrelerini en iyi şekilde gözlemlmeleri ve karşılaştıkları problemlere en erken yaşta çözüm üretebilecek kabiliyette olmalarının çeşitli disiplinlerce sağlanmasının gelişmiş ülkelerin eğitim sistemlerinin temel hedefleri sınıfına alındığının vurgulandığı Eğitim 2023 Vizyon’ unun dijital içerik başlığı açısından da önem arz ettiği söylenebilir (MEB, 2018).

Öğretmenler eğitimde YZ’ nin uygulanabilir bir alan olması için uygun materyallerin tasarlanması ve bu konuda eğitim kurumlarının ekonomik olarak desteklenmesi gerektiğini vurgulamışlardır (Tablo 16; ss.105). Bu konu 2023 Vizyon Belgesi’nde ğretim materyallerinin doğasının öğrencilerin doğasına uyumlu

olmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur. Ayrıca günümüzde öğrencilerin, öğrenme sürecine aktif katılmayı hedefleyerek kendi ayakları üzerinde durmayı başarabilmek adına aktif katılımcı olarak tecrübeler kazanmayı ve sorgulama kabiliyetini işe koştan özellikle bir kesim olduğu açıkça yazılmıştır (MEB, 2018).

Öğretmenler eğitimde YZ teknolojilerinin uygulama alanlarını; ölçme ve değerlendirme, mesleki ve kişisel rehberlik çalışmaları, akademik ve mesleki başarının öngörülmesi ve laboratuvar güvenliği olarak ifade etmeleri (Tablo 16; ss.104), YZ' nin öğrenciler, öğretmenler ve öğrenme ortamı için çeşitli amaçlarla kullanılabilecek bir yapısının olduğunun göstergesi olabilir. Buradan hareketle öğretmenler YZ' nin bu uygulama alanlarında oldukça bireysel, özel ve esnek öğrenme hizmeti sunmakla birlikte öğrencilerin neyi nasıl öğrendiği, öğrenirken hangi duyguları yaşadığı vb. ile ilgili verileri de sunabilen bir yapısının olduğuna işaret etmiş olabilirler. Benzer şekilde YZ ile her öğrencinin eğitim-öğretim sürecinde kişisel özelliğini göz önünde bulundurarak problem yaşanan noktalarda ilgili öğrenciye seçenekler sunulduğu, öğrencilerin bilgi birikimlerini saptayarak eksik oldukları noktalara yoğunlaşarak onların gelişimlerini desteklediği, çeşitli öneriler sunma yoluyla kişisel rehberlik sürecini yönetilebileceği ifade edilmiştir (Kuprenko, 2020).

Öğrencilerin akademik başarı düzeyini ortaya çıkarma yoluyla tanımlanan performans düzeyine göre her bireyi başarılı olabileceği bölümlere yönlendirmek eğitim sistemlerinin temel görevlerindendir (Silah, 2003). Bu sebeple öğrencilerin bireysel farklılıklarının ve çeşitli özelliklerinin gözetilerek yeterli düzeyde başarı sağlayabilecekleri çalışma alanlarına yönlendirilmesinin önemi büyüktür (Silah, 2003). Türkiye' nin eğitim sisteminin başarı odaklı olduğu, bundan dolayı da öğrenenlerin en belirgin hedeflerinin lisans eğitime hak kazanabilmek şeklinde ifade edildiği (Yıldırım, 2006) düşünülürse, akademik başarıda istenilen hedeflere ulaşılması için gereken yönlendirmenin yapılabilmesi için öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen faktörlerin psikolojik, sosyolojik, ekonomik vb. çeşitli açılardan irdelenmesi gerektiği söylenebilir (Özdemir, 2016). Benzer biçimde YZ teknolojileri sayesinde öğrenciler bir programa devam ederken program sonunda elde edebilecekleri akademik başarının kestirilmesi, öğrencilerin başarısında etkili olan faktörlerle bu faktörlerin başarı üzerindeki yansımalarının neler olduğu süreç içerisinde belirlenebileceği Aydoğan (2017) tarafından belirtilmiştir. Öğrencilerin akademik başarılarının izlenmesi ve anlık dönütler sağlayarak öğrencilerin

gelişimlerinde YZ teknolojilerinin aktif rol oynayacağı İşler ve Kılıç' ın (2021) çalışmasında belirtilmiştir.

Öğretmenlerin eğitimde YZ teknolojilerinin uygulama alanı olarak başarı tahmini uygulamalarını vurgulamaları (Tablo 16; ss.104), bu durumun eğitim ve öğretim ile alakalı tüm grupları doğrudan etkileyen önemli bir süreç olduğu karşımıza çıkmasından kaynaklanabilir. Bu bakımdan akademik başarının kestirimini sağlayan YZ modelleri, öğrenenlerin eğitim ve öğretim kariyerleri ile ilgili en isabetli kararların alınmasında yol gösterici nitelikte olduğu çıkarımını yapabiliriz. Bu sonuç Bahadır (2013) ve Çırak' ın (2012) çalışmasında da ifade edilmektedir. Bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişimin eğitim-öğretim süreçlerine ve hatta öğrencilerden beklenen becerilere de yansarak tüm bu süreçleri etkisi altına alacağı kaçınılmaz bir durum haline gelmiştir. Bu bakımdan günümüzde öğrencilerin başarı düzeylerini belirlerken salt klasik değerlendirmelere bağlı kalmak yerine başarının şekillenmesinde etkili olan tüm değişkenlerin bir bütün olarak işe koşulmasının önemi karşımıza çıkmaktadır. YZ' nin bu konudaki ümit verici sonuçları çeşitli bilimsel çalışmalarca ortaya konulmuştur (Bahadır, 2013; Selvi, 2020).

Öte yandan YZ teknolojileri sayesinde öğrenenlerin başarı düzeylerinin tahmin edilmesi, başarı veya başarısızlık sebeplerinin tespit edilmesi için kullanılabileceği sonucu çeşitli çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir (Altun, Kayıkçı ve Irmak, 2019; Kardaş ve Güvenir, 2020; Yelegin, 2012). Benzer şekilde öğrencilerin mezun oldukları lise türleriyle diploma puanları ve yerleştikleri lisans programı arasındaki ilişkinin başarılı bir şekilde tespit edilebileceği Ayık, Özdemir ve Yavuz' un (2007) çalışmasında ifade edilmiştir. Birtıl (2011) ise çalışmasında öğrencileri hedef alarak onların başarısızlık durumlarına etki eden etmenlerin neler olduğu üzerinde durarak öğrenen kesimi başarısızlığa iten sebepleri ve aralarındaki ilişkileri şeffaf bir şekilde ifade edileceğini savunmuştur.

Kınay (2016) üniversitelerin e-öğrenme sistemi üzerindeki öğrenen hareketliliğini temel alarak öğrencilerin derslerden geçme veya kalma durumlarını önemli ölçüde öngörebilen bir modelin tasarlanabileceğini savunmuştur. Yurdakul (2015) ise öğrencilerin performanslarını etkileyen etmenleri tanımlama yoluyla başarı veya başarısızlık durumlarını tetikleyen durumların aralarındaki ilişkinin yeterli düzeyde saptanabileceği ifade edilmiştir. Gaafar ve Khanmis (2009, Akt; Özbay, 2015) çalışmasında çeşitli veri tabanlarından faydalanarak öğrencilerin amaçlamış

olan başarı düzeyine ulaşabilen ve eğitim-öğretim kademesini terk edebilecek şeklinde iki çeşit olarak gruplandırılmasının mümkün olabileceği vurgulanmıştır. Tüm bu sonuçların araştırmanın ilgili mülakat sorusundan elde edilen sonuçları destekleyecek nitelikte olduğunu söylenebilir.

Öğretmenler ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinin YZ teknolojileriyle yürütülebileceğini ifade etmeleri (Tablo 16; ss.105), eğitim-öğretim sürecinde isabetli sınıflamaların yapılmasını ve nitelikli kararların alınması gerektiren çok ciddi bir süreç olduğundan ileri geldiği çıkarımı yapılabilir. Ölçme ve değerlendirme çalışmalarının sadece sonuca değil sürece de odaklanması durumunda öğrenenlerin düşünmeye, sorgulamaya, bilgi alışverişi yapmaya teşvik edildiği ve bu sayede daha üst düzey zihinsel becerilerini harekete geçirebildikleri Bertiz ve Uluçınar-Sağır (2019) tarafından ifade edilmiştir. Bu süreçler sağlanabilirse süreç sonucunda öğrencilerin öğrenme sorumluluğu almalarının da yeterli düzeyde sağlanabileceği çıkarımı yapılabilir. Bu konuda Kuşçu (2007) öğretim elemanlarının performanslarını değerlendirmiş ve geleneksel tekniklerden daha nitelikli sonuçları elde ettiğini ifade etmiştir.

Alam & Pandey (2017), Ayca ve Hasan (2017), Bakanay (2009), Çebi (2011) ve Kamath (2014) öğrencilerin performanslarını YZ tekniklerinden faydalanarak değerlendirmiş ve YZ' nin geleneksel tekniklere göre daha gerçekçi, hassas, objektif, isabetli ve doğru sonuçlar verdiğini savunmuşlardır. Bu sonuçlar araştırmanın bu konudaki sonucunu destekler niteliktedir. Yıldız (2014), eğitim-öğretim sürecini uzaktan devam ettiren öğrencilerin performanslarının YZ ile başarılı bir biçimde değerlendirilebileceğini savunurken Öcal (2015) ise öğretmen adaylarının performanslarının YZ ile daha yüksek puanlı olarak değerlendirilebileceğini vurgulamıştır. Söz konusu bu sonuçlar, araştırma sonuçlarını destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Öğretmenler YZ teknolojisinin eğitimdeki uygulama alanı olarak mesleki rehberlik sürecini ifade etmeleri (Tablo 16; ss.105), meslek seçiminin son derece önemli bir konu olması ve mesleki rehberlik süreçlerinin titizlikle yürütülmesinin, ileri yaşlarda bireylerin verimli ve topluma uyumlu bireyler olarak yetişmelerinde etkili olduğuna vurgu yapmak istemeleri olabilir. Yapılan bazı çalışmaların YZ teknikleri ile öğrencilerin başarılı olabilecekleri alanların doğru saptanmasının mümkün olacağını ortaya koyduğu söylenebilir. Uzun (2008) çalışmasında yapay zekâ teknikleri ile

mesleki-teknik eğitim veren okullardaki öğrencilerin alan seçimlerinde esnek yapısıyla başarıyla uygulanabileceğini ifade ederken Lee (2010) ise çalışmasında mesleki başarının bağlı olduğu değişkenleri ortaya çıkarmak amacıyla YZ' den yaralanmış ve kullandığı modelin başarısını %93,54 olarak açıklamıştır. Söz konusu bu çalışmalarda da ifade edildiği üzere eğitim-öğretim sürecinde özellikle mesleki rehberlik boyutunda YZ teknikleriyle ümit verici sonuçlara ulaşılabileceği söylenebilir.

Benzer şekilde bir milletin gelişiminin temelini oluşturan bireylerin kendi kişisel özelliklerinden toplumun beklentileri dâhilinde faydalanmak için gereken mesleki rehberlik desteğinin verilmesinin önemine vurgu yapan Erkalın, Calp ve Şahin' in (2012) çalışmasında, Çoklu Zekâ Kuramı temel alınmış ve her bireyin zekâ alanına göre başarılı bir şekilde yönlendirilebileceği savunulmuştur. Söz konusu bu sonuç araştırma sonuçlarını desteklemektedir (Tablo 16; ss.104). Yücel (2012) ise öğrencilere akademik işlemlerinde destek sağlaması amacıyla öğrencilerin ders seçimlerinde onlara yardımcı olup çeşitli öneriler sunabilecek bir yazılım geliştirme sürecinin başarıyla sağlanabileceğini savunmuştur. Öte yandan bir başka çalışmada liseden mezun olan öğrencilerin lisans eğitimini devam ettirmek istedikleri lisans eğitim kurumlarının seçim sürecinde yaşanan belirsizlikleri giderme konusunda yapay zekâdan yardım alınması gerektiği savunulmuştur (Akkaş, 2018).

Katılımcılar eğitim-öğretim sürecinde çeşitli yönlendirmelerin yapılmasına vurgu yaparak mesleki rehberlik süreçlerinin önemini vurgulamışlardır (Tablo 16; ss.104). Katılımcıların bu durumu vurgulamalarında yapılan isabetli yönlendirmelerin öğrencilerin ilerleyen yıllardaki başarısız olacakları durumların önleyebilme olduğu söylenebilir. Bu sonucu destekleyen bir çalışma olan Kayhan' ın (2019) çalışmasında bu durum ele alınarak gereken zamanda planlandığı gibi mezun olamayan öğrencilerin aile ve ülke ekonomisine olumsuz etki edebileceğini, genç iş gücünü azaltabileceğini vurgu yapmıştır. Ulaşılan bu umut verici sonuçlar araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin ifadelerini destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Araştırmanın yedinci sorusunda öğretmenlerin fen öğretiminde yapay zekânın gerekliliği hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin eğitimde YZ teknolojileriyle ilgili derslerdeki motivasyonu ve ilgiyi artırmak, ölçme-değerlendirme çalışmalarında güvenilirliği sağlamak, öğrenme sürecinde merakı tetiklemek, sınav odaklı eğitim sisteminden uzaklaşmak ve öğretmenlerin iş yükünü azaltma nedenlerinden dolayı bu teknolojileri gerekli gördüklerini ifade etmişlerdir (Tablo 17;

ss.109). Buradan hareketle öğretmenlerin bu teknolojinin genellikle olumlu ve yapıcı yanlarına odaklanmalarından dolayı eğitimde gerekli bir alan olarak gördükleri söylenebilir. Öte yandan öğretmenler YZ teknolojileriyle derslerdeki motivasyonu ve ilgiyi artırmanın, ölçme-değerlendirme çalışmalarında güvenilirliği sağlamanın, öğrenme sürecinde merakı tetiklemenin, sınav odaklı eğitim sisteminden uzaklaşmanın mümkün olabileceğini ifade etmeleri (Tablo 17; ss.109), YZ teknolojilerinin eğitim-öğretim ile ilgili birden çok alana hizmet etmesini ümit etmelerinden kaynaklanıyor olabilir.

Öğretmenler eğitim-öğretim sürecinin çeşitli alanlarında YZ teknolojilerini gerekli görmenin yanında öğretim ortamlarının çeşitli yönlerden zenginleştirilebileceğini vurgulamışlardır (Tablo 17; ss.109). Bunun nedeni ise, öğrencilerin fen öğretimi süresi boyunca kazanmaları gereken hedef davranışlara ulaşmak amacıyla gerekli etkinliklerin planlı bir biçimde uygulanması için belirlenecek öğretim yöntem ve tekniklerine vurgu yapmak istemeleri ve bireylerin öğrenme sürecine aktif katılarak konuda öğrenme sorumluluğu almasının önemini vurgulamak istemeleri olabilir. Yapılandırmacı yaklaşımın esas alındığı öğrenme ortamlarına baktığımızda, öğrenciler bu süreçte etkin rol alırken deneylerle desteklenen tartışmaların yapıldığı ve bilgi öbeklerinin öğrenciler vasıtasıyla şekillendirildiği ortamlar şeklinde ifade etmek mümkündür (Korkmaz, 2018). Öğrenenlerin tutumu, kişiliği, öğrenme konusundaki hızını ve güdülenme düzeyini etkileyen en önemli unsurlardandır (Karadağ, 2010). Bu bakımdan etkili ve sürdürülebilir bir öğrenme süreci için öğrencilerin ihtiyaçlarına hitap edebilecek şekilde öğrenme ortamının düzenlenmesinin önemi karşımıza çıkmaktadır.

Katılımcılar eğitimde dijitalleşme ve kalıcı öğrenmeyi sağlaması, öğrenmede merakı tetiklemesi bakımından eğitimde YZ' yi gerekli gördüklerini ifade etmişlerdir (Tablo 17; ss.109). Bu konuda 2023 Vizyon Belgesi' nde verimli öğrenme ortamlarının oluşturulmasında etkili olan araçlar dijital içerikler olarak ifade edilmiş ve dijital içeriklerle ilgili, pedagojik alt yapısı kuvvetli, kavramsal derinliğe önem veren, konulara bütünsel yaklaşan ve etkileşimi yüksek düzeyde olan materyaller olarak betimlenmiştir (MEB, 2018). Buradan hareketle Türkiye' nin belirlemiş olduğu hedeflere ulaşılması bakımından YZ teknolojilerine verilmesi gereken önem ortaya çıkmaktadır. Ayrıca buradan elde edilen sonuç ve çıkarımlar Karaca ve Karaca (2021) tarafından yapılan çalışmada elde edilen eğitimin dijitalleşmesi konusunun

ilgili vizyon belgesinde üzerinde durulduğu sonucuyla örtüştüğü ifade edilebilir. Öte yandan fen bilimleri dersi öğretim programında öğrencilerimizin ulusal ve uluslararası çapta ihtiyaç duyacakları becerileri Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi olarak belirtilerek bunlardan birisinin dijital yetkinlik olduğu ifade edilmiştir. Dijital anlamda yetkinlik ise, bireyin hayatının her alanında bilgi ve iletişim teknolojilerini bilinçli bir şekilde kullanarak bilgiye ulaşma, ulaşılan bilgiyi değerlendirebilme ve saklayabilme, bilgi üretimi sonucunda bilgi alışverişinde bulunabilme amacıyla bilgisayar kullanabilme olarak tanımlanmıştır (MEB, 2018). Bu bakımdan Dijitalleşme sürecine verilmesi gereken desteğin önemi ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın sekizinci sorusunda öğretmenlerin yapay zekâyı fen bilimleri derslerinde tercih etme ya da etmeme nedenleri incelenmiştir. Öğretmenlerin fen öğretiminde YZ teknolojilerinin öğrencileri daha iyi tanıyabilme, anlık dönüt oluşturma, materyal desteği sağlama ve süreç odaklı değerlendirme vb. nedenlerinden dolayı tercih edilebileceğini ifade etmelerine karşın bu konuda bazı sınırlılıkları ise teknik aksaklıklar, sınıf mevcudu ve öğrencilerin hazırbulunuşluğu vb. kodları ile ifade etmişlerdir (Tablo 18; ss.103). Buradan hareketle öğretmenlerin fen öğretimi faaliyetlerinde çeşitli sınırlılıkları bulunsada YZ teknolojilerini tercih edebilecekleri çıkarımı yapılabilir. Öğrencileri daha iyi tanıyabilme noktasında öğrencilerin öğrenme süreçlerinde farklı bakış açılarından dolayı farklı öğrenme becerilerinin olduğu ve bu bakımdan başarısızlık yaşanan durumlarda öğrencilerin maruz kaldıkları öğretim kanallarının da payının olduğu Uysal (2016) tarafından ifade edilmiştir.

Tatar ve Tatar (2007) her bireyin kendine has bir yapısının olduğu ve bunun ne sebeple olursa olsun göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Buradan hareketle bilgi toplumu, öğrenen kesimin biricikliğinin her zaman ön planda tutulduğu, her türlü fikrin değerli olduğu ve bu yüzden yaratıcılık ile girişimcilik durumlarının teşvik edildiği ortamların oluşturulmasının hedeflendiği söylenebilir (Özdemir, 2016). Öğrencilerin istenilen düzeyde başarıya ulaşmalarındaki kilit kavram olan öğrenme stillerini gözetmek, hem öğrenim sürecinde hem de gelecekteki mesleki yaşantılarında çeşitli başarılarla imza atabilmelerini sağlarken eğitimci kesime de öğrenciler için imkânlar sunmada yardımcı olacağı sonucuna varılabilir (Çınarlı-Ergene, 2019). Buradan hareketle öğrencilerin ulusal ve uluslararası sınavlarda istenilen başarıya ulaşabilmeleri için öğrenme stillerinin ve dolayısıyla bireysel farklılıklarının gözetilmesi YZ teknolojileri ile mümkün olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Öğretim faaliyetlerinde öğretmenlerin en büyük destekçisi olan öğretim materyalleri, öğrenme süreçlerinin yürütülmesini ve öğrenmenin kalıcılığını yakından ilgilendiren bir konudur. Öyle ki Yıldız (2010) fen bilimleri derslerinde materyal kullanımını incelemiş ve materyal desteğinin akademik başarının artırılmasında yaklaşık %95 payının olduğunu, fen dersleri materyallerle desteklendiğinde öğrencilerin merak ettiklerini daha fazla araştırma heveslerinin oluştuğunu, materyal kullanmanın derse olan motivasyonu tetiklediğini ifade etmiştir. Aynı çalışmanın diğer çarpıcı sonuçlarına baktığımızda materyal kullanımının öğrencilerin iletişim becerilerini ve sorumluluk seviyelerini güçlendirdiği, öğrencilerin özgüvenlerini artırdığını, el becerilerini geliştirdiğini, kalıcı ve anlamlı öğrenmelerin sağlanabildiğini, derslerin sıradanlıktan ve sıkıcılıktan kurtardığını, öğretmenler ise yaklaşık %70 oranında ders kitabına göre olması gereken materyalleri edinmekte zorlandıklarını belirtmiştir. Tüm bunlar değerlendirildiğinde fen bilimleri dersinde materyal kullanımının ve okullarda materyal kapasitesinin önemi karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda teknolojinin ilerlemesiyle beraber materyallerde de güncelliğin korunması ve büyük önem arz eden materyal yeterliliği konusunun YZ teknolojileri sayesinde en acil biçimde kapatılabileceği sonucuna varabiliriz (Balbağ, Leblebicier, Karaer, Sarıkahya ve Erkan, 2016).

Öğretmenler fen bilimleri derslerinde YZ destekli teknolojilerin işbirlikli öğrenme çalışmalarını desteklemesi bakımından kullanılabileceğini vurgulamışlardır (Tablo 18; ss.113). Yapay zekâ teknolojilerinin uygulama alanlarından biri olan kodlama ve robotik alanı ile ilgili olarak Alimisis (2013), Chen, Quadir ve Teng (2011) çalışmalarında robotik ve kodlama temelli öğretim faaliyetleri veya ortamları ile öğrencilerin işbirlikli öğrenme süreçlerinin desteklenebileceği ifade edilmiştir. Kocaçıl (2020) çalışmasında programlanabilir eğitsel oyuncaklar kullanmış ve bu oyuncakların öğretim süreçlerinde öğrencilerde işbirlikli öğrenmeyi desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Öte yandan Azaz (2021) ise robotik ve kodlama eğitimleri ile işbirlikli öğrenme seviyesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. Buradan hareketle alanyazında araştırmadan elde edilen söz konusu sonuca bizleri götürecek bazı çalışmaların olduğu ifade edilebilir.

Öğretmenler fen bilimleri derslerinde YZ destekli teknolojilerin kullanımına sıcak bakmakla birlikte bu durumun bazı sınırlılıklarının olduğunu ifade etmişlerdir (Tablo 18; ss.113). Öğretmenlere göre, öğretmenlerin mesleki ve akademik

gelişimlerinin yeterli olmadığı durumlarda fen bilimleri derslerinde YZ teknolojilerinin kullanımında bazı aksaklıklar meydana gelmesi muhtemeldir. Alp' in (2021) tez çalışmasında öğretmenlerin lisans öncesinde fen bilimleri derslerinde teknoloji kullanımını nasıl yönlendirecekleri konusunda yeterince tecrübe kazanamadan mezun oldukları ifade edilmiştir. Buradan hareketle öğretmenlerin hizmet öncesinde ve hizmet içinde çeşitli uzmanlardan gereken eğitimleri almaları konusunda birtakım çalışmaların desteklenmesinin önemi karşımıza çıkmaktadır.

Araştırmanın dokuzuncu sorusunda öğretmenlerin yapay zekânın Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' na yansıtılmasıyla ilgili görüşleri incelenmiştir. Araştırmaya katılan tüm öğretmenlerin Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nda yer alan kazanımlara YZ teknolojilerinin aktarılması konusunda kazanımların güncellenmesi, öğretmenlerin akademik gelişimi ve pilot çalışmaların yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir (Tablo 19; ss.118). Buradan hareketle öğretmenin anayasası olarak ifade edebileceğimiz Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın bilimsel ve teknolojik gelişmeler bakımından gereken güncellemelerle güçlendirilmesini istedikleri ve bu konuda da kazanımlara vurgu yaptıkları söylenebilir (Alp, 2010).

Günümüzde teknolojik gelişmelerin son derece hızlı ve geniş bir biçimde ilerlediği, yaygınlaştığı ve bu gelişmelerden öğrenenlerin, eğitim kurumlarının ve öğretmenlerin gereken uyumu göstermeleri gerektiğini savunan Uzunboylu, Ekizoğlu ve Ekizoğlu (2009), gelecek nesillerin söz konusu gelişmelere ayak uydurmalarında sorumluluğun çoğunun öğretmenlere düştüğünü ifade etmişlerdir. Son zamanlarda teknoloji eğitim alanında olduğu gibi hayatın can damarı haline geldiğine göre teknoloji ile eğitim alanını birbirinden ayrı düşünmemiz mümkün değildir. Bu yüzden eğitim-öğretim sürecini yönetecek olan öğretmenlerin süreç boyunca aktif bir biçimde kullanabilmesi gerekmektedir (Metin, 2018). Bu bakımdan öğretmenlerin hizmet öncesinde nitelikli bir eğitim-öğretim süreci geçirmiş olmaları, bu sürecin de hizmet içinde de çeşitli eğitimlerle bilimsel ve teknolojik gelişmelerden olabildiğince beslenmesi gerektiği Yılmaz (2007) tarafından belirtilmiştir.

Fen bilimleri öğretmenleri hayal gücünü ve yaratıcı düşünceyi geliştirmesi ile yaparak yaşayarak öğrenmeyi desteklemesi bakımından öğretim programı kazanımlarına YZ teknolojilerinin aktarılmasını faydalı bulduklarını ifade etmişlerdir (Tablo 19; ss.118). Alp' in (2010) çalışmasında öğretim sürecinde teknolojinin aktif rol oynaması sonucunda çeşitli duyuların aynı anda devreye gireceği ve öğrenme

sürecinde aktif olarak rol oynayacağına vurgu yapılmıştır. Çalışmanın bu yönüyle araştırma sonuçlarıyla paralel olduğu söylenebilir.

Öğretmenler YZ teknolojileriyle soyut kavramların somutlaştırılabileceğini, 21. yüzyıl becerilerini ve geleceğin mesleklerinin gerektirdiği becerileri kazandırabileceğini ifade etmişlerdir (Tablo 19; ss.118). YZ teknolojilerinin öğrencilerin kişisel gereksinimlerini karşılaması ve süreç odaklı değerlendirmeler yapabilmesi bakımından diğer öğretim teknolojilerinden ayrıldığı Noe (2009; Akt: Alanoğlu ve Karabatak, 2018) tarafından vurgulanmıştır. Söz konusu bu sonuç çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Şenel ve Gençoğlu' nun (2003) çalışmasında son yıllarda öğrenim, yaşam ve çalışma stillerinin sürekli güncellendiğini ifade eden, bu güncellemelere sahne olan ve insanları geleceğe hazırlama misyonunu benimseyen eğitim sisteminin eskide kalmasının kabul edilemeyeceği ifade edilmiştir. Ayrıca insanların son derece aktif ve sürekli güncellenen istihdam gücü piyasası ile yarışabilmesi ve ekonomik güçlerini koruyabilmeleri için bugünün ve de geleceğin mesleki beklentilerine yanıt verebilecek nitelikleri kazanmaları gerektiği belirtilmiştir.

Cansoy (2018) ise 21. Yüzyıl becerilerinin çeşitli derslerin içeriğine aktararak bütünleştirilmesi yoluyla kazandırılmasının ve geliştirilmesinin mümkün olabileceği belirtilmiştir. Buradan hareketle Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' ndaki kazanımların YZ teknolojileri ile donatılmasının öğrencileri geleceğe hazırlama sürecinde etkili olacağı çıkarımı yapılabilir. İçinde bulunduğumuz çağda öğrenen kesim ile ilgili olarak mevcut bilgileri sadece alıcı pozisyonundan sıyrılarak, bilgiye ulaşan ve bu ulaştıklarıyla güncel bilgiler üretebilen bireyler olmaları gerektiği ve bu sayede çeşitli milletlerin gelecek nesil olarak ifade ettikleri bu bireylerin üretkenliklerinin desteklenmesi önem arz etmektedir (Kalemkuş, 2021). Son yıllarda ülkeler arası rekabetlerin ekonomi temelli olması, işletme sahiplerinin vasıflı kişi arayışları ve refah seviyelerini yükseltme çabaları, bireylerin üretkenliklerinin önemini ortaya koymaktadır (Kalemkuş, 2021). Bu bakımdan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın YZ teknolojileri konusunda teşvik edici bir yapıya dönüşmesinin önemi değerlendirilebilir.

Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın üçüncü alt problemi olarak belirlenen “Fen öğretimi faaliyetlerinin verimliliğini artırma bakımından yapay zekâ teknolojilerinin etkileri nelerdir?” sorusu yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular dikkate alınarak tartışılmıştır.

Araştırmanın onuncu sorusunda fen öğretiminin niteliğini artırma ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme noktalarında yapay zekânın olası yardımları ile ilgili öğretmenlerin görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin fen öğretiminin niteliğinin artırılması ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme konusunda çeşitli yardımlarının olabileceği konusunda fikir birliği içinde olmakla beraber deneyimlere dayalı öğrenmelerini sağlama, öğrencilerde eleştirel düşüncenin geliştirilmesi ve öğrencilere özgüven kazandırma hususlarında çarpıcı sonuçlarının olabileceği ifade edildiği görülmektedir (Tablo 20; ss.122). Buradan hareketle katılımcıların fen öğretiminin niteliğinin, öğrencilerle ilgili çeşitli değişkenlerle ilişkili olduğunu vurgulamak istedikleri sonucuna varılabilir. Öğretmenler yürütülen fen öğretimi çalışmalarına dikkat çekerek öğrencilerin başarı seviyelerinin çağın ihtiyaçlarına yanıt verecek biçimde yükseltilmesi ve bunun da fen öğretiminin nitelikli hale getirilerek desteklenmesi gerektiğine işaret ettikleri söylenebilir.

Öğrencilerin bir öğretim faaliyeti sürecinde öğrenme sorumluluğu alması ve bilgileri benimseyerek zihinsel süreçlerinde işlemesi aktif öğrenme olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi amacı güden Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda da yer verildiği üzere öğrencileri bireysel farklılıklarıyla merkeze alan eğitim-öğretim tarzı, öğrencilerin kendi öğrenmeleriyle ilgili inisiyatif kullanmaları, öğrenme amacıyla çeşitli çabalar içerisine girmelerini gerekli kıldığı söylenebilir (Önür, 2018).

Öğretmenler fen öğretiminde YZ’ nin kullanılmasının öğrencilerin üzerindeki etkilerinden birini öğrencilerde öğrenme sorumluluğu alabilme olarak ifade ettikleri görülmektedir (Tablo 20; ss.105). Burada öğretmenler, öğrencilerin öğrenme konusundaki çabalarının güncel bilgilere erişme, eriştikleri bilgileri gündelik yaşamlarında kullanarak hayat boyu öğrenme arzusu taşıyan bireyler olma yolunda ilerlemeye gösterecekleri özene vurgu yapmış olabilirler. Öğrenme sorumluluğu almış bir bireyin olarak öğrenme konusunda motivasyon ve ilgi düzeylerinin de istenilen

seviyeye geleceği sonucuna varılabilir (Lewis, Whiteside & Garrett-Dikkers, 2014; Weyns, 2019). Bilimsel araştırma yöntemlerini kullanabilen, araştırma ve sorgulama becerilerini kazanmış bireylerin topluma kazandırılmasının önemi dikkate alındığında fen bilimleri derslerindeki amacın bu dersin terimlerini ezberletmekten ziyade öğrenme sorumluluğu kazanarak araştırmacı kişiliğini ön plana çıkarabilen bireylerin yetiştirilmesi olduğu yorumu yapılabilir (Duran ve Dökme, 2018).

Öğretmenler fen öğretiminde YZ teknolojilerinin kullanımıyla öğrencilerde deneyimlere dayalı öğrenme ve keşfetme arzusunun gelişmesi durumlarının meydana gelebileceğini savunmuşlardır (Tablo 20; ss.122). Öğretmenlerin burada, öğrencilerin deneyimlerini işe koşarak öğrenme yolculuğuna çıkmaları ile onların yaşadıkları çevreyi, bu çevrede olan olayları merak ederek, bu merak doğrultusunda keşfetmeye istekli olmaları arasındaki bağa vurgu yapmak istemiş olabilirler. İnsanın yaşadığı doğayı ve bu doğanın insan ile olan ilişkisinin keşfedilmesi, doğada meydana gelen olaylara ilgi duyularak merak edilmesi fen bilimleri dersi öğretim programının bazı temel amaçlarındandır (MEB, 2018). Bu bağlamda konuya yaklaştığımızda öğretmenlerin üzerinde durduğu durum Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nın amacına ulaşması bakımından önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' nda da beyan edildiği üzere Türkiye' nin bilimsel ve teknolojik araştırmalar neticesinde elde ettiği gelişmişlik düzeyi ve akabinde rekabet gücüyle çeşitli alanlarda kalkınması fen öğretimi sürecinde mühendislik ve fen ile ilgili deneyimlerine bağlı olduğu bilinmelidir.

Katılımcılar fen bilimleri öğretiminin niteliğinin artırılması amacıyla gerçekleştirilen uygulamalarla; kavram yanılgılarının tespit edilmesi, sanal ortam desteği sağlama, öğretim içeriklerinin zenginleştirilmesinin mümkün olduğunu ifade ettikleri görülmektedir (Tablo 20; ss.105). Öğretmenler burada YZ teknolojilerinin her yanımızı sarmaya devam ettiği son yıllarda bilimin gelişmesiyle hızlı bir gelişim ve değişim sürecine giren teknoloji kavramının yakın takibini yapmanın ve eğitim kurumlarında gelecek nesillerin aldığı fen öğretiminin niteliğinin gün geçtikçe önem kazandığını vurgulamak istemiş olabilecekleri ve fen öğretiminin niteliğinin temel olarak fen öğretimi süreciyle ilişkili olduğunu düşünmüş olabilecekleri söylenebilir.

Öğretmenler sanal ortam desteği sağlama, bilgiye erişimin kolaylaştırılması, öğretim içeriklerinin zenginleştirilmesi bakımından YZ' nin tercih edilebileceğini ifade etmişlerdir (Tablo 20; ss. 105). Buradan hareketle öğretmenlerin YZ' nin çeşitli

işlevlerinin olduğunu vurguladıkları söylenebilir. Öğrencilerin farklı bilgilere erişim kanallarının genelde kapalı olduğunu ve kütüphanelerin de yeterli olmadığını Doğan (2010), öğretimde araç gereç yetersizliğini Küçüköner (2011), materyal eksikliklerini Geçer ve Özel (2012) ifade etmiş ve bu eksikliklerin fen öğretiminde önemli bir problem olduğunu vurgulamışlardır. Seçkin-Kapucu (2014) ise görsel medyanın fen öğretimi sürecinde çeşitli eksikliklerden dolayı istenilen düzeyde kullanılamadığını vurgulamıştır. Bu sorunlardan yola çıkılarak fen öğretimi sürecinde dikkat çekme ve temelde laboratuvarla güvenlik açığını kapatma konusunda katılımcıların da belirttiği gibi YZ teknolojilerinden yardım alınabileceği söylenebilir. Küçüköner (2011) ilkokuldan ortaokula geçen öğrencilerde ön bilgi eksikliklerinin olduğunu vurgulamıştır. YZ teknolojilerinin bu noktada katılımcıların da belirttiği gibi öğrencilerin kavram yanılgılarının ve öğrenme eksikliklerinin belirlenmesinde kullanılması olumlu karşılanabilir.

Balbaş, Leblebici, Karaer, Sarıkahya ve Erkan (2016) öğrencilerin hazırbulunuşluklarının yeterli olmamasını, ön bilgi eksikliklerinin olmasını, motivasyonlarının düşük olmasını fen öğretiminin niteliğini olumsuz etkileyen nedenler olarak sıralamışlardır. Buradan hareketle fen öğretiminin niteliğini etkileyen olumsuzlukların ortadan kaldırılması ve gereken önlemlerin alınması için YZ' den yararlanılabileceği ifade edilebilir. Öğretmenler YZ teknikleriyle fen öğretiminde değerlendirme sürecini birden çok değişkeni dikkate alarak yürütebileceğini ifade etmişlerdir (Tablo 20; ss.122). Burada öğretmenler YZ ile öğrencilerin bireysel özelliklerinin olabildiğince gözetilmesine vurgu yaptıkları söylenebilir. Alanyazında değerlendirme çalışmalarında çoklu değişkenleri kullanarak karar vermeye yardımcı olan YZ teknikleri üzerinde sıklıkla durulduğu söylenebilir (Arslan, 2019; Bakanay, 2009; Çebi, 2011; Ordukaya, 2011; Öcal, 2015; Yıldız, 2014). Öte yandan öğrencilerin öğrenme alanlarının ve dolayısıyla ilgilerinin belirlenmesinde kullanılan YZ tekniklerinin olduğu söylenebilir (Arslan-Namlı, 2016; Balbal, 2016; Çınarlı-Ergene, 2019; Ünsal, 2011; Uysal, 2016).

Araştırmanın on birinci sorusunda öğretmenlerin yapay zekânın güç yanlarıyla ilgili görüşleri incelenmiştir. Öğretmenler fen bilimleri derslerinde sınıf yönetimi, öğrenme eksikliklerinin giderilmesi, kişiselleştirilmiş ödev uygulamaları, güvenli laboratuvar uygulamaları vb. konularında YZ' nin çeşitli faydalarının olabileceğini vurguladıkları görülmektedir (Tablo 21; ss. 126). Buradan hareketle öğretmenlerin

fen bilimleri derslerinde çeşitli hususlarda yaşadıkları güç durumların olduğuna ve bu durumlara YZ ile çözümler sunulabileceğine umutla baktıkları söylenebilir. Ayvaci ve Durmuş (2013) ise fen bilimleri öğretmenlerinin öğrencilerini gerektiği kadar tanıyamadıklarından dolayı sınıf yönetimi sorunlarıyla karşılaştıklarını vurgularken Akıncı, Uzun ve Kışoğlu (2015) öğretmenlerin sınıf yönetiminde problem yaşadıklarına dikkat çekmiştir. Buradan hareketle sınıf yönetiminin fen öğretiminde aşılması gereken bir sorun olarak ifade edilebileceği ve bu konuda YZ ile sınıf yönetimi konusundaki bazı güç durumların aşılabileceğine dair sonuçların dikkate alınması gerektiği söylenebilir (Çetin ve Akbaş, 2020).

Öğretmenler fen öğretiminde öğrencilere sanal öğretmen desteği sağlaması ve öğretim maaliyetinin düşürülmesi bakımından YZ teknolojilerini faydalı buldukları görülmektedir (Tablo 21; ss. 126). Öğretmenler burada öğrencilerin ekonomik durumları ile ilgili olmak üzere her öğrencinin okul dışında akademik destek alabilme bakımından dezavantajlarının olduğunu düşünmüş ve öğrencilere hem kendi öğrenmelerini yönetme hem de sorun yaşadıkları konularda onlara destek sağlayabilecek sanal öğretmenlerin kullanımının faydalı olacağına vurgu yapmak istemiş olabilirler. Öte yandan öğretmenler, günümüzde çeşitli alanlarda kullanılan kısıtlı iletişim becerilerine sahip ve birçok sektörde kullanılan sohbet botlarından esinlenmiş olabilirler. Avcı ve Taşdemir (2019) çalışmasında fen öğretiminde sanal sistemlerin kullanılması gerektiğini önermiştir. Öte yandan Akbay (2020), Aktamış ve Arıcı (2013), Çankaya ve Girgin (2018), İzgi-Onbaşılı (2018) ve Sarıçam (2019) çalışmalarında benzer sonuçlar ifade edilmiştir. Öğretmenlerin YZ' nin malzeme denetimi sağlayabileceğini vurguladıkları görülmektedir (Tablo 21; ss. 126). Öğretmenler burada özellikle de laboratuvar çalışmalarında öğretmenlere malzeme denetimi konusunda asistanlık edebileceğini vurgulamış olabilirler. Nabiyeve ve Erümit (2020) YZ' nin öğretmenlere asistanlık edebileceğini belirtmiştir.

Araştırmanın on ikinci sorusunda öğretmenlerin akıllı sınıfla ve okullarla ilgili görüşleri incelenmiştir. Öğretmenlerin akıllı sınıf ve okulların oluşturulmasında giyilebilir teknolojiler, insan etkileşimli robot (Cobot), bilgisayar, sensör, artırılmış gerçeklik (AG), sanal gerçeklik (SG), üç boyutlu yazıcı, görüntü işleme ve nesnelerin interneti (IoT) teknolojilerinin kullanılabileceğini ifade ettikleri görülmektedir (Tablo 22; ss. 130). Öğretmenlerin akıllı sınıf ve okulların hem yazılım hem de donanım bileşenlerinin kullanılarak oluşturulabileceğini ifade ettiklerini söyleyebiliriz.

Öğretmenlerin ifade ettikleri bu teknolojileri eğitim-öğretim kurumlarında kullanılabilir bulmalarının nedeni günlük hayatta kullandıkları bazı teknolojilerden kaynaklanıyor olabilir. Kullanılan bu tür teknolojilerle akıllı sınıf ve okulların oluşturulabileceğine dair bazı çalışmaların olduğu göze çarpmaktadır (Chen, Chen & Lin, 2020; Çetin ve Akbaş, 2021; Korkmaz, 2018; Uludağ ve Uçar, 2018). Standart endüstriyel işlerin yapımında güvenli ve verimli bir şekilde insan etkileşimli bir başka deyişle işbirlikçi robotlar “Cobot” olarak adlandırılmaktadır (Djuric, Rickli, Jovanovic & Foster, 2017). YZ’ nin şimdiye kadar akıllı hizmet kapsamında yaptığı çalışmalar çoğunlukla insanların günlük hayatını kolaylaştıran uygulamalardan ve özel tasarımlardan meydana geldiği söylenebilir. Buradan hareketle önümüzdeki yıllarda okul ve sınıf kavramının bir şekilde var olacağı ancak yeni düzene göre tasarlanacağı ve öğretmenlerle öğrencilerin arasındaki iletişimin güncel teknolojilerle sağlanacağı ve eğitimde insan etkileşimli robotların kullanılabileceği çıkarımı yapılabilir (Timms, 2016).

Günümüzde çeşitli sektörlerin yarınla hazırlaması için insan ile robot etkileşiminin artırılmasını ve insanların zihinsel yeteneklerinin robotların teknik yetenekleriyle harmanlanmasının hedeflendiği söylenebilir (Arı, 2021). Buradan hareketle öğretmenlerin okulda ve sınıfta insan etkileşimli robotları gerekli görmelerinin bir başka nedeni de bu robotların kendilerine özgü nitelikli sensörlerinin olması ve insanlarla aynı mekânı paylaştıklarında onlara zarar vermeyecek esneklikte olmaları olabilir. Ayrıca öğretmenler teknolojinin gelişmesiyle robot kavramına yüklenen anlamın da değişerek rutin ve tekrarlayan işleri yapmaktan ziyade kolayca öğrenen ve insanı anlayan yeni nesil yapılara dönüşebileceğine işaret etmiş olabilirler. Günümüzde robotlar önceden belirlenmiş rutin işleri yapmada avantajlı sayılırken karşılaştıkları yeni durumlara ayak uydurmada yaşadıkları zorluklar göze çarpmaktadır. Bu bakımdan bazı çalışmalarda insan ve robotların işbirliği içerisinde olması gerektiği önermişlerdir (Zhang & Lin, 2019).

Akıllı sınıf veya okul oluşturma sürecinde öğretmenler giyilebilir teknolojilere değinmişlerdir (Tablo 22; ss. 130). Öğretmenler burada günlük hayatta sıkça görülen ve genelde sağlık verilerinin izlenmesine olanak tanıyan teknolojilerin sınıf ya da okul ortamında da aktif olarak kullanımına vurgu yapmış olabilirler. Giyilebilir teknolojilerin genelde akıllı giysi ve dövmelemlerden ileri geldiğini ifade eden Sezgin (2019) insanların sağlık durumlarını oluşturan verilerin toplanmasını ve bu verilerdeki değişimlerin

izlenerek gerektiği zaman çeşitli uyarılar oluşturabildiğini belirtmiştir. Buradan hareketle giyilebilir teknolojilerin öğrenme ortamında bulunan insanların öğrenme sürecine ne derece uyum sağlayabileceği kestiriminin ve gereken müdahalelerin yapılabilmesinin mümkün kılacağı yorumu yapılabilir. Günümüzde giyilebilir teknolojilerle ilgili yaşanan gelişmelerin akıllı ürün çeşitliliğini artırdığı ve bu teknolojilerin gündelik hayatın bir parçası haline geldiği düşünülürse bu hareketliliğin eğitim-öğretime yansıyabileceği vurgulanmış olabilir.

Öğretmenler akıllı sınıf ve okul uygulamalarında artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının kullanılabileceğini savunmuşlardır (Tablo 22; ss. 130). Öğretmenler burada bu teknolojilerle donatılmış mekânlarda öğrencilerin soyut kavramları ve konuları kolayca anlamalarına yardımcı olacağını vurgulamış olabilirler. Ayrıca öğrencilerin motivasyonlarının ve ilgilerinin de bu durumdan büyük ölçüde etkilenecek öğrenme sürecini destekleyecek unsur olarak değerlendirmiş olabilirler. Elde edilen bu sonuç, yapılan birçok çalışma ile paralellik göstermektedir. Di Serio, Ibáñez ve Kloos'un (2013) çalışmasında artırılmış gerçeklik çalışmalarının öğretim süreçlerinde öğrencilerin derslere karşı daha alakalı, hevesli ve dikkatli olduklarını ve benzer şekilde artırılmış gerçeklik sayesinde öğrencilerde akademik başarıyı artırdığı (Demirel, 2019) ifade edilmiştir. Öğrencilerin yaratıcılık, iletişim, analiz, problem çözme ve eleştirel düşünme vb. becerilerinin geliştirilerek kalıcı ve anlamlı öğrenmelerin sağlanabileceği sonuçlarına ulaşıldığı görülmektedir (Dilmen, 2020). Sanal gerçeklik üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarına baktığımızda Yengin ve Bayrak (2018) sanal gerçeklik ile gerçek hayatta tehlike arz eden ya da yapılması mümkün olmayan deneylerin uygulanmasında sanal gerçekliğin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Lamb, Etopio & Seccia (2018) çalışmasında ise sanal gerçeklik uygulamalarıyla oluşturulan öğrenme ortamlarının geleneksel ortamlara göre öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha etkili ve verimli olduğu ifade edilmiştir.

Öğretmenler akıllı sınıf ve okul oluşturma sürecinde kullanılan YZ teknolojilerinin öğrencilerle ilgili olumlu yanlarını; öğrenme sürecine aktif katılım sağlama, sağlık verilerinin işlenmesi, özel eğitim öğrencileri destekleme, zamandan ve mekândan bağımsız öğrenme imkânı tanıma, sanal eğitmen desteği sağlama olarak ifade etmişlerdir (Tablo 22; ss. 130). Öğretmenler bu noktada içinde bulunduğumuz dijital çağda öğrencilerin kalıcı ve anlamlı öğrenmelerine destek olmak, öğretim programının amaçlarına ulaşmak, gelecek nesilleri geleceğin

teknolojilerine en uygun biçimde hazırlayabilmek, geleceğin mesleki becerilerini öğrencilere kazandırmak adına sınıfta ve okulda öğrencilere destek olunmasının önemini vurgulamak istemiş olabilirler. Uçar ve Uludağ' ın (2018) çalışmasında nesnelerin interneti (IoT) teknolojisini kullanarak öğrencilerin eğitim kurumundaki takibini kontrol altına almak adına akıllı bir sistemi geliştirilmiş ve bu sistemin başarısını Türkiye' deki ilk başarılı ve nitelikli akıllı sınıf uygulaması olarak ifade edilmiştir. Abbasy & Quesada (2017) çalışmasında ise IoT teknolojisinin özel eğitim öğrencilerinin ihtiyaçlarının kestiriminde kullanılmak amacıyla çevrimiçi öğrenme ortamlarının kullanılmasını destekleyeceği savunulmuştur. Buradan hareketle bu teknolojinin öğrencilerin eğitim-öğretim ortamında daha güvenli ve sağlıklı zaman geçirmesinin desteklenmesinde kullanılabilir bir teknoloji olduğu yorumu yapılabilir.

Öğrenme ve öğretme faaliyetlerinin gerçekleştiği en bariz mekânların sınıflar olduğu düşünülürse buradaki uygulamalar esnasında sensörler, giyilebilen teknolojiler, akıllı saat ya da kamera vb. cihazlarla sınıfların öğrenenler için ne derecede uygun olduğunun saptanabileceği söylenebilir. Bu durumda öğrenme ortamının çeşitli fiziksel verileriyle öğrencilere ait bazı sağlık verilerinin karşılıklı olarak analiz edilmesiyle etkin ve verimli öğretim yöntem ve tekniklerinin oluşturulması sağlanabilir (Fazla ve Gezgın, 2018).

YZ teknolojilerinin sınıf ve okul ortamı ile ilgili olarak; olumlu sınıf iklimi oluşturma ve sağlıklı öğrenme ortamı sağlama, sınıf ve okul kültürünün oluşmasına destek olma ve bu ortamlarda dijitalleşmeyi sağlama, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve öğrenci merkezlilik anlayışının desteklenmesi olarak ifade etmişlerdir (Tablo 22; ss. 130). Buna göre öğretmenlerin öğretme ve öğrenme faaliyetlerinin verimliliğini artırma, eğitim kurumlarında sağlık ve güvenlik kurallarının disiplinli bir şekilde uygulanmasını sağlama, öğrencilerin gerçek zamanlı olarak incelenmesine katkıda bulunma amacıyla bu teknolojileri destekledikleri söylenebilir.

Katılımcılar sınıf ortamının sağlıklı ve güvenli olmasına vurgu yapmalarındaki amacın öğretim ortamının öğrenme ve öğretim faaliyetlerine uygunluğunun vurgulanması olabilir. Sınıf ortamının Oksijen, Karbondioksit, nem, sıcaklık vb. düzeylerinin çeşitli sensörler vasıtasıyla düzenlendiği ve bu düzenlemelerin öğrencilerin odaklanma düzeyleriyle ilişkisi Horowitz (2015) tarafından ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Sınıf ya da okul gibi öğrenme ortamlarına öğrenciler ve öğretmenler farklı açılardan bakmakla beraber öğrencilerin bu tür teknolojilere bakış

açıların öğrenme ortamına olan aidiyetleriyle ilişkili olduğu, öğrenme ortamının öğrencide oluşturduğu pozitif psikolojik etkinin fiziksel düzenlemelerle sağlanabileceği çıkarımı yapılabilir (Arslan, 2010).

Öğretmenler öğrencilerin asosyalleşmesi, dikkat dağınıklığı ve sorumluluk bilincinin gelişmemesi noktalarını ise akıllı sınıf ve okul uygulamalarının bazı olumsuz yanları olarak ifade etmişlerdir (Tablo 22; ss. 130). Öğretmenler burada sınıf ve okul ortamlarının ileri teknolojilerle donatılmasının olumsuz yanlarının araştırılarak hareket edilmesini savunmuş olabilirler. Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına baktığımızda, eğitim kurumlarında bazı görevleri robotların üstlenmelerine insanların sıcak bakmadıkları ve eğitim-öğretim faaliyetlerinin robotlardan arınması gerektiği ve çocuklarla ilgilenme işinde de yine robotlardan vazgeçilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Yaşaroğlu, 2018). Öğrencilerin çeşitli konularda kazanmaları gereken sorumlulukların aksamaması bakımından insan benzeri makinelerin kullanımının olumsuz etki yaratabileceği Sharkey (2016) çalışmasında dile getirilmiştir. Buna karşın eğitmen rolü üstlenen bazı robotik yapıların çok daha fazla öğrenci ile iletişim kurabildiği ve öğrencilerin bireysel farklılıklarının daha net bir biçimde gözetilebildiği, öğrencilerin insanı andıran robot yapıları sayesinde derste aktif rol alma konusunda motivasyonlarının yüksek olduğu savunulmuştur (Hassel & Hassel, 2011). Bu sonuçlar değerlendirildiğinde YZ' nin eğitim-öğretim ortamlarına aktarımı konusunda olumlu sonuçların yanında olumsuz sonuçlarının da bulunduğu ifade edilebilir.

Öneriler

Bu başlık altında araştırmanın sonuçları ışığında oluşturulan birtakım önerilere verilerek araştırmacının deneyimleri doğrultusunda bu alanda araştırma yapmayı düşünen araştırmacılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmanın Sonuçları Dikkat Alınarak Yapılan Öneriler

1. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen öğretiminde YZ' nin kullanımına dair görüşlerinin daha net ortaya çıkarılması amacıyla, YZ çalışmalarının uygulamalı olarak gerçekleştirilerek öğretmenlerin öğrenme yaşantıları edinmeleriyle daha uzun soluklu çalışmalar yürütülebilir.
2. Fen bilimleri öğretmenlerine YZ ile ilgili hizmet öncesinde ve içinde eğitim-öğretim faaliyetlerine yer verilebilir.

3. Fen öğretimi süreçlerinde öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmaları, Türkiye' nin çeşitli alanlarda kalkınmasına destek olacak çalışma alanlarına yönelmeleri ve 2023 Eğitim Vizyonu hedeflerine ulaşılması için YZ gibi gözde teknolojilere yer verilebilir.
4. Eğitim kurumlarında YZ destekli teknolojilerin kullanımına kontrollü bir biçimde yer verilebilir.
5. Fen bilimleri öğretmenleri mesleki görevlerini yerine getirirken YZ destekli teknolojilerden yardım almaya genel olarak sıcak bakmaktadırlar. Bu konuda öğretmenlere gereken destek sağlanabilir.

Araştırmacılar İçin Oluşturulan Öneriler

1. Bu araştırma nitel veri toplama araçlarından yarı yapılandırılmış mülakat tekniği tercih edilerek gerçekleştirilmiştir. Diğer nitel veri toplama araçları bakımından çeşitlendirilerek ya da nicel veri toplama araçları ile desteklenerek çalışma tekrar edilebilir.
2. Bu çalışmada fen bilimleri öğretmenleri ile çalışılmıştır. İlerleyen süreçte farklı branşlardaki öğretmenlerle, öğrencilerle, yöneticilerle ve velilerle de çalışmalar yapılarak eğitim-öğretim çatısı altındaki diğer paydaşların da fikirleri ortaya çıkarılabilir.

Kaynaklar

- Abbasy, M. B., & Quesada, E. V. (2017). Predictable influence of IoT (Internet of Things) in the higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(12), 914-920.
- Acharya, A. ve Sinha, D., 2014, Early Prediction of Students Performance Using Machine Learning Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 107(1), 37-43.
- Agarwal, S., Pandey, G. N., & Tiwari, M. D. (2012). Data mining in education: data classification and decision tree approach. *International Journal of e-Education, eBusiness, e-Management and e-Learning*, 2(2), 140.
- Akçapınar, G. (2014). *Çevrimiçi öğrenme ortamlarındaki etkileşim verilerine göre öğrencilerin akademik performanslarının veri madenciliği yaklaşımı ile modellenmesi*. Hacettepe Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Akdeniz, M. ve Özdiç, F. (2021). Eğitimde Yapay Zekâ Konusunda Türkiye Adresli Çalışmaların İncelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1).
- Akdeniz, M. (2019). *Okulöncesi çocuklarına yönelik yapay zekâ tabanlı akıllı oyuncaklar: tasarım tabanlı bir çalışma*. Afyon Kocatepe Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Akgün, E. (2017). *Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji öğretimi ders başarılarının yapay sinir ağları ile modellenmesi*. Dumlupınar Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Akıncı, B., Uzun, N., ve Kışoğlu, M. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin meslekte karşılaştıkları problemler ve fen öğretiminde yaşadıkları zorluklar. *International Journal of Human Sciences*, 12(1), 1189-1215.
- Akkaş, E. (2018). *Farklı sınıf düzeyindeki lise öğrencileri arasında bulanık AHP yöntemi uygulanarak üniversite seçim kriterlerinin karşılaştırmalı analizi*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Akpınar, B. (2019). *Görüntü sınıflandırma için derin öğrenme ile bayesçi derin öğrenme yöntemlerinin karşılaştırılması*. Kocatepe Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Aktamış, H., ve Arıcı, V. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70.

- Aksoy, E. (2014). *Matematik alanında üstün yetenekli ve zekâlı öğrencilerin bazı değişkenler açısından veri madenciliği ile belirlenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Akbay, E. (2020). *Immersion gerçeklik deneyimlerinin fen öğrenimine etkisi: meta-analiz*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Alam, J. ve Pandey, M. K. (2017). A soft computing model for evaluating teachers' overall performance using fuzzy logic. *Journal of Information Technology & Software Engineering*, 7(2), 1-9.
- Alanoğlu, M., ve Karabatak, S. (2020). Eğitimde yapay zekâ. (ed.Ferah Güçlü Yılmaz ve Mehtap Naillioğlu Kaymak). *Eğitim Araştırmaları*, İstanbul: Eyuder Yayıncılık.
- Albayrak, M., ve Albayrak, G. (2017). Yeni nesil e-öğrenme ortamları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28 (3), 1030-1037.
- Altın, B. (2006). *İlköğretim ikinci sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki öğrenme yaşantılarının bilgisayarda hazırlanan zeki öğretim sistemine göre incelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Altun, M. (2019). *Öğrenci akademik performansının kestirilmesine ilişkin bir model önerisi: veri madenciliğine dayalı bir çalışma*. Akdeniz Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Altun, M., Kayıkçı, K., ve Irmak S. (2019). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin mezuniyet notlarının regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemleriyle tahmini. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 29- 43.
- Altunay, H ve Eren, T. (2017). Ders programı çizelgeleme problemi için bir literatür taraması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 23(1), 55-70.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alpaydın, E. (2013). *Yapay öğrenme*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Argon, T. ve Kıyıcı, C. (2012). İlköğretim kurumlarında ailelerin eğitim sürecine katılımlarına yönelik öğretmen görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (19), 80-95.
- Arı, E. S. (2021). Süper akıllı toplum: toplum 5.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (1) , 455-479.
- Arslan, M. (2019). *Öğretmen performanslarının bulanık mantık yöntemi ile değerlendirilmesi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Arslan, H. D. (2010). *İlköğretim sınıf tasarımında algıya bağlı parametrelerin değerlendirilmesi ve tasarıma yönelik öneriler*. Selçuk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Arslan-Namlı, N. (2016). *Bulanık mantık ile belirlenmiş çoklu zekâ alanlarına göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi*. Çukurova Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Aryadoust, V., & Baghaei, P. (2016). Does EFL readers' lexical and grammatical knowledge predict their reading ability? Insights from a perceptron artificial neural network study. *Educational Assessment*, 21(2), 135-156.
- Asif, R., Mercer, A., Ali, S. A., & Haider, N. G. (2017). Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining. *Computers & Education*, 113, 177-194.
- Atasayar, A. (2019). *İlköğretim lgs fen bilimleri başarısının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi*. Dumlupınar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Avcı, A. F. ve Taşdemir, Ş. (2019). Artırılmış ve sanal gerçeklik ile periyodik cetvel öğretimi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 68-83.
- Ayca, C., ve Hasan, K. (2017). An application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for evaluating students project. *Educational Research and Reviews*, 1(3), 120–132.
- Aydın, İ. H. (2006). Bir felsefî metafor “yolda olmak”. *Din bilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 6(1), 9-22.
- Aydın, S. (2007). *Veri madenciliği ve Anadolu Üniversitesi uzaktan eğitim sisteminde bir uygulama*. Anadolu Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Aydoğan, İ. (2017). *Öğrenci başarılarının yapay sinir ağları ile kestirilmesi ve lojistik regresyon analizi ile etki modellerinin etkililiğinin karşılaştırılması*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Aydoğan, M., ve Karcı, A. (2018). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Başarı Performanslarının Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Analizi. *In International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*. 19-21 October, Turkey.
- Aydın, Ö. (2020). *Mobbing içerikli yargı kararlarının makine öğrenmesi algoritmaları ile sınıflandırılması*. Balıkesir Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Aydın, Ş. E. (2017). *Yapay zekâ teknolojisi (Yapay zekâların dünü, bugünü ve yarını)*. Çukurova Üniversitesi: Yayınlanmamış dönem projesi.
- Aygün, E. S. (2019). *Problem çözme öğretimine yönelik oyunlaştırılmış uyarlanabilir bir zeki öğretim sisteminin tasarlanması*. Trabzon Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Ayık, Y. Z., Özdemir, A. ve Yavuz, U. (2007). Lise türü ve lise mezuniyet başarısının kazanılan fakülte ile ilişkisinin veri madenciliği tekniği ile analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 441-454.
- Ayvacı, H, Ş. ve Durmuş, A. (2013). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin mesleklerinin ilk yıllarında karşılaştıkları sorunlar ve bu sorunların yıllara göre değişimi. *Kazım Karabekir Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 29-44.
- Azaz, E. (2021). *Ortaokul öğrencilerinin işbirlikli öğrenme, problem çözme becerileri ve kişilik özelliklerinin robotik kodlama eğitimi başarısı açısından incelenmesi*. Trakya Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Bahadır, E. (2017). Bulanık mantık yaklaşımının eğitim çalışmalarında kullanılmasının alanyazın ışığında değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7), 28-42.
- Bahadır, E. (2013). *Yapay sinir ağları ve lojistik regresyon analizi yaklaşımları ile öğretmen adaylarının akademik başarılarının tahmini*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Bakanay, D. (2009). *Mikro öğretimde performansın bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmesi*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28.
- Başman, M. (2014). *Likert tipi ölçeklerde kayıp verilere değer atamada yapay sinir ağlarının kullanımı*. Ankara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Balbal, K. F. (2020). *Programlamaya yönelik monil oyun geliştirilmesi ve bulanık mantık tabanlı android uygulama ile tutumun incelenmesi*. Celal Bayar Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Balbal, K. F. (2016). *Honey-Mumford-McCarthy öğrenme stili modellerinin bulanık mantık tabanlı gerçekleştirimi ve performans analizi*. Celal Bayar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Balbağ, Leblebicier, Karaer, Sarıkahya ve Erkan (2016). Türkiye’ de fen eğitimi ve öğretimi sorunları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 12-23.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Bayık, F. (2019). Aristoteles ve Descartes bağlamında akıl ve zekâ kavramlarının farkları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi*, 18(1), 172-187.
- Baykal, N., ve Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Baykal, A. (2006). Veri Madenciliği Uygulama Alanları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (7) , 95-107.
- Benton, J. (2018). *Predicting first-year academic success of african american and White students at predominately White institutions*. Eastern Kentucky University: Unpublished doctoral thesis.
- Bertiz, H., ve Uluçınar-Sağır, Ş. (2014). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Portfolyo ile Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamı ve Etkileri. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 60-81.
- Birtıl, F. S. (2011). *Kız meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarısızlık nedenlerinin veri madenciliği tekniği ile analizi*. Kocatepe Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Bütünler, R. (2020). *Derin öğrenme yöntemleri ile duygu analizi ve okul rehberlik servislerinde kullanımı*. Necmettin Erbakan Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Bingöl-Arslangilay A. S., (2016). Küreselleşme sürecinde inovasyonun önemi ve yükseköğretim kurumlarına düşen görevler. (ed. Özcan Demirel ve Serkan Dinçer). *Eğitim Bilimlerinde yenilikler ve nitelik arayışı*, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Can, E. (2017). *Temel eğitimden ortaöğretime geçiş sınavı kazanımlarının veri madenciliği yöntemleri ile değerlendirilmesi*. Kocatepe Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Canbek, N. G. ve Mutlu, M. E. (2016). Yapay zekânın izinde: Akıllı kişisel asistanlarla öğrenme. *İnsan Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 592-601.

- Cansoy, R. (2018). Uluslararası çerçevelere göre 21. yüzyıla ve eğitime kazandırılması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7 (4), 3112-3134.
- Chan-Lin, L. Hong, J. Horng, J. Chang, S. & Chu, H. (2006). "Factors influencing technology integration in teaching: a Taiwanese perspective. *Innovations in Education and Teaching International*, 43 (1), 57–6.
- Chen, N. S., Quadir, B., & Teng, D. C. (2011). Integrating book, digital content and robot for enhancing elementary school students' learning of English. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(3).
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Leee Access*, 8, 75264-75278.
- Chung, J. Y. & Sunbok, L., 2019. Dropout early warning systems for high school students using machine learning. *Children and Youth Services Review*, 96, 346-353.
- Chakrabarty, S., Roy, S., & De, D. (2014). Pervasive diary in music rhythm education: a context-aware learning tool using genetic algorithm. *In Advanced Computing, Networking and Informatics*, 1, 669-677.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569.
- Fatma, C., ve Özden, N. (2008). Öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) uygulama başarıları ve BİT'e yönelik tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34), 41-53.
- Çağlar, Y. (2015). *2013 fen bilimleri öğretim programına yönelik öğretmen görüşleri*. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çam, M. B., Çelik, N. C., Güntepe, E. T., ve Durukan, Ü. G. (2021). Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri ile ilgili farkındalıklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(48), 263-285.
- Çankaya, B., ve Girgin, S. (2018). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi the effect of augmented reality technology on the academic success of science course. *Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(30), 4283-4290.
- Çebi, S. (2010). *Aksiyomlarla tasarım esaslı bulanık karar destek sistemi geliştirme ve bir uygulama*. İstanbul Teknik Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Çelik, H., Başer Baykal, N. ve Kılıç Memur, H. N. (2020). Nitel veri analizi ve temel ilkeleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 379-406.

- Çepni, S. (2011). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık
- Çetiner-Koç, K. (2021). *Bulanık mantık yaklaşımının madde seçiminde kullanılması*. Kocaeli Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çetin, M., ve Aktaş, A. (2021). Yapay Zekâ ve Eğitimde Gelecek Senaryoları. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18, 1-1.
- Çırak, G. (2012). *Yükseköğretimde öğrenci başarılarının sınıflandırılmasında yapay sinir ağları ve lojistik regresyon yöntemlerinin kullanılması*. Ankara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çırak, G., ve Çokluk, Ö. (2013). *Yükseköğretimde öğrenci başarılarının sınıflandırılmasında yapay sinir ağları ve lojistik regresyon yöntemlerinin kullanılması*. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3 (2), 71-79.
- Çınarlı-Ergene, V. (2019). *Bulanık mantık tabanlı Gregorc öğrenme stili modeli gerçekleştirimi*. Celal Bayar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çitci, A. (2021). *Açık uçlu maddelerin puanlanmasında bulanık mantık yaklaşımının kullanımı: Bulanık TOPSIS yöntemi örneği*. Kocaeli Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çiftçi, F., Kaleli, C. ve Günal, S. (2018). Öznitelik seçme ve makine öğrenmesi yöntemleriyle eğitimci performansının tahmin edilmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 8(2), 419-440.
- Çolak, R. ve Yiğit, T. (2021). *Üniversite ders çizelgeleme probleminin genetik algoritma ile optimizasyonu*. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9, 150-166.
- Çöllüoğlu-Gülen, Ö. (2014). *Veri madenciliği teknikleri ile üstün yetenekli öğrencilerin ilgi alanlarının analizi*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Daban, F., ve Özdemir, E. (2004). Eğitimde verimliliği artıran ders programlarının hazırlanması için genetik algoritma kullanımı. *Journal of Educational Sciences & Practices*, 3(6).
- Demir, F. ve Oral, Ş. (2016). Öğretmenlerin nöbet görevine ilişkin algıları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(47), 477-488.
- Demirkaya, H., ve Sarpel, E. (2018). Eğitim ve geliştirme uygulamalarında yeni nesil bilişim teknolojilerinden sanal gerçeklik, bulut bilişim ve yapay zeka. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, (40), 231-245.

- Demirkol, Z. (2020). *Herkes için yapay zekâ*. İstanbul: Genç Destek Yayınları.
- Demirel, G. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile işlenen fen bilimleri dersinin 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve artırılmış gerçeklik uygulamalarına karşı tutumlarına etkisi*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Devecioğlu, Y., ve Karadağ, Z. (2016). Amaç, beklenti ve öneriler bağlamında zekâ oyunları dersinin değerlendirilmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 41-61.
- Devasia, T., Vinushree, T.P. ve Hegde, V., (2016) Prediction of Students Performance Using Educational Data Mining. *International Conference on Data Mining and Advanced Computing (SAPIENCE)*, 91-95.
- Djuric, A., Rickli, JL, Jovanovic, VM ve Foster, D. (2017). İşbirlikçi robotik üzerine uygulamalı öğrenme ortamı ve eğitim müfredatı. *ASEE Yıllık Konferansı*, 24-28 Haziran, Columbus, Ohio.
- Dikbiyık, E. (2013). *Kavram haritaları modeli ile zeki öğretim sistemi tasarımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Dilmen, İ. (2020). *Fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamasının 21. Yüzyıl becerilerine ve temel becerilere etkisi*. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Dore, F. (2012). Güçlü yapay zekâya karşı çin odası argümanı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 23-38.
- Doğan, N. ve Kubat, B. (2008). Zeki öğretim sistemleri için yeni bir bileşen: düzenleyici modül. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2).
- Doğan, F. ve Türkoğlu, İ. (2018). Derin öğrenme modelleri ve uyulama alanlarına ilişkin bir derleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 10(2), 409-445.
- Doğan, Y. (2010). Fen ve teknoloji dersi programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 86-106.
- Dönmez, U. (2012). *İstatistiksel proses kontrol tablolarının bulanık mantık yöntemi ile yorumlanması ve bir iplik işletmesinde uygulama*. Çukurova Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Duran, M., ve Dökme, İ. (2018). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 545-563.
- Elmas, Ç. (2018). *Yapay zekâ uygulamaları: Yapay sinir ağı, bulanık mantık, genetik algoritma*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Emel, G. G., ve Taşkın, Ç. (2002). Genetik algoritmalar ve uygulama alanları. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 129-152.
- Engin, R. A. (2021). Dijital eğitim uygulamaları. *Dijital Gelecek Dijital Dönüşüm*, 119.
- Eren-Uğurlu, Z. (2020). Dijital dönüşüm ve süreçler. (ed. Deniz Akçay ve Eren Efe). *Toplum 5.0 ve dijital dünyada toplumsal dönüşüm ve eğitim 5.0*, İstanbul: İGU Yayıncılık.
- Erdemir, M. (2015). *İnternet tabanlı bir zeki öğretim sisteminin fizik eğitime uyarlanması ve uygulanması*. Gazi Üniversitesi: Yayımlanmamış doktora tezi.
- Erduran, A. (2020). Fonksiyon Kavramının Öğretiminde Teknoloji ile Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 169-194.
- Erdoğan, P. (2016). Doğadan Esinlenen Optimizasyon Algoritmaları ve Optimizasyon Algoritmalarının Optimizasyonu. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (1) , 293-304.
- Erişti, B., ve Tunca, N. (2012). İlköğretim Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Öğrencilerin Duyuşsal Yeterliklerini Geliştirmeye Yönelik Görüşleri. *Turkish Online Journal of Niteliksel Araştırma*, 3 (1).
- Erkalan, M., Calp, M. H., ve Şahin, İ. (2012). Çoklu zekâ kuramından yararlanılarak meslek seçiminde kullanılacak bir uzman sistem tasarımı ve gerçekleştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5(2), 49-55.
- Erkoç, M. F. (2008). *Yapay zekâ perspektifinde eğitime yönelik uzman sistem modellemesi*. Marmara Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Ersöz, A. R. (2017). *Eğitsel veri madenciliği ile öğrenci profillerinin belirlenmesi*. Uludağ Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Erten, P. (2019). Z kuşağının dijital teknolojiye yönelik tutumları. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(1), 190-202.
- Esen, M. (2011). Kur' an' da akıl-iman ilişkisi. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 85-96.

- Eser, M. T. (2019). *Uluslararası öğrenci değerlendirme programı 2015 verilerinin ve madencilikte kümeleme yöntemleriyle incelenmesi*. Hacettepe Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Fazla, S. ve Gezgin, D. M. (2019). Yükseköğretimde nesnelerin interneti ile ilişkili uygulamalar ve yaklaşımların incelenmesi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 3 (1) , 31-40
- Felix, C. V. (2021). The role of the teacher and AI in education. Sengupta, E., Blessinger, P. and Makhanya, M.S. (Der.). *International perspectives on the role of technology in humanizing higher education (Innovations in higher education teaching and learning)*, içinde (s.33-48).
- Ferikoğlu, D. (2021). *Öğretmenler için yapay zekâ farkındalık ölçeği: güvenirlik ve geçerlilik çalışması*. Bahçeşehir Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Floridi, L. (2019). Establishing the rules for building trustworthy AI. *Nature Machine Intelligence*, 1(6), 261-262.
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27 (5), 47-50.
- Geçer, A., ve Özel, R. (2012). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin öğrenme-öğretme sürecinde yaşadıkları sorunlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(3), 2237-2261.
- Gerşil M., ve Palamutçuoğlu T., (2013). Ders çizelgeleme probleminin melez genetik algoritmalar ile performans analizi. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(1), 242-262.
- Göksu, İ. (2016). *Yenilenmiş bloom taksonomisindeki bilişsel öğrenme sürecinin web tabanlı uzman sistemle değerlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Gök, M. (2017). Makine öğrenmesi yöntemleri ile akademik başarının tahmin edilmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(3), 139-148.
- Göksu, İ. (2016). *Yenilenmiş Bloom Taksonomisi' ndeki bilişsel öğrenme sürecinin web tabanlı uzman sistemle değerlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Guo, B., Zhang, R., Xu, G., Shi, C., & Yang, L. (2015). Predicting students performance in educational data mining. *In 2015 International Symposium on Educational Technology (ISET)* ,125-128.

- Gülcü, A. (2006). *Yapay zekâ tekniklerinden genetik algoritma ve tabu arama yöntemlerinin eğitim kurumlarının haftalık ders programlarının hazırlanmasında kullanımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Güler, N. (2011). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Güner, N., ve Çomak, E. (2014). Lise öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarının bulanık mantık yöntemi ile incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(5), 189-196.
- Günlü, E. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri*. Mersin Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Güngör, G. ve Göksu, A. (2013). Türkiye’de eğitimin finansmanı ve ülkelerarası bir karşılaştırma. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 59-72.
- Güven, G., ve Sülün, Y. (2012). Bilgisayarla ilgili öğretimin 8. sınıf fen ve eğitim öğretimdeki akademik ve öğretim derslerine karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (1), 68-79.
- Hassel, BC & Hassel, EA (2011). Teachers in the Age of Digital Instruction. [Çevrim-içi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527018.pdf>], Erişim tarihi: 3 Nisan 2022.
- Horowitz, E. (2015). A peek at a “smart” classroom powered by the internet of things. [Çevrim-içi: <https://www.edsurge.com/news/2015-08-11-a-peek-at-a-smart-classroom-powered-bytheinternet-of-things>], Erişim tarihi: 28 Mart 2022.
- Zhang, H., Lin, W. ve Chen, A. (2019). Path planning for the mobile robot: a review. *Symmetry*, (10).
- İrmak, S. (2009). *Veri madenciliği yöntemleriyle sağlık sektörü veri tabanlarında bilgi keşfi: tanımlayıcı ve kestirmeci model uygulamaları*. Akdeniz Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- İşler, B. ve Kılıç, M. (2021). Eğitimde yapay zekâ kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5 (1) , 1-11.
- İzgi-Onbaşılı, Ü. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 320-337.
- Kalemkuş, J. (2021). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87.

- Kardaş, K., ve Güvenir, H. A. (2020). Kısa sınavların, ödevlerin ve projelerin dönem sonu sınavına olan etkilerinin farklı makine öğrenmesi teknikleri ile araştırılması. *EMO Bilimsel Dergi*, 10(1), 21-27.
- Karaca, İ., ve Karaca, N. (2021). 2023 Vizyon Belgesi'nin dijitalleşme açısından incelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 5(1), 1-8.
- Kamath, R. S. (2014). Design and development of soft computing model for teaching staff performance evaluation. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology (IJESRT)*, 3(4), 3088-3094.
- Kaur, P., Singh, M., & Josan, G. S. (2015). Classification and prediction based data mining algorithms to predict slow learners in education sector. *Procedia Computer Science*, 57, 500-508.
- Karacı, A. (2013). *Ses sentezleme ve tanıma teknolojilerini kullanarak Türkçenin ana dil olarak öğretimi için zeki öğretim sistemi geliştirilmesi*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Karacaoğlu, Ö. C. (2008). Öğretmenlerin Yeterlilik Algıları. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 70-97.
- Karataş, F., Koyuncu, I., Tuna, M., Alçın, M., Avcioglu, E., ve Akgul, A. (2021). Design and implementation of arrhythmic ECG signals for biomedical engineering applications on FPGA. *The European Physical Journal Special Topics*, 1-16.
- Karataş, S. (2019). *Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin matematik, fen bilimleri ve Türkçe dersleri kazanımlarına ulaşma düzeylerinin incelenmesi: veri madenciliği çalışması (Afyonkarahisar örneği)*. Afyon Kocatepe Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Karadağ, E. (2010). Eğitim bilimleri doktora tezlerinde kullanılan araştırma modelleri: Nitelik düzeyleri ve analitik hata tipleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 1(1), 49-71.
- Karadağ, E. ve Kılıç, B. (2019). Görüşlerine göre hazırlamaktaki teknoloji öğretmenleri. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 11, 101-117.
- Karthika, R., Jegatha Deborah, L., & Vijayakumar, P. (2020). Intelligent e-learning system based on fuzzy logic. *Neural Computing and Applications*, 32(12), 7661-7670.
- Kemmer, D. (2011). Blended learning and the development of student responsibility for learning: a case study of a 'widening access' university. *Widening Participation and Lifelong Learning*, 13(3), 60-73.

- Seçkin-Kapucu, M. (2014). Opinions of science teachers about the usage of visual media during science and technology course. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(2), 75-90.
- Kaya, Z. (2016). *Biyometrik güvenlik sistemleri ve yüz tanımaya dayalı çevrimiçi sınav sistemi*. İstanbul Aydın Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kayhan, O. (2019). *Uzaktan eğitim öğrencilerinin mezuniyet durumlarının veri madenciliği yöntemleri ile tahmini: Amasya üniversitesi örneği*. Amasya Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kutlugün, M., A. (2017). *Gözetimli makine öğrenmesi yoluyla türe göre metinden ses sentezleme*. Zaim Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Keleş, A. (2007). *Öğrenme-öğretme sürecinde yapay zekâ ve İnternet tabanlı zeki öğretim sistemi tasarımı ve matematik öğretiminde bir uygulama*. Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Keskenler, M. F., ve Keskenler, E. F. (2017). Geçmişten günümüze yapay sinir ağları ve tarihçesi. *Takvim-i Vekayi*, 5(2), 8-18.
- Kevran, M. M. (2009). *Çoklu sensör konumlandırma probleminin genetik algoritmalar ile çözülmesi*. Havacılık ve uzay teknolojileri enstitüsü: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kıral-Özkan, T. (2015). *Makine öğrenmesi yöntemleri ile vakıf üniversiteleri doluluk tahminlemesi*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Kocaçıl, S. (2020). *Programlanabilir eğitsel oyuncak robot tasarımı ve okul öncesi dönemde kullanılması*. Afyon Kocatepe Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Köse, U. (2010). *Bulanık mantık ve yapay sinir ağları için eğitim yazılımı geliştirilmesi*. Kocatepe Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kınay, E. (2016). *Yaşar Üniversitesi e-öğrenme sistemi çıktılarının analizi*. Yaşar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kiani, F., Kutlugün, M. A., ve Çakır, M. Y. (2017). Derin sinir ağları ile konuşma tespiti ve cinsiyet tahmini. [Çevrim-içi: https://www.researchgate.net/publication/323991121_Derin_Sinir_Aglari_ile_Konusma_Tespiti_ve_Cinsiyet_Tahmini], Erişim tarihi: 20.03.2022.
- Kurtuluş, N., ve Çavdar, O. (2011). Fen ve teknoloji öğretim programındaki etkinliklere yönelik öğretmen ve öğrenci düşünceleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 1-23.

- Kutlu, Ö. (2019). *İnsansız hava araçları ile elde edilen görüntülerin derin öğrenme yöntemleri ile analizi*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kuo, M. M. (2008). Learner to Teacher: EFL Student Teachers' Perceptions on Internet-Assisted Language Learning and Teaching. *Online Submission*, 1-11.
- Kurzweil, R. (2016). *İnsanlık 2.0* (çev. Mine Şengel). İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Kurzweil, R. (2012). Bir zihin yaratmak. İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Kunjir, A., Pardeshi, P., Doshi, S., & Naik, K. (2015). Recommendation of Data Mining Technique in Higher Education Prof. Priya Thakare Guide. *International Journal of Computational Engineering Research*, 5(3), 29-34.
- Korkmaz, S. (2018). *Eğitsel oyun geliştirerek, eğitim fen bilimleri öğretiminin öğrenci ve kazanımına etkisi*. Bartın Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kolchenko, V. (2018). Can Modern AI Replace Teachers? Not so Fast! Artificial Intelligence and Adaptive Learning: Personalized Education in the AI Age. *HAPS Educator*, 22(3), 249-252.
- Kocaman-Karoğlu, A., Bal-Çetinkaya, K. ve Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye'de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158.
- Kuşçu, D. (2007). *Karar verme süreçlerinde bulanık mantık yaklaşımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Kunduracı, M. S. (2020). *Faster R-CNN derin öğrenme algoritması kullanarak takım düzeyinde böcek sınıflandırılması*. Dumlupınar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Küçük, A., ve Arı, A. A. (2013). Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinin değerlendirilmesinde bulanık mantık yönteminin uygulanması. *Elektronik Mesleki Gelişim Ve Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 11-25.
- Küçüköner, Y. (2011). 2005 fen ve teknoloji dersi öğretim programının uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve öğretmen gözüyle çözüm önerileri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 11-38.
- Lamb, R., Antonenko, P., Etopio, E., & Seccia, A. (2018). Comparison of virtual reality and hands on activities in science education via functional near infrared spectroscopy. *Computers & Education*, 124, 14-26.
- Lee, Y. J. (2010). Neural network based approach for predicting learning effect in design students. *International Journal of Organizational Innovation*, 2(3), 250-411.

- Lewis, S., Whiteside, A. L., & Great-Dikkers, A. (2014). Autonomy and responsibility: Online learning as a solution for at-risk high school students. *International Journal of E-Learning & Distance Education/Revue internationale du e-learning et la formation à distance*, 29(2).
- Li, C. & Zhou, H. (2018). Enhancing the efficiency of massive online learning by integrating intelligent analysis into moocs with an application to education of sustainability. *Sustainability*, 10 (2), 1-16.
- Lindner, A., Romeike, R., Jasute, E., & Pozdniakov, S. (2019). Teachers' perspectives on artificial intelligence. In *12th International conference on informatics in schools, "Situation, evaluation and perspectives", ISSEP*.
- McCarthy, J. (2007). Yapay zeka nedir?. Erişim adresi: [https://kewd.pw/what_is_artificial_intelligence.pdf].
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115-133.
- Meriç, O. A. (2004). *Veri madenciliği aracı olarak genetik algoritmalar ile yapay sinir ağları ve genetik algoritma-yapay sinir ağı melez modelinin müşteri değerlendirilmesinde kullanılması*. İstanbul Üniversitesi: Yayımlanmamış doktora tezi.
- Memmedova, K. (2017). Fuzzy logic modelling of the impact of using technology on anxiety and aggression levels of students. *Procedia Computer Science*, 120, 495-501.
- Metin, E. (2018). Eğitimde teknoloji kullanımında öğretmen eğitimi: bir durum çalışması. *STEAM Education Dergisi*, 1 (1), 79-103.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). *Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlilikleri*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *İlkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi (3-8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2005). *İlkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi (3-8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Vizyon 2023. Ekim, Ankara. Erişim adresi: http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf.
- Mousavi, S. M. H., MiriNezhad, S. Y., Mosleh, M. S. & Dezfoulan, M. H. (2017). A PSO fuzzy-expert system: As an assistant for specifying the acceptance by NOET measures, at PH.D level. *Artificial Intelligence and Signal Processing Conference (AISP)*, 25-27 Ekim, Şiraz, İran.
- Murphy, R. F. (2019). *Artificial intelligence applications to support k–12 teachers and teaching: A review of promising applications, opportunities, and challenges*. Santa Monica, CA: RAND Corporation,

- [file:///C:/Users/Lenovo/Desktop/murphy%202019.pdf], Erişim tarihi: 10.04.2022.
- Mutlu, M. ve Aydoğdu, M. (2003). Fen bilgisi eğitiminde kolbâ un yaşantısal öğrenme yaklaşımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (13), 15-29.
- Nabiyev, P. V. (2012). *Yapay Zekâ*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Nabiyev, V. ve Erümit, A. K. (2020). *Yapay zekânın temelleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Learning, J. M. (2021). *Düşünen makineler*. (çev. Samet Öksüz). İstanbul: Say Yayıncılık.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (OECD). (2019). *The Future of Education and Skills-Education 2030: A Series of Concept Notes*, [http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-andlearning/learning/learningcompass2030/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf], Erişim tarihi: 10.04.2022.
- Onuk, Ö. (2007). *Müzik öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin öğretmenliğe güdülenmeleri ile akademik başarıları arasındaki ilişki*. Gazi Üniversitesi: Yayımlanmamış doktora tezi.
- Ordukaya, E. (2011). *Bulanık karar verme süreçlerinde geri bildirim ve mikro öğretim uygulaması*. Marmara Üniversitesi: Yayımlanmamış doktora tezi.
- Osetskyi, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S. and Hirnyk, Y. (2020). Artificial intelligence application in education: Financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 2(33), 574-584.
- Okan-Gökten, P. (2018). Karanlıkta üretim: yeni çağda maliyetin kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 880-897.
- Olgun, K. B. (2021). *Terz yüz sınıflardaki video izleme davranışları incelenerek veri madenciliği ile başarının tahmin edilmesi*. İstanbul Üniversitesi: Yayımlanmamış doktora tezi.
- Öcal, A. (2015). *Belirtisiz mantıktan yararlanılarak ortaöğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin öğretmenlik uygulaması başarılarının değerlendirilmesi*. Hacettepe Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Öcal, Ö.(2016). *Uyarlamalı zeki öğretim sisteminde bulanık mantık yaklaşımı ile öğrenci modelleme*. Marmara Üniversitesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.
- Ölmez, Ç. (2010). *Uzaktan eğitim sistemlerinde soru bankalarının bulanık mantık yöntemi ile analizi*. Kocatepe Üniversitesi: Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.

- Öncü, A. (2006). *Uzman sistem yaklaşımı ile web tabanlı öğretim değerlendirme sisteminin geliştirilmesi*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Önür, Z. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin 21. Yüzyıl öğrenme becerileri ile eğitim teknolojisi yeterlilikleri arasındaki ilişki*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Özbek, M. (2007). *Etmen tabanlı zeki öğretim sistemi geliştirme*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Özbay, Ö., 2015. Veri Madenciliği Kavramı ve Eğitimde Veri Madenciliği Uygulamaları. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(5), 262-272.
- Özbilen, F. M., ve Günay, G. (2017). İlköğretim kurumlarında görev yapan öğretmenlerin okul nöbet görevine ilişkin görüşleri. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, (11), 141-157.
- Özkoç, H. H., ve Karalar, H. (2019). K12 ve lisans öğrencilerinin Endüstri 4.0 kavramına ilişkin algıları. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 243-258.
- Özmuş, M. (2013). *PISA 2019 verilerine göre Türkiye’ de okul politika ve uygulamaları ile bunların öğrenme çıktıları üzerindeki etkileri*. Hacettepe Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay sinir ağları*. İstanbul: Papatya Yayınları.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1 (1) , 25-30.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Özdemir, Ş. (2016). *Eğitimde veri madenciliği ve öğrenci akademik başarı öngörüsüne ilişkin bir model*. İstanbul Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Özdemir, O. ve Kalıncara, Y. (2020). Bulanık Mantık: 2000-2020 Yılları Arası Tez ve Makale Çalışmalarına Yönelik Bir İçerik Analizi. *Acta Infologica*, 4 (2) , 155-174.
- Özdemir, O. (2009). *Bulanık mantık ile belirlenmiş öğrenme stillerine dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi*. Fırat Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Özdemir, A., Alaybeyoglu-Yılmaz, A., ve Balbal, K. F. (2019). Bulanık mantığın eğitim alanındaki uygulamaları. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 45-50.

- Özdemir, Ş. ve Kılınç, D. (2019). *Geleceğin meslekleri dijital dönüşüm, veri bilimi, yapay zekâ*. İstanbul: Abaküs Yayınları.
- Perrotta, C., & Selwyn, N. (2020). Deep learning goes to school: Toward a relational understanding of AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 251-269.
- Pirim, H. (2006). Yapay zekâ. *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, 1(1), 81-93.
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New challenge of learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2).
- Ramizov, H. (2019). *Endüstri 4.0 'ın rekabet gücü üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi analizi*. Celal Bayar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Sanca, M., Artun, H. ve Okur, M. (2022). Fen Eğitiminde Bulanık Mantık Uygulamaları Neden Kullanılmalıdır?. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 6(1), 130-144.
- Sanjaya, D. B., ve Divayana, D. G. H. (2015). An expert system-based evaluation of civics education as a means of character education based on local culture in the Universities in Buleleng. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 4(12), 17-21.
- Sarı, İ. (2019). *Genetik algoritma kullanılarak koordinatör öğretmen yerleştirme çizelgesinin hazırlanması*. Konya Teknik Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Sarioğlu, S. (2019). *İlköğretim 6. Sınıf fen bilimleri dersi hücre konusunda sanal gerçeklik kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve derse karşı tutumuna etkisi*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Sarıbaş, S., ve Babadağ, G. (2015). Temel eğitimin temel sorunları. *Anadolu Eğitim Liderliği ve Öğretimi Dergisi*, 3 (1), 18.
- Sarıçam, U. (2019). *Dijital oyun tabanlı STEM Uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına ilgileri ve bilimsel yaratıcılığı üzerine etkisi: Minecraft örneği*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Sarıkaya, M., ve Seferoğlu, S. S. (2018). Eğitim teknolojisi okumaları (ed. Buket Akkoyunlu, Aytekin İşman ve Hatice Ferhan Odabaşı). *Çocukların çevrim-içi ortamlarda karşılaştıkları riskler ve güvenli internet kullanımı*, Ankara: TOJET.
- Saygılı, A. (2013). *Veri madenciliği ile mühendislik fakültesi öğrencilerinin okul başarılarının analizi*. Yıldız Teknik Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Sezgin, D. (2007). *Uzaktan eğitim için kullanılabilecek bir teknolojik akıllı sınıf geliştirme çalışması*. Çukurova Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Sezgin, S. (2019). Eğitimde giyilebilir teknolojiler: fırsatlar ve eğilimler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(40), 405-418.
- Selvi, A. (2020). *Bilecik ilinde ilköğretimden liseye geçiş sınavlarında makine öğrenmesi yöntemleri ile öğrenci başarısının tahmini*. Şeyh Edebali Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Schiff, C. (2020). Photoelectric effects. *The Physics Teacher*, 58(3), 147-147.
- Sharkey, A. J. (2016). Should we welcome robot teachers?. *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283-297.
- Singil, N. (2022). Yapay zekâ ve insan hakları. *Uluslararası Kamu ve Özel Hukuk Bülteni*, 42 (1), 121-158.
- Supriyanto, G., Widiaty, I., Abdullah, A. G., & Mupita, J. (2018). Application of expert system for education. *OP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 18 April 2018, Bandung, Endonezya.
- Şahin, M. (2010). *Kısıt tabanlı öğrenci modeli ile zeki öğretim sistemi tasarımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Şahin, S. (2021). *Makine öğrenmesi yöntemi ile ortaokul öğrenci başarılarının tespiti ve bir uygulama*. İstanbul Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Şengür, D. (2013). *Öğrencilerin akademik başarılarının veri madenciliği metotları ile tahmini*. Fırat Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Stella, Nwigbo Nusua, & B. K. Madhu. 2017. Expert System as Tools for Efficient Teaching and Learning Process in Educational System in Nigeria, First Step. *International Journal on Future Revolution in Computer Science & Communication Engineering*, 5(11), 129-133.
- Stiggins, R. (2004). New assessment beliefs for a new school mission. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 22-27.
- Soh, L.K., Khandaker, N. & Jiang, H. (2008). I-MINDS: a multiagent system for intelligent computer- supported collaborative learning and classroom management. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 18, 119-151.
- Silah, M. (2003). Üniversite öğrencilerinin akademik başarılarını etkileyen çeşitli nedenler arasından süreksiz durumluk kaygının yeri ve önemi. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 102-115.

- Sipahioğlu, S. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin eğitimde teknoloji kullanımına yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*. Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Süslü, A. (2019). Doğa ve insan bilimlerinde yapay zekâ uygulamaları. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(1), 1-10.
- Şengül, A. (2011). *Türk öğrencilerinin PISA 2009 okuma becerilerini açıklayan değişkenlerin CHAID analizi ile belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Şenel, A., ve Gençoğlu, S. (2003). Küreselleşen dünyada düzenleniyor. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (12), 45-65.
- Tabak, H. (2020). Eğitime aile katılımı: sosyo-ekonomik özellikler etkiliyor mu?. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 104-121.
- Tatar, E., ve Tatar, E. (2007). Öğrenme stillerine dayalı öğretim. *Journal of Qafqaz University*, (20).
- Taşdelen, A. (2014). *Veri madenciliği yöntemleriyle uzaktan eğitim bölümlerinin analizi: Karabük üniversitesi örneği*. Karabük Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Taşkıran, A. (2017). Dijital çağda yükseköğretim. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 3 (1), 96-109.
- Taşçı, G., ve Çelebi, M. (2020). Eğitimde yeni bir paradigma: "Yükseköğretimde Yapay zeka". *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16 (29), 2346-2370.
- Tepe, T., Kaleci, D., ve Tüzün, H. (2016). Eğitim teknolojilerinde yeni eğilimler: sanal gerçeklik uygulamaları. *In 10th International Computer and Instructional Technologies Symposium (ICITS)*, 16-18 Mayıs, Rize, Türkiye.
- Tekgüç, U. ve Adalier, A. (2019). Eğitimde derin öğrenme ve uygulamaları (ed. Şişman, H. F, Odabaşı, ve B. Akkoyunlu), *Eğitim Teknolojisi Okumaları*, Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Trigueros, D. S., Hartnett, M., & Meng, L. (2018). Face Recognition: From Traditional to Deep Learning Methods. *Cornell University Arxiv*, 1-13.
- Turan, F. (2008). *Stereotip öğrenci modeli kullanarak zeki öğretim sistemi tasarımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.

- Turcan, H. G. (2011). *İlköğretim okulu öğretmenlerinin öz-yeterlik algıları ile iş doyumları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Selçuk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Tüfekçi, M. ve Karpaz, F. (2019). Derin öğrenme mimarilerinden konvolüsyonel sinir ağları (CNN) üzerinde görüntü işleme-sınıflandırma kabiliyetinin artırılmasına yönelik yapılan çalışmaların incelenmesi. *Uluslararası insan -bilgisayar etkileşimi, optimizasyon ve robotik uygulamalar Konferansı*, 5-7 Temmuz 2019, Ürgüp, Türkiye.
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2022). Yapay zekâ, [www.tdk.gov.tr], Erişim tarihi: 24.02.2022.
- Tekin, M., Etlioğlu, M., ve Tekin, E. (2018). Endüstri 4.0 ve lojistik trendler. 4. *Uluslararası Sosyal Beşeri ve İdari Bilimler Sempozyumu*, 6-19 Haziran 2018, Alanya, Türkiye.
- Tekin, H. (2006). Yapay zekâ. *Journal of Yaşar University*, 1(1), 81-93.
- Timms, M. J. (2016). Letting artificial intelligence in education out of the box: educational cobots and smart classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 701-712.
- Topakkaya, A., ve Eyibaş, Y. (2019). Yapay zekâ ve etik ilişkisi. *Felsefe Dünyası*, 70(1), 81-99.
- Toprak, Ö., ve Küçük, O. (2019). Öğretmenlerin internet kullanım alışkanlıkları ile yalnızlık düzeyi arasındaki ilişki: Trabzon örneği. *Journal of International Social Research*, 12(66).
- Torun, N, Cengiz, E. (2019). Endüstri 4.0 bakış açısına sahip olan teknoloji kabul modeli. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 235-250.
- Tosunoğlu, E., Yılmaz, R., Özeren, E., ve Sağlam, Z. (2021). Eğitimde Makine Öğrenmesi: Araştırmalardaki Güncel Eğilimler Üzerine İnceleme. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 178-199.
- Uçar, E. (2013). *Ortaöğretime geçiş sistemi yerleştirme puanlarının uzman sistemler ile tahmini*. Karabük Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Uçar, A. ve Uludağ, M.H. (2018). Nesnelerin interneti ile akıllı sınıf ve öğrenci takip sistemi tasarımı, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 9(2), 591-600.
- Ulu, M. (2018). Hayatı anlamlandırma ile kişilik özellikleri arasındaki ilişki üzerine. *Bilimname*, 2018(36), 165-187.

- Urhan, O. (2019). *Fen eğitime yönelik sanal gerçeklik uygulamalarının etkisinin incelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Uysal, M. (2016). *Bulanık mantık tabanlı DUNN öğrenme stili modeli gerçekleştirimi*. Celal Bayar Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Uzun, K. P. (2008). *Mesleki ve teknik eğitim okullarında öğrencileri alana yönleltmede uzman sistem yaklaşımı*. Marmara Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Uzunboylu, H. , Ekizoğlu, N. Ve Ekizoğlu, A. (2009). Eğitim Teknolojileri Merkezlerinin İşlevlerine İlişkin Eğitimcilerin Görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37 (37) , 159-173.
- Uzun, Y., Tümtürk, A. Y. ve Öztürk, H. (2021). Günümüzde ve gelecekte eğitim alanında kullanılan yapay zekâ. *1st International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences*, 1-3 Kasım 2021, Konya, Türkiye.
- Ülgen-Sönmez, Y. (2007). *Devre analizi dersi için bir uzman ölçme ve değerlendirme yazılımı geliştirme*. Fırat Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Ünsal, Ö. (2011). *Meslek seçimlerinin makine öğrenmesi algoritması kullanılarak belirlenmesi*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Üstün, Ö. ve Demir, M. K. (2015). Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Laboratuvar Ortamlarında Karşılaştıkları İstenmeyen Öğrenci Davranışlarının İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 281-301.
- Yadav, S. K., Bharadwaj, B. & Pal, S. (2012). Data mining applications: a comparative study for predicting student's performance. *International Journal Of Innovative Technology & Creative Engineering*, 1(12), 13-19.
- Yağcı, A. (2018). *Mesleki ve teknik lise öğrencilerinin fen dersleri (fizik-kimya-biyoloji) başarılarının yapay sinir ağları ile tahmini ve başarısızlık için alınacak tedbirler (Türkiye ile Malezya karşılaştırması)*. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yalçın, T. (2007). *Genetik algoritmaların planet dişli tasarımına uyarlanması*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yaraş, Z. (2017). *Okul yöneticilerinin otantik ve holistik liderlik tarzlarının pozitif örgütsel davranış üzerindeki etkisi: yapay sinir ağları uygulaması*. Fırat Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.

- Yaşaroğlu, C. (2018). Öğretmenlik mesleğinin geleceği üzerine bir öngörü denemesi. *Akademik Matbuat*, 2(1), 16-29.
- Yavuz, D. (2020). *Fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin fen öğretimine yaklaşımlarını etkileyen bazı değişkenlerin ve aralarındaki ilişkilerin incelenmesi*. İstanbul Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Yelegin, A. (2012). *Mesleki eğitimde öğrenci altyapısının öğrenci eğitim başarısına etkisinin veri madenciliği yöntemleriyle ortaya çıkarılması*. Beykent Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yengin, D., ve Bayrak, T. (2018). Tüketicinin Oyunlaştırma ile Arttırılmış Gerçeklik. *Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*, (1), 56-77.
- Yıldız, O. (2014). *Makine öğrenmesi ile uzaktan eğitim öğrencilerinin performanslarının değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Yıldız-Aybek, H.S. (2016). *Öğrenci başarısının yapay sinir ağları ile kestirilmesi: Anadolu üniversitesi açık öğretim sistemi örneği*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.
- Yıldız, G. (2020). *İşbirlikli öğrenme yöntemine dayalı mikroöğretim uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterliliklerin ve fen öğretiminde işbirlikli öğrenme yöntemini kullanmaya yönelik inançlarına etkisi*. Çukurova Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yıldız, A. (2010). *6. sınıf fen bilgisi dersinde kullanılan materyallerin öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre değerlendirilmesi*. Kaskas Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yıldırım, B. (2020). İşletmelerde dijital dönüşüm süreci: nitel bir araştırma. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 3 (2), 204-223.
- Yılmaz, M. (2007). Sınıf öğretmeni yetiştirmede teknoloji eğitimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 155-167.

- Yorgancı, N. (2018). *Öğretmenlik mesleğine karşı tutum ile akademik başarı arasındaki ilişkinin yapay sinir ağları ile analizi*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yumuşak, A., ve Aycan, Ş. (2002). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli çalışmanın faydaları; Demirci' de (Manisa) bir örnek. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,16, 197-204.
- Yu, R., Li, Q., Fischer, C., Doroudi S. & Xu, D. (2020). Towards Accurate and Fair Prediction of College Success: Evaluating Different Sources of Student Data. *Proceedings of The 13th International Conference on Educational Data Mining*, 10-13 July, Online.
- Yurdakul, S. (2015). *Veri madenciliği ile lise öğrenci performanslarının değerlendirilmesi*. Kırıkkale Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yücel, O. (2012). *Development of a data mining software on higher educational data*. Boğaziçi University: Unpublished master's thesis
- Wang, S. (2021). Genetic algorithm and bp neural network for college physical education teaching evaluation. *Scientific Programming*, 7, 27-17.
- Weyns, D. (2019). Software engineering of self-adaptive systems. *In Handbook of Software Engineering*, 399-443.
- Wu, X. (2020). Research on english online education platform based on genetic algorithm and blockchain technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 7, 1-7.
- Wongkhamdi, T., & Seresangtakul, P. (2010). A comparison of classical discriminant analysis and artificial neural networks in predicting student graduation outcomes. *In Proceedings of the Second International Conference on Knowledge and Smart Technologies*, 24-25 July, Khon Kaen, Tayland.
- Xu, J., Moon, K. H. and Schaar, M. 2017. A machine learning approach for tracking and predicting student performance in degree programs. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 11(5), 742-753.

EK-A: Gönüllü Katılım Formu

...../...../.....

Değerli Meslektaşım,

Öncelikle araştırma sürecinde kıymetli zamanınızı ayırarak desteğinizi esirgemediğiniz için teşekkürlerimi sunarım. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Fen Öğretiminde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Kullanımına İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi adına Doç. Dr. Hüseyin ARTUN danışmanlığında hazırlanacak olan yüksek lisans tez araştırmamda sizlerin yapay zekâ teknolojileri ve fen öğretimindeki yansımaları ile ilgili sizlerle çevrimiçi şekilde görüşme yapmak istiyorum. Görüşmemizi çevrimiçi yapacağımız için veri kaybını en aza indirmek adına sizlerin ses ve video kaydınızı almak istiyorum. Araştırma süresinde yapacağımız görüşme kayıtları ve sizin görüşleriniz araştırmanın temelini oluşturması bakımından önem arz etmektedir.

Sizlerden alacağım tüm yazılı ya da görsel veriler sadece bilimsel amaçlar için kullanılacak olup herhangi bir kişi ya da kurum ile paylaşılmayacaktır. Araştırma kapsamında adınızı, soyadınızı ya da görev yaptığınız kurum ile ilgili bilgilere takma ad ya da uygun kodlar verilecektir. Görüşme sırasında size yöneltilen sorulara verdiğiniz yanıtlardan dolayı rahatsız hissedeceğiniz herhangi bir durumla karşılaşmayacağınızı, görüşlerinizden dolayı yargılanmayacağınızı, herhangi bir olumsuz bir durumla karşılaştığınızda ise istediğiniz zaman araştırma sürecinden ayrılabilenizi taahhüt ederim. Görüşme sürecinin sonunda merak ettiklerinizi her zaman sorabilir ve elde dilen verilerden sizler de yararlanabileceksiniz.

Bahsi geçen açıklamaları okuyup söz konusu çalışmaya gönüllü olarak katıldığınızı ve tüm haklarınızı araştırmacı kimliğimle koruyacağıma dair söz konusu bu belgeyi imzalamanızı rica ediyorum.

Öğretmenin

Adı, soyadı:
Adres:
e-posta:

Sorumlu Araştırmacı:

Doç. Dr. Hüseyin ARTUN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Tuşba / VAN

Araştırmacı:

Münevver SANCA
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Tuşba / VAN

EK-B: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu

YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT FORMU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisiyim. Yapay zekâ kavramı ve teknolojileri (teknikleri), eğitimde yapay zekâ teknolojileri ve fen eğitiminde yapay zekânın uygulanabilirliği hakkında siz değerli katılımcıların görüşlerini/önerilerini almayı planlamaktayım. Söz konusu görüşme süresince:

- + Gönüllülük esası dikkate alınarak yürütülecektir.
- + Çevrimiçi yapılacaktır.
- + Size yöneltilen soruları yanıtlamanız için herhangi bir süre kısıtlaması yoktur.
- + KVKK kapsamında tüm kişisel verileriniz tarafımdan gizli tutulacak olup beyan ettiğiniz her ifade sadece bu tez çalışmasında kullanılacaktır.

Değerli vaktinizi ayırdığınız için teşekkür ederim.

Münevver SANCA
Fen Bilimleri Öğretmeni

+ Görüşme tarihi	
+ Mezun olduğunuz üniversite	
+ Mesleki kıdeminiz	

YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT SORULARI

1. Yapay zekâ deyince aklınıza ne geliyor? Size neleri anımsatıyor?
2. Günümüzde yapay zekâyâ gösterilen rağbetin her geçen gün artmasının sebepleri hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
3. Yapay zekâ destekli teknolojiler hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
4. Mesleki görevlerinizi yerine getirirken yapay zekâdan yardım alma ya da bu görevleri tamamen yapay zekâyâ bırakma konusundaki düşünceleriniz nelerdir?
5. Yapay zekâ destekli teknolojiler hakkındaki endişeleriniz nelerdir?
6. Eğitimde yapay zekânın uygulanabilirliği hakkındaki görüşleriniz nelerdir?

7. Eğitimde yapay zekânın gerekliliği hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
8. Fen öğretiminde yapay zekâyı fen bilimleri dersinde tercih etme ya da etmeme sebepleriniz nelerdir?
9. Yapay zekâ teknolojilerinin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı' ndaki kazanımlara aktarılabilmesi hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
10. Fen öğretiminin niteliğinin artırılması ve öğrencilerde öğrenmeyi teşvik etme konusunda yapay zekânın ne gibi yardımları olabilir?
11. Fen bilimleri dersinin sizi zorlayan taraflarını düşündüğünüzde yapay zekânın ne gibi katkıları olabilir?
12. Yapay zekâ destekli akıllı sınıflar veya okullar hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

EK-C: Etik Beyanı

Van Yüzüncü Yıl 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 ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/06/2022

Münevver SANCA



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

30/06/2022

Fen Öğretiminde Yapay Zekâ Destekli Teknolojilerin Kullanımına İlişkin Fen Bilimleri
Öğretmenlerinin Görüşlerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 181 sayfalık kısmına ilişkin, 27/06/2022 tarihinde tez danışmanım tarafından **ITHENTICATE** intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9 (Yüzde Dokuz)' dur.

Uygulanan Filtreler Aşağıda Verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi İnceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

30/06/2022

Münevver SANCA

Adı Soyadı	: Münevver SANCA
Anabilim Dalı	: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Bilim Dalı	: Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Statüsü	: Y. Lisans (X) Doktora ☐

DANIŞMAN

Doç. Dr. Hüseyin ARTUN
30/06/2022

ENSTİTÜ ONAYI

U Y G U N D U R
30/06/2022

Cesim ALADAĞ
Enstitü Sekreteri

