

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ



MATEMATİK EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ ARAŞTIRMALARI:
SİSTEMATİK BİR İNCELEME

BEDRİYE DURALAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Filiz Tuba DİKKARTIN ÖVEZ (Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Emine ÖZDEMİR
Doç. Dr. Ahmet DELİL

BALIKESİR, HAZİRAN 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bedriye DURALAR tarafından hazırlanan “**MATEMATİK EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ ARAŞTIRMALARI: SİSTEMATİK BİR İNCELEME**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 14 Haziran 2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doc. Dr. Filiz Tuba DİKKARTIN ÖVEZ
Balıkesir Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Emine ÖZDEMİR
Balıkesir Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Ahmet DELİL
Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Dilek TÜRKER

.....

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**MATEMATİK EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ ARAŞTIRMALARI: SİSTEMATİK BİR İNCELEME**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Bedriye DURALAR

ÖZET

**MATEMATİK EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ
ARAŞTIRMALARI: SİSTEMATİK BİR İNCELEME
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BEDRİYE DURALAR
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. FİLİZ TUBA DİKKARTIN ÖVEZ)**

BALIKESİR, HAZİRAN 2024

Temelleri 17. yüzyıla dayanan yapay zekâ kavramı olarak ilk kez 1956 yılında kullanılmıştır. Yapay zekânın geçmişi çok eski olmamasına rağmen gelişimi, kullanımı ve yaygınlaşması çok hızlı olmuştur. İnsan zekânının taklidi olarak nitelendirilen yapay zekâ insanın olduğu her alanın içinde yer almaktadır. Yapay zekânın kullanıldığı alanlardan birisi de şüphesiz eğitimidir. Eğitim alanında yapay zekânın uygulamaları, kullanım yöntemleri ve etkileri ile ilgili çeşitli çalışmalar yürütülürken bu çalışmaları özetleyen araştırmalar oldukça kısıtlıdır. Bu çalışmada matematik eğitimi alanında yapılan “yapay zekâ” konulu makalelerin eğilimlerini tespit etmek ve bu bağlamda ilgili alana çeşitli öneriler sunmak amacıyla sistematik derleme yapılmıştır. Scopus, Eric, DergiPark, TRDİZİN, Google Akademik veri tabanları belirlenen anahtar kelimeler ile taranarak 398657 makaleye ulaşılmıştır. Bu makaleler PRISMA prensiplerine göre sistematik derleme yapılmıştır. Dâhil edilme kriterlerine uyan 25 çalışma araştırmaya alınmıştır. Seçilen makalelerin yılı, ülkesi, çalışma grubu, araştırma yaklaşımı, veri toplama aracı, kullanılan yapay zekâ aracı, veri analiz yöntemine göre eğilimleri ve sonuçları betimsel analiz ile içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiş bulgular frekans ve yüzde olarak gösterilmiştir. Çalışmaların en çok yapıldığı; yıl 2020, ülke Türkiye, örneklem lise, en çok kullanılan; araştırma yaklaşımı nicel-nitel, veri toplama aracı gözlem, yapay zekâ aracı robotik ve veri analiz yöntemi betimsel istatistik olarak saptanmıştır. Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımının tutum ve başarıyı olumlu yönde etkilediği ve matematik öğretiminde etkili bir araç olduğu düşünülmektedir. Okul öncesi grupları ile çalışmalar yapılması, okul müfredatında yapay zekâ araçlarına yer verilmesi ve sınıf içi yapay zekâ uygulamalarının artırılması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Eğitimde yapay zekâ, matematik eğitimi, sistematik inceleme, yapay zekâ
Bilim Kod / Kodları : 11404

Sayfa Sayısı : 69

ABSTRACT

ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW

MSC THESIS

BEDRİYE DURALAR

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

ELEMENTARY MATHEMATICS EDUCATION

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. FİLİZ TUBA DİKKARTIN ÖVEZ)

BALIKESİR, HAZİRAN 2024

Artificial intelligence was first used as a concept in 1956, foundations dating was back to the 17th century. Development and widespread of artificial intelligence have been use very rapid, but the history of artificial intelligence is not very old. Artificial intelligence is described as an imitation of human intelligence which is included in every field where humans exist. Artificial intelligence is used is undoubtedly education. As research summarizing, applications, usage methods and effects of artificial intelligence is quite limited in education. In this study, the trends of articles on "artificial intelligence" were determined in the field of mathematics education. A systematic review was conducted to offer various suggestions to the relevant field. In this research, 398657 articles were founded by scanning Scopus, Eric, Dergipark, TRDİZİN and Google Scholar databases. These articles were systematically reviewed according to the PRISMA principles. According to the inclusion criteria, 25 studies were included into research. The analysis of the selected articles was carried out using the content analysis method and descriptive analysis method taking into year, country, study group, research method, data collection tool, artificial intelligence tool used, disposition and results as data analysis method. The findings are shown as frequency and percentage. Existing studies were mostly conducted in Turkey in 2020 and in high schools as a sample. The most used research method is quantitative and qualitative. The data collection tool is observation. The artificial intelligence tool was determined as robotics and the data analysis method was descriptive statistics. It is thought that the use of artificial intelligence positively affects success in mathematics education. Artificial intelligence is thought to be an effective tool in teaching mathematics. As a suggestion with this study; conducting studies with pre-school groups, including artificial intelligence tools in the school curriculum and increasing artificial intelligence applications in the classroom.

KEYWORDS: Artificial intelligence in education, mathematics education, systematic review, artificial intelligence

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Varsayımlar	5
1.5. Sınırlılıklar	5
1.6. Tanımlar	5
2. LİTARETÜR	6
2.1 Yapay Zekâ	6
2.2 Yapay Zekâ Tarihçesi	8
2.3 Eğitimde Yapay Zekâ	11
2.4 Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ	13
2.5 Eğitimde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları	14
2.6 Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ Araçları Kullanımı.....	21
3. YÖNTEM	27
3.1 Araştırma Modeli	27
3.2 Çalışma Grubu	29
3.3 Veri Toplama Süreci	30
3.4 Veri Analizi.....	32
3.5 Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Kodları ve Künyesi.....	33
3.6 Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği	34
4. BULGULAR	35
4.1 İncelenen Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı	35
4.2 İncelenen Makalelerin Ülke Bazında Dağılımı	35
4.3 İncelenen Makalelerin Çalışma Grubuna Göre Dağılımı	36
4.4 İncelenen Makalelerin Araştırma Yöntemleri	37
4.5 İncelenen Makalelerin Veri Toplama Araçları	38
4.6 İncelenen Makalelerin Veri Analiz Yöntemleri.....	39
4.7 İncelenen Makalelerde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları.....	40
4.8 İncelenen Makalelerin Sonuçları	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
5.1 Sonuç.....	45
5.2 Öneriler	48

5.3 Araştırmacıya Öneriler.....	49
6. KAYNAKLAR (APA)	51
EKLER	67
EK A: Çalışmanın Veri Toplama Künyesi	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Yapay zekânın tarihsel gelişimi.....	10
Şekil 3.1: Çalışma aşamaları	28
Şekil 3.2: PRISMA akış şeması	31
Şekil 4.1: İncelenen makalelerin yıllara göre dağılımı	35
Şekil 4.2: İncelenen makalelerin ülke bazında dağılımı	36
Şekil 4.3: İncelenen makalelerin çalışma grubuna göre dağılımı	37
Şekil 4.4: İncelenen makalelerin araştırma yaklaşımına göre dağılımı	38
Şekil 4.5: İncelenen makalelerin veri toplama araçlarına göre dağılımı.....	38
Şekil 4.6: İncelenen makalelerin veri analiz yöntemine göre dağılımı	39
Şekil 4.7: İncelenen makalelerde kullanılan yapay zekâ araçları	40
Şekil 4.8: İncelenen çalışmaların sonuçlarına ait kod ve temalar	41

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Matematik eğitiminde yapay zekâ ile ilgili kullanılan makaleler.	33
Tablo 4.1: İncelenen makalelerde yapay zekâ araçlarının kullanım alanı.....	40
Tablo 4.2: İncelenen makalelerin sonuçları.....	42

KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

f	: Frekans
%	: Yüzde Sembol
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı

ÖNSÖZ

Bana güvenmekten hiç bir zaman vazgeçmeyen kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Filiz Tuba Dikkartın Övez' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

2015 yılında başladığım yüksek lisans serüvenime 2018 yılında en tatlı telaş ile ara verdim. Şuan tezimi tamamlamanın mutluluğunu yaşarken tüm bu süreç boyunca oyun oynamak için sabırla çalışmamın bitmesini bekleyen canım oğlum Efe Ulubey varlığın bana armağandır tezim sana armağan olsun birlikte başardık sabrın ve desteğin için sonsuz teşekkür ediyorum.

Balıkesir, 2024

Bedriye Duralar

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Günümüzde hukuktan finansa, ev aletlerinden eğitime, yaşamımızın her alanında teknoloji ile karşılaşmaktadır. Gelişen teknolojilerin en günceli yapay zekâdır. Yapay zekâ geçmişi çok eskiye dayanmamasına rağmen çok hızlı gelişen ve yaygınlaşan teknoloji ürünüdür. Temelleri 17. yüzyıla dayanan yapay zekânın kavram olarak kullanımı 1956 yılıdır (Arslan, 2020).

Her yaştan kişinin ilgisini çeken yapay zekânın müzik dinlerken dahi karşımıza çıkıyor olması hayranlık uyandırıcıdır. Son yıllarda her alanda varlık gösteren yapay zekâ eğitim alanında da adından söz ettirmektedir. Eğitimde yapay zekâ; öğrenme, öğretme, çıkarımlar, yargılar veya tahminler yapma süreçlerini geliştirmek amacı ile eğitim ortamında insan zekâsını simüle eden yapay zekâ teknolojileri ya da programlarının kullanılmasını içermektedir (Hwang, Xie, Wah ve Gašević, 2020). MEB (2018) öğretim programını bireysel farklılıkları dikkate alarak ve güncel teknolojik gelişmeleri sürekli takip ederek güncellemiştir. Bu doğrultuda öğretim programının amaçları arasında yer alan öğrenci ihtiyaçlarını belirleyerek bireysel eğitim fırsatı sunma ile yapay zekânın eğitimde kullanım alanları arasında yer alan öğrenci ihtiyaçlarını belirleme ve öğrenen sürecini kişiselleştirme amaçları örtüşmektedir. Bu bağlamda eğitimde yapay zekâ kullanımı kaçınılmaz bir gerçektir. Öğretmenlere değerlendirme, veri toplama, öğrenme sürecini planlama ve yeni öğretim yöntemleri geliştirmede yardımcı olan yapay zekâ, eğitim alanında araştırma odağı olmuştur (Hwang, Xie, Wah ve Gašević, 2020). Ayrıca yapay zekâ ile yapılan çalışmalarda eğitim kurumlarında yapay zekâ kullanımının verimliliği arttıracak; yapay zekâ teknolojileri ile eğitim araçlarının her öğrencinin öğrenme türüne göre bireyselleştirmek için kullanımının hedeflendiğinden ve eğitim araçlarının yüksek oranda yapay zekâ yetenekleri ile oluşturulmasının beklendiğinden bahsedilmiştir (İşler & Kılıç, 2021).

Eğitimde yapay zekânın kullanımı bazı korku içeren düşünceleri de doğurmuştur. Bu endişelerden birisi yapay zekâ araçlarının kullanımı ile öğretmene ihtiyacın kalmaması yönündedir. Cope ve arkadaşları (2020) yapay zekâ araçlarının hiçbir zaman öğretmenin rolünü devralamayacağını savunmaktadır. Dumlu, Gezer ve Yıldız (2024) ise yapay zekâ araçlarının öğretmenin yerini alamayacağını sadece yardımcı bir rolde yer alacağını

vurgulamaktadır. Bu nedenle yapay zekâ araçları eğitimde kullanılmadan önce eğitimciler ile değerlendirilmeleri yapılması gerektiği düşünülmektedir. Yapay zekânın eğitimde kullanılmasında tek korku öğretmenin yerini alması değildir. Yüksek Öğretim Kurumu tarafından yayınlanan yapay zekâ kullanımına yönelik etik rehber incelendiğinde yapay zekânın eğitimde kullandığı veri kaynakları tamamen kontrole açık olmadığı bu nedenle ulaşılabilir bilgi kadar tarafsızlık içerdiği, bilgilerin sınanması gerektiği vurgulanmaktadır (YÖK,2024). Yapay zekâ kullanımında etik çerçeveye hakim olmak ve bu çerçevede kullanım yapmak oldukça önemlidir. Bu nedenle en güncel konular arasında yer alan yapay zekâ ile ilgili eğitimciler ışık tutacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Kuşkusuz son 20 yılın en popüler teknolojik gelişmesi olan yapay zekânın doğru, zararsız ve etkili kullanımı ancak eğitim ile mümkün olacaktır. Yapay zekânın eğitimde kullanılması eğitimciler ve öğrenciler için önem arz etmektedir.

Yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi için liderlik eden ABD, Rusya, Çin ve Avrupa gibi gelişmiş ülkeler yapay zekâ ile ilgili ilerlemeler kaydetmek için bu alanda yapılan çalışmalara oldukça önem vermektedirler. Yapay zekâ kullanımının verimli hale gelmesi için eğitim ile entegrasyonuna önem verilmektedir. Bu doğrultuda aşamalı olarak yapay zekâ eğitim müfredatlarına dâhil edilmekte ve bu alanda yetişmiş nitelikli insan sayısının artırılması amaçlanmaktadır (Dumlu, Gezer ve Yıldız, 2024; Aydın, 2019). Bu doğrultuda ülkemizde eğitim alanında yayınlanan stratejik planları incelediğimizde 2019-2023 yıllarına ait stratejik planında yapay zekâ kavramına yer verilmezken 2024-2028 stratejik planında yapay zekâ kavramından bahsedilmektedir (MEB,2023). Bu plan içerisinde stratejik alanda zayıf yönlerimiz içerisinde yapay zekâ alanında yetişmiş insan gücünün yetersiz olduğuna değinilmiştir. Ortaöğretim stratejileri içerisinde yapay zekâ destekli kişisel öğrenme platformları oluşturulmasına yer verilmiştir. Ülkemizin uluslararası vizyonunun ışığında yapay zekâ alanında öğrenim gören yüksek lisans öğrenci sayısını arttırmak hedeflenmektedir (MEB, 2023). Bu hedefler doğrultusunda 2028 yılı sonrasında yapay zekânın eğitim stratejileri içerisinde daha çok yer bulacağı öngörülmekte ve bu alanda yapılacak olan her bir çalışma önem arz etmektedir. Arslan (2020) çalışmasında, yapay zekânın eğitimde kullanımına ilişkin türlü araçları ve örnekleri bütüncül olarak bir araya getirmiş yinede yapay zekâ konusunda yapılacak olan her çalışmanın eksik kalacağını belirtmiş, yapay zekânın kendini çok hızlı güncellediğinden bahsetmiş ve bugün olduğu gibi yarında önem teşkil edeceğini vurgulamıştır. Bu kapsamda yapay zekâ ile ilgili yapılan çalışmalar, eğitimde yapay zekâ kullanımı ile ilgili eğilimlerin bilinmesi eğitimcilerin

kendilerini güncellemeleri ve eğitimin yeni teknolojilere adaptasyonun hızlanması açısından önemlidir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı matematik eğitiminde yapay zekâ konulu araştırmaların sistematik olarak incelenmesidir. Bu doğrultuda Scopus, Eric, DergiPark, TRDİZİN, Google Scholar veri tabanlarının arama motoruna “Artificial Intelligence Mathematics”, “Yapay Zekâ Matematik”, “AI Math”, “Robotics Maths”, “Robotik Matematik”, “Machine Learning Mathematics”, “Makine Öğrenmesi Matematiği”, “Natural Language Processing Mathematics Education”, “Doğal Dil İşleme Matematik Eğitimi” anahtar kelimeleri yazılarak ilgili konularda matematik eğitiminde yapay zekâ içeren ve tam metnine ulaşılabilen makalelerin metodolojik eğilimleri incelenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Matematik eğitiminde yapay zekâ konulu yapılan çalışmaların metodolojik eğilimleri nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda yıllara göre dağılım nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda ülke bazında dağılım nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda çalışma grubuna göre dağılım nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda tercih edilen araştırma yaklaşımları nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda tercih edilen veri analiz yöntemleri nasıldır?
 - İncelenen çalışmalarda kullanılan yapay zekâ araçlarının dağılımı nasıldır?
2. Matematik eğitiminde yapay zekâ konulu yapılan çalışmaların sonuçları nasıldır?

1.3 Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmeleri ile orantılı olarak eğitimde teknoloji kullanımı da artmaktadır. Son zamanların en trend teknolojik gelişimi kuşkusuz yapay zekâdır. Yapay zekânın varoluşu çok eski olmamasına rağmen kullanımı oldukça yaydındır. Yapay zekâ kullanımının bu denli artışı eğitim alanını da derinden etkilemiştir (Popenici & Kerr, 2017). Yapay zekâ kullanımı eğitimde 2015-2016 yılı itibari ile artış göstermiştir (Akdeniz & Özdiç, 2020). Eğitimin her kademesinde varlık gösteren yapay zekâ ile ilgili yapılan her çalışma eğitime ışık tutmaktadır. Okul öncesi grubundan yüksek öğretime her eğitim kademesinde yapay zekâ

kullanımına ve çalışmasına rastlamak mümkündür. Akdeniz (2019), tarafından okul öncesi öğrencileri üzerine yapılan çalışmada yapay zekâ tabanlı akıllı oyuncağın kavram gelişimini desteklemede başarılı olduğu, motive edici, ilgi çekici ve öğrenme isteği uyandırıcı olduğu görülmüştür. Küçükaydın & Bor (2021), ilkokul 4. Sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada yapay zekâ ile yürütülen derslerin problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerine olumlu etki ettiğini, öğrencilerin derse karşı olumlu tutum sergiledikleri ve ders içeriğine daha kolay ulaştıklarını vurgulamıştır. Soylu (2023), ortaokul 6. Sınıf öğrencilerine yönelik geliştirilen yapay zekâ eğitim içeriğinin yapay zekâ okuryazarlığını geliştirmede olumlu etkisi olduğunu vurgulamış ve mevcut çalışmaların artırılması gerektiğini vurgulamıştır. Kum (2023), Lise öğrencilerinin yapay zekâ tutumlarını incelemiş pozitif tutumun yüksek, negatif tutumun orta düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Çam, Çelik, Güntepe & Durukan(2021), öğretmen adaylarının yapay zekâyâ yönelik farkındalıklara sahip olduğunu belirtmiş ve adaylar eğitimde yapay zekâdan ders anlatma, sınıf içi kullanım, eğiticiyi destekleme, dönüt verme amacıyla kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Yolcu (2023), yapay zekânın bireysel öğrenme ortamı oluşturma, öğrenciyi değerlendirme, etkinlik geliştirme, eşitlik sağlama konularında kullanılabileceğini vurgulamış yapay zekâ kullanımında etik kuralların öneminden bahsetmiş, yapay zekâ çağına uyum için nitelikli öğretmen eğitime ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Wardat, Tashtoush, AlAli & Saleh (2024) yapay zekâ ile ilgili öğretmenlerin klavuza ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Yapay zekânın sağladığı fırsatlar kadar oluşturduğu endişelerde değinmek gerekmektedir. Yapay zekânın insan zekâsını aşabileceği yönünde öngörüler (Spector & Ma, 2019); yapay zekânın insanın yerini alacağı ve kontrolden çıkacağı vurgusu (Fang, Su & Xiao, 2018); verilerin kapsamlılığı, geçerliliği ve gizliliği ile ilgili etik ilkeler ve endişeler mevcuttur. Yapay zekâ veri gizliliği temel insan haklarını etkilemektedir (Berendt vd., 2020). Şenocak (2020), yapay zekânın sağladığı fırsatları; akademik başarı tahmini, ödev-sınav değerlendirmesi, hızlı dönüt ve iyileştirme, bireysel öğrenme ortamı oluşturma, eğitim yaşantılarını kolaylaştırma, akıllı öğretim sistemleri ile maliyeti ve iş yükünü azaltması şeklinde belirtmekte, oluşturduğu endişeleri; öğrenci bilgilerini kullanarak onları sınıflandırması, kişisel verilerin rızasız kullanılması, öğrenenin düşünce ve ifade özgürlüğünün etkilenmesi, değerlendirmede öğrenci duygu ve düşüncelerine yer verilmemesi, gelecekte öğretmenlerin yerini alabileceği endişesi ve yüksek maliyet gerektirmesi şeklinde sıralamıştır. ChatGPT4' e yapay zekânın eğitime fayda sağladığı alanlar sorulduğunda kişiselleştirilmiş öğrenme, anında geri bildirim, veri analizi-tahminler, zaman – kaynak tasarrufu, dijital ve uzaktan eğitim desteği, engelli öğrenciler için destek, içerik geliştirme, öğretmen eğitimi ve gelişimidir şeklinde yanıtlamıştır. Yine

ChatGPT4' e yapay zekânın eğitimde olumsuz olduğu alanlar sorulduğunda gizlilik ve güvenlik sorunları, eşitsizlik ve erişim sorunları, insan etkileşiminin azalması, yanlışlık ve hata riski, maliyet, teknolojiye aşırı bağımlılık, etik sorunlar, öğretmen rolünün değişmesi, teknik arızalar ve kesintiler yanıtını vermiştir (OPENAI, 2024). Yapay zekânın eğitimde birçok uygulaması bulunmasına rağmen hala belirsizliklerle doludur ve her geçen gün kendini güncellemesi bilinmezlikleride arttırmaktadır. Gelecekte yapay zekâ kullanımının daha da artacağı öngörülmesi nedeniyle yapay zekâ faydalarının anlaşılması, olumsuzluklarının belirlenmesi bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmaların yeni araştırmalara nasıl yön vereceğinin ortaya konulması, yönetsel eğilimlerin belirlenmesi ve sonuçların tartışılması önemli görülmektedir.

1.4 Varsayımlar

Araştırmanın amacı doğrultusunda incelenen çalışmaların DergiPark, Google Akademik, Scopus, TRDİZİN, Eric veri tabanlarına eksiksiz bir şekilde yüklendiği varsayılmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. Matematik eğitiminde “Yapay Zekâ” konulu çalışmalarla,
2. DergiPark, TRDİZİN, Eric, Scopus, Google Akademik veri tabanlarında yayınlanmış tam metni ulaşılabilir olan makalelerle,
3. Matematik eğitiminde “Yapay Zekâ” konulu 2000-2024 yıllarında yayınlanmış makalelerle,
4. Çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi ile,
5. Araştırma sistematik derleme yöntemi ile,
6. Veri analiz yöntemlerinden betimsel ve içerik analizi yöntemi ile sınırlıdır.

1.6 Tanımlar

Yapay zekâ: Duyma, kavrama, hareket yeteneği ve öğrenme davranışı gibi faaliyetlerin makineler tarafından yapılmasına olanak sağlayan teknolojiler toplamıdır (Galloway & Swiatek, 2018).

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Yapay Zekâ

İnsan yaşamında teknoloji yadsınamaz bir öneme sahiptir. Son teknoloji ürünlerinden biriside yapay zekâdır. Yapay zekâ ile ilgili literatür taraması yapıldığında bilimin her alanında yapay zekâ içeren çalışmaya rastlandığı görülmektedir. Yapay zekâ hem bilim içersinde hem de çeşitli kullanım alanları ile insan yaşamında varlık göstermektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar ile yapay zekâ kullanımının insan hayatını kolaylaştıracağı öngörülmekte ve insan faaliyetlerinde bulunan makine zekâsının hayatımızın vazgeçilmezi olacağı düşünülmektedir (Kayabaş, 2010).

Yapay zekânın hızlı gelişimi insan hayatını kolaylaştırırken bir yandan da ne kadar insansı olabileceği soru işaretleri ve şüpheleri beraberinde getirmektedir. Nitekim yapay zekâ belirsizliklerde dolu bir teknolojik gelişimdir. Alanyazın incelendiğinde genel tanımı insan zekâsının aksine makineler tarafından yürütülen, akıllı varlıklar ile ilgili faaliyetleri yapma yeteneği olan ve insan gücü gerektiren süreçleri otomatik olarak yapan bilgisayar olan yapay zekânın, birçok farklı tanımı ile karşılaşılmaktadır. Makine zekâsı olarak yapay zekâyı tanımlamadaki temel sorun (Poole ve diğerleri, 1998), yapaylığın farklı bilinmeyenleri veya bilgisayarların insan zekâsından farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Cope ve diğerleri, 2020). Yapay zekâ kısaca bilgisayar teknolojisi, makine, bilgi iletişim teknolojilerindeki ilerleme ve büyümesinin birleşimidir bununla birlikte bilgisayarların insan tarafından oluşturulan faaliyetlere benzer faaliyetler gerçekleştirmesidir (Chen ve diğerleri, 2020b). İnsansı bilgisayarlar, insansı makineler kısacası insandan esinlenilerek oluşturulan ve geliştirilen teknolojik ürünlerdir. İnsandan esinlenerek oluşturulan bu makineler ile insanın gerçekleştirdiği faaliyetleri gerçekleştirmek hedeflendiği için tanımlarının içinde insana özgü davranışları yapabilme yetenekleri de yer almaktadır. Bir diğer tanım duyma, kavrama, hareket yeteneği ve öğrenme davranışı gibi faaliyetlerin makineler tarafından yapılmasına olanak sağlayan teknolojiler toplamıdır (Galloway & Swiatek, 2018). Bu tanımdan anlaşılacağı gibi insan zekâsı taklit edilerek makinelere insansı özellikler yüklenmesi yapay zekânın bileşenidir.

İnsanın en önemli özelliklerinden bir tanesi de konuşabilmesidir. Yapay zekâ bu özelliği de içermektedir. O halde yapay zekâda konuşma ve cevap verme tanımlarının yer alması

gerekmektedir. Yapay zekâ bilgisayar biliminin insan gibi düşünen ve konuşan makine koludur (Thiraviyam, 2018).

Yapay zekâ, sınıflandırma, karar verme, öneri, konuşma gibi konularda insan zekâsını taklit edebilen bir sistem veya insan tarafından kontrol edilen yazılım sistemi veya robotik olarak tanımlanır (Khokhar & Chitsimran, 2019). Tüm verileri ve hesaplamaları insandan daha hızlı ve net bir şekilde sisteme yükleyebilen yapay zekâ; anlama, konuşma, kavrama, çözümlenme, birleştirme, hatırlama özellikleri ile çok yönlü bir zekâ türü yapay zekâ olarak isimlendirilmektedir (Kavut, 2022c).

Yapay zekâ farklı durumlarda eylemde bulunan, düşünebilen, problem çözebilen ve birçok akıl gerektiren davranışlarda bulunabilen insan ürünüdür. Problem çözme, öğrenme çıktıları gibi insani özellikler sergileyen makine ile yüksek teknolojinin karmaşık uygulamaları ve gelişimi olarak tanımlanabilir (Arief & Gustomo, 2020). Görüldüğü gibi her bir tanımda, zekânın ya da insanın farklı bir özelliğine değinilmiş ve makineler yoluyla gerçekleştirilen bu özellikler yapay zekâ olarak tanımlanmıştır.

Genel olarak yapay zekâ insanlar gibi hareket yeteneği olan, düşünen, akıl sahibi makineler geliştiren bilgisayar biliminin bir parçasıdır. Yapay zekânın özellikleri arasında konuşma, öğrenme, planlama ve karmaşık problemleri çözme de yer almaktadır (Feng, Park, Pitt, Kietzmann & Northey, 2021).

Yapay zekânın çok fazla özelliği içinde barındırması ve çok geniş kullanım alanının olması birçok tanımının olmasına da sebebiyet vermektedir. Yapay zekâ kavramını terim olarak ilk kez kullanan McCarthy bu terimin mucidi olarak kabul edilebilir. McCarthy yapay zekâyı insan taklidi akıllı makineler, zeki bilgisayar programı ilerletme bilimi olarak tanımlamaktadır (McCarthy, 2004) . Bu tanımlardan yola çıkarak bir makinenin problem çözme, akıl yürütme, muhakeme yapma gibi üst bilişsel becerileri kullanıyor olması yapay zekâdır. Daha basit bir ifadeyle gerekirse yapay zekâ makine aracılığı ile sunulan zekâdır denilebilir.

Yapay zekâ ifadesi insan beynini yansıtan, karşılaştıkları problem karşısında geliştirdikleri düşünme yetenekleri, çözüm üretme şekilleri ve çalışma biçimlerini inceleyerek sürekli

olarak yenilenen bir tür düzenektir. Bu nedenle yapay zekâ üst düzey bilişsel fonksiyon ya da özerk davranışlar göstermesi mümkün olan yapay bir bilgisayar sistemidir (UIB, 2017).

Yapay zekâ problem çözmeye yardımcı olan ve sadece önceden belirlenmiş verilere değil yeni karmaşık problemlere de çözümler üreten modeller yapabilen akıllı programlar olarak benimsenmiştir (Nabiyev, 2012).

Literatürde birçok farklı tanıma rastlamak mümkündür. Yapay zekâ birçok tanıma sahip olmasına rağmen tüm bu tanımlarda ortak olan görüş; insan ürünü olması, insan davranışlarını taklit etmesi, problem çözmesi, hareket etmesi, insan zekâsını taklit etmesi, konuşması, teknoloji ürünü olması, ulaşılabilir olması olarak sıralanabilir. Zaten yapay zekânın kolay ulaşılabilir olması ve kullanım alanının çok geniş olması onu hayatımızın her alanında karşımıza çıkartmaktadır. Haliyle artan teknolojik gelişmeler içinde öğretim süreçlerinin de değişmesi beklenmektedir (Akgün, 2019). Teknolojik gelişmelerin eğitim öğretim süreçlerine entegre edilmesi öğrencilerin teknolojiye karşı bakış açılarını değiştirecek ve motivasyonlarını derse yönlendirmelerine yardımcı olacaktır (Sarsıcı & Çelik, 2019).

2.2 Yapay Zekânın Tarihçesi

Son yıllarda oldukça yaygın kullanım alanına sahip olan yapay zekânın kavram olarak geçmişi çok eski olmamasına rağmen felsefi temellerinin 17. yüzyıla dayandığı söylenebilir. Yapay zekânın en yaygın tanımlaması olan insanı taklit etme tanımı aklımıza 17. yüzyıldaki insanların ve hayvanların davranışlarını taklit eden mekanik araçların gelişimi getirmiştir. Bu felsefi temeller canlı varlıkları öykünme bakımından makinelerin görevi başlığı altında inelenmiştir (Doğan, 2002). Döneminin ünlü filozoflarından Descartes (1596- 1650) insanı saat mekanizmasına benzetmiş ve insan davranışlarının taklit edildiği bu dönemden ünlü matematikçi Charles Babbage (1792- 1871) tarafından hesap makinesinin bulunması ile insan zihninin taklit edildiği döneme geçiş yapılmıştır (Coşkun & Gülleroğlu, 2021).

Yapay zekânın insan taklidi tanımından sonra en yaygın tanımları arasında insan zekâsının takliti kısacası bilişsel süreçleri içermesi yer almaktadır. Hesap makinesinin keşfi insanın yapabildiği hesaplamaların makineler ile yapılması kısacası basit problemlerin makine tarafından çözülmesine olanak sağlamıştır. Bu durum yapay zekânın şuan günümüzde karmaşık problemleri çözmesine kadar gelişim göstermiştir. Babbage'nin hesap makinesinin

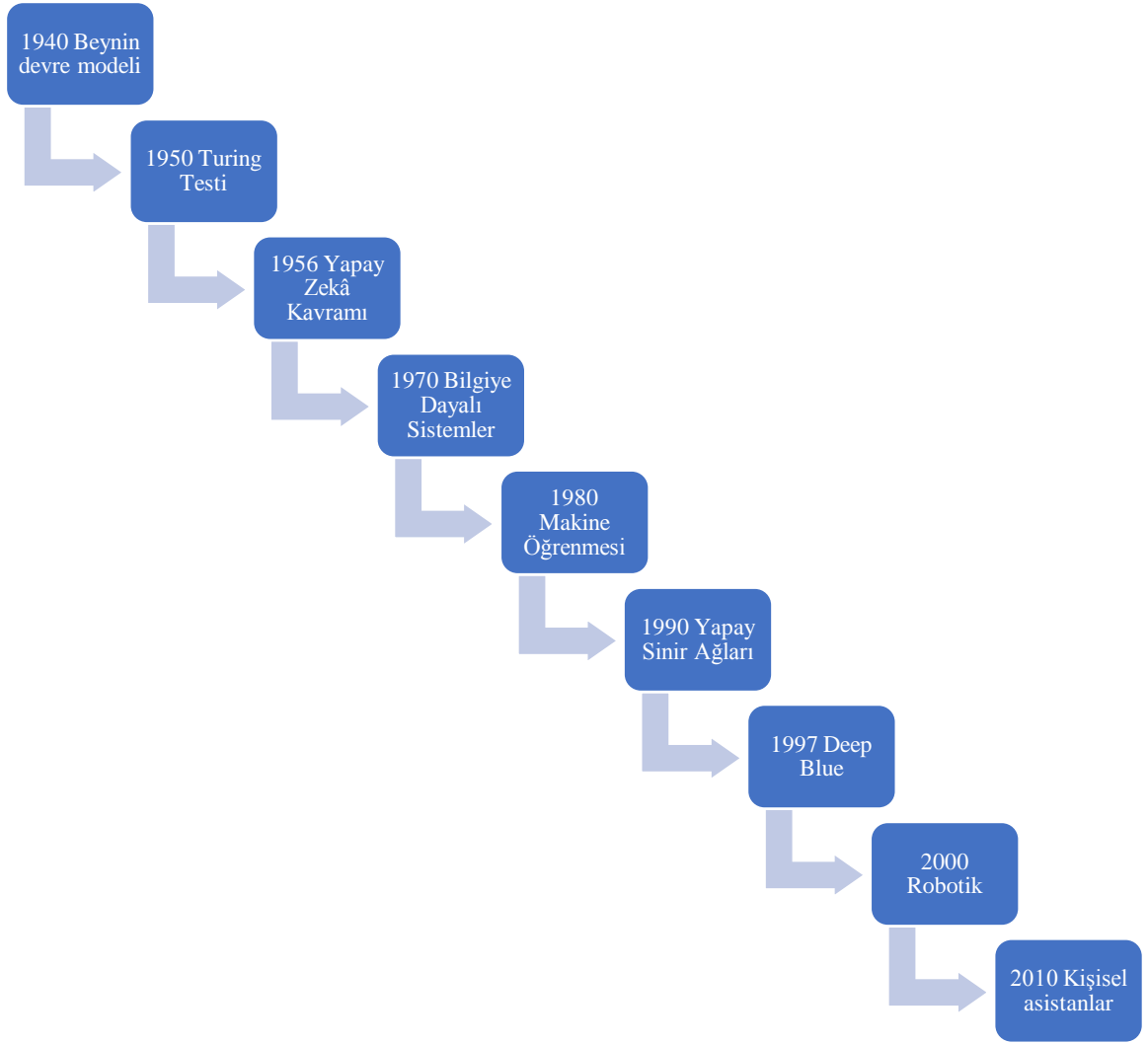
satranç ve dama oynama özelliklerini de içeriyor olması makinelerin hafıza içermesi o dönemden bu döneme önemli bir adım olarak nitelendirilebilir (Schultz ve Ellen-Schultz, 2007). Yavaş yavaş günümüzdeki yapay zekâ kavramının temellerinin şekillenmeye başlaması ve modern anlam kazanması İkinci Dünya savaşı sırası ve sonrasında dayanmaktadır.

Yapay zekânın tarihine göz attığımızda yapay zekânın fikir sahibi olarak nitelendireceğimiz Alan Turing, 1947 yılında düzenlediği konferans ile ilk defa zeki makineler icat edilebileceğini açıklamıştır (McCarthy, 2007). Turing düşünen makineler deyimi ile yapay zekânın düşünsel yapısını inşa etmiştir (Turing, 1950). Turing' in "makinelere düşünebilir mi" makalesi büyük yankı uyandırmış ve uzun yıllar kullanılan "Turing Testi" bu makede şekillenmiştir (Arslan, 2020). Turing tarafından temelleri atılan yapay zekânın kavram olarak kullanılması 1956 yılına dayanmaktadır. Bu tarihte düzenlenen konferans ile tarihi adım atılmış yapay zekânın konu olduğu ilk konferans olarak kayda alınmıştır. Bu konferanstan sonra yapay zekâ çalışmaları hız kazanmış ve sırası ile 1961, 1963, 1965, 1970, 1979 yıllarında Aziz, Benzeşim, Eliza, Bilgin, Stajyer gibi önemli genel problem çözücü yapay zekâ programları geliştirilmiştir (Kutlusoy, 2019).

İnsansı ilk robot yapımında Japonya 1972 yılında öncülük etmiştir (Acar, 2020). Ancak 1974-1980 yılları arasında yapay zekâyı kötüler nitelikte yayınlar yapılması ile ülkeler yapay zekâ çalışmalarına ara vermişler ve bu dönem "Yapay Zekâ Kışı" olarak nitelendirilmiştir (Coşkun & Gülleroğlu, 2021). Neyseki bu kış çok uzun sürmemiş ve 1980 yılında İngiltere' nin yapay zekâ çalışmalarına başlaması ile hareketlenmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018).

1980'ler de derin öğrenme ve uzman sistemler yapay zekâ programına eklenen özellikler arasında yer alırken 1990'lı yıllarda yapay sinir ağları programında dâhil edilerek ayrı bir boyuta ulaşılmıştır (Arslan, 2020).

1997 yılında satranç maçında makinenin bir insanı yenmesi büyük yankı uyandırmış insanların bilinçaltında korku oluşmasına neden olmuştur. 2001 yılı itibari ile bugünkü haline en yakın robotlar üretilmeye başlanmıştır. Şuan hepimizin evlerine kadar yapay zekâ giriş yapmıştır. Kısaca yapay zekânın tarihsel geçmişi Şekil 1.1 de sunulmuştur (Arslan, 2020).



Şekil 2.1: Yapay zekânın tarihsel gelişimi

Yapay zekânın tarihsel gelişimini özetlemek gerekirse çok eski tarihi yapısı olmamasına rağmen uluslararası düzeyde çok hızlı gelişim göstermiş ülkeler arasında bir güç gösterisi olarak kullanılmaya başlamıştır. Yapay zekânın yaygınlaşması hem hayatımızı kolaylaştırmakta hem de bilinmezlikleri bizi korkutmaktadır. Hemen hemen her eve kadar giriş yapmış olan yapay zekânın en önemli kullanım alanlarından birisi şüphesiz eğitimidir. Yapay zekâ eğitim ile gelişmekte eğitim yapay zekâ ile şekillenmektedir bu döngüsel süreçtir (Çetin & Aktaş, 2021).

2.3 Eğitimde Yapay Zekâ

Yapay zekâ, insansı özelliklerle dolu olması nedeniyle hayatımızda önemli bir etkiye sahip teknoloji ürünüdür. İnsan ile yakından ilişkili olan yapay zekânın hayatımıza girmesi ile birlikte hukuktan müziğe kadar birçok alanın içinde yerini almaya başlamıştır. Yapay zekânın son 20 yılda çok hızlı değişimi ve gelişimi insan hayatında da bazı değişimleri zorunlu kılmıştır. Her alanda bir değişim söz konusu olduğu gibi eğitim alanında da değişimler yaşanmaktadır (Chassignol, 2018). Yapay zekânın bu inanılmaz gelişimi ile birlikte bazı alanlar yok olurken bazı alanlarda değişiklikler söz konusu olmuş ve bazı alanlar sıfırdan var olmuştur. Eğitim alanı yapay zekânın gelişimi ile birlikte değişim gösteren alanlar içinde yer almaktadır. Altun'a (2019) göre birçok meslek grubu yok olmaktan ziyade değişim göstermiştir. Yapay zekâ bilgiyi kullanarak gelişen ve öğrendiklerini öğreterek deneyim kazanan ve aktif eğitici rolü üstlenebilen bir teknolojidir. (Güzey, Çakır, Athar, Yurdaöz ve Saad, 2023).

Eğitimde yapay zekâ; öğretme, öğrenme, problem çözme, muhakeme yapma, değerlendirme gibi süreçlerin yürütülebilmesi için eğitim atmosferinde yapay zekâ teknolojilerinin ve yapay zekâ araçlarının kullanımını içermektedir (Hwang, Xie, Wah ve Gašević, 2020).

Yapay zekâ teknolojilerinden yararlanmak çok faydalı olarak görünmesine rağmen dikkatli olunmaması durumlarında kötü sonuçlara da sebebiyet vermektedir. Öğrencilerin ihtiyaçlarına ve seviyelerine uygun yapay zekânın kullanımı önemlidir (Çetin & Aktaş, 2021).

Eğitim ihtiyaçları sıklıkla değişmektedir. Bu değişimlere doğru adapte olmak önemli görülmektedir. Nitekim öğretmenler bu yeniliklere çok hızlı adapte olabilirken yapay zekânın adaptasyonu maaaliyet gerektirebilir (Nabiyev Erümit, 2022). Yapay zekânın öğretmenin yerini alması gibi tereddütler bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar yapay zekânın öğretmenin yerini dolduramayacağı sadece yardımcı olabileceği yönündedir (Dumlu, Gezer & Yıldız, 2024). Yapay zekânın öğretmene yardımcı olarak iş yükünün azalmasına imkan sağlayacağı düşünülmektedir (Chen vd. , 2020). Yapay zekânın öğretmenin yükünü hafifletmesi ile birlikte öğretmen öğrencileri ile iletişime daha fazla zaman ayırabilir, kaliteli eğitim yapabilir ve daha üretken olabilir. (Dumlu, Gezer & Yıldız, 2024).

İlerleyen yıllarda akıllı öğretici biçiminde tanımlanabilecek olan yapay zekâyı diğer teknoloji araçlarından ayıran özellik her öğrenciye aynı içeriği vermek yerine öğrenciye göre bireysel ve özgün içerik geliştirebilmesidir (Esdeira, 2017). Tüm bunlarla birlikte yapay zekâyı diğer teknolojiden ayıran özellikler; kişisel dönüt vermesi, öğrenci ile iletişim kurabilmesi, öğrenme sürecini öğrenciye göre şekillendirmesi, öğrencinin geçmiş performansına göre gelecek performansını yordayabilmesi, öğrencinin öğrenme seviyesine göre bireysel karar vermesi olarak belirlenmiştir (Noe, 2009).

Bireysel, ilgi çekici ve esnek öğrenme fırsatı sunan yapay zekâ sadece öğrenen değil ayrıca öğrencilere dönüt imkânı sağlayabilen bir teknolojidir (Luckin, Holmes, Griffiths & Forcier, 2016).

Yapay zekânın varlığı ile insana dayalı ucuz iş gücü önemini yitirirken nitelikli insan gücü önem kazanmaktadır. Dolayısıyla eğitim planlaması yapılırken yapay zekâ sistemleri dikkate alınmalıdır (Demir, 2019).

Yapay zekânın güncel durumunda insana ait üst bilişsel özellikleri sergilediği görülmektedir. Ancak yaratıcı düşünme, özgün olma, eser üretme, hayal kurma, sanat eseri oluşturma gibi konularda eksikleri olduğu düşünülmektedir (Sariel, 2017).

Yapay zekâ kullanımı ile sadece insan profili değişmemiş eğitim programları, bireysel planlama ve takibi, ders planı oluşturma gibi konularda da değişime neden olmaya başlamıştır (Karaca & Telli, 2019).

Yapay zekânın eğitim ortamında daha çok uzaktan, çevrim içi öğrenme; sanal ve arttırılmış gerçeklik alanlarında kullanıldığı görülmektedir (Tuğluk & Gök-Çolak, 2019). Yapay zekâ ile eğitimde sadece öğrenmeyi desteklemekten ziyade sınav yönetimi, ders programı, siber güvenlik gibi konularda okul yönetiminin işini hafifletecek alanlarda da katkı sağlanabilir (Holmes ve diğerleri, 2019).

Bugün eğitim sistemimizde öğrenci merkezde yer almaktadır. Öğrencinin öğrenmesini etkili ve kolay yoldan sağlamak öğretmenlerin görevidir. Öğretmenlerin değişen teknolojik durumlara uyum sağlaması kendisini geliştirmesi öğrencilere yeterli olabilmesi ve katkı sağlayabilmesi için çok önemlidir. Şu an öğrencilerin teknoloji çok yakınlarında ve

hayatlarının çok önemli bir parçası konumundadır. Teknoloji kullanımını etkili ve verimli hale getirmek ancak doğru yönlendirmeler ile mümkün olabilir. Her öğrenci bireysel hızda öğrenmektedir. Düz anlatım yapmak ya da onların dikkatini derse odaklayamamak onların etkili öğrenmelerinin önüne geçebilir. Yapay zekâ bize birçok öğrenciye hitap etme fırsatı sunmaktadır. Yapay zekânın bireysel ders planı sunması öğrencinin eğitim geleceğinin planlanması açısından büyük önem arz etmektedir. Yapay zekânın hangi disiplinlerde nasıl uygulanabileceğinin tespit edilmesi ve derslere entegre edilmesi çağımızın gerekliliklerindedir (Woolf vd. , 2013).

2.4 Matematik Eğitimde Yapay Zekâ

Yapay zekâ ile matematiğin sistematığındeki ve yapılandırılmasındaki benzerlik nedeniyle yapay zekâ araştırmalarının en çok kullanıldığı alanlardan birisi matematiktir (Holmes, Bialik & Fadel, 2019). Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımı ile öğrenme programı geliştirilmesi (Cabestrero ve diğerleri, 2018), öğrenme çıktılarının analizi (Gabriel, Signolet ve Westwell, 2018) çalışmalarına rastlanmaktadır.

Alan yazında yapay zekânın oldukça popüler ve birçok disiplin içerisinde kullanılmaktadır. Yapay zekâyaya dayalı matematik öğretimi, eğitim sistemi şartlarına göre düzenlendiğinde öğrencinin öğrenmesini ve gelişimini desteklemektedir (Wu, 2021). Özellikle matematik müfredatına uygun olarak kullanılan yapay zekâ araçları öğrencilerin motivasyonlarını ve hayal güçlerini geliştirmektedir (Voskoglou & Salem, 2020).

Yapay zekâ eğitim politikasına dâhil edildiğinde sadece öğrenmeyi kolaylaştırmasının yanı sıra araç, eğitici ya da öğrenci rollerinde de varlık göstermektedir (Basel, 2021). Yapay zekâdan en verimli şekilde yararlanmak ancak onu tanımak ile mümkün olabilir. İnsanlar sadece yapay zekâyı geliştirmeye çalışarak ona hizmet etmiyorlar aynı zamanda yapay zekâdan en etkili şekilde hizmet almayı hedeflemektedirler. Matematik öğretmeni yetiştiricileri, matematik öğretmen adayları ve matematik öğretmenleri öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, muhakeme yapmasını sağlamaya çalışırken çeşitli yapay zekâ araçlarından sınıf ortamında faydalanabilirler (Harper vd. , 2021). Öğretmen sayısındaki yetersizlik öğrenci sayısındaki fazlalık sınıf otoritesini zorlamakta ve eğitim faaliyetlerini etkilemektedir. Öğretmenler bu nedenler ile yapay zekâ araçlarını derslerine dâhil etme konusunda zorlandıklarını dile getirirler de eğitim öğretim sürecinde yapay zekâ aracı olan robotik teknolojilerinin sınıflarında kullanma eğiliminin yüksek olduğu görülmektedir

(Seckel vd. , 2021). Sınıf ortamında fayda sağlayan yapay zekâ araçlarından birisi de robotlardır. Son yıllarda matematik derslerinde robot kullanımı diğer branşlara göre geri kalmaktaydı ancak bu durum bir ortaokul sınıfında matematik dersinde kullanılan LEGO robotu ile değişmiş, robotlar ile daha zengin öğrenme ortamı sağlanabileceği gösterilmiştir (Casler-Failing, 2021).

Matematiğin bir diğer kolu da geometridir. Geometri yapısı gereği grafik teknolojileri gibi çeşitli teknolojilerin kullanımına çok müsaittir. Geometri görsellik ve grafikler içermesi nedeni ile çeşitli yazılımlara konu olmuştur (Lborde, 1992). Çeşitli yazılımlar ile oluşturulan ortam öğrencilerin sadece çizim yeteneğini geliştirmez aynı zamanda kalıcı öğrenmeyi, ilgi duymayı ve olumlu tutum geliştirmeyi de sağlar (Schutera, vd. , 2021).

Literatürde matematik öğretiminde yapay zekâ kullanımı oldukça dikkat çekmektedir. Akademisyenler sınıfta araç olarak yapay zekâ kullanımı, yapay zekâ ile öğretim planı tasarlama, yapay zekâ ile müfredat geliştirme, yapay zekâ ile başarıya müdahale etme, yapay zekâ ile olumlu tutum geliştirme ve yapay zekâ ile öğretim yapma gibi birçok konuda yapay zekâdan faydalanmaktadır (Karaca ve Telli, 2019). Bu çalışmaların incelenmesi ve derlenmesi matematik eğitiminde yapay zekâ etkisinin görülmesi açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2.5 Eğitimde Yapay Zekâ Araçları

Ülkemizde 2000’li yıllarda öğrenci merkezli yaklaşımın etkisi ile öğrenme ortamlarına müdahale edilmiş, tasarım ve geliştirme süreçlerinde öğrenci özellikleri ve ihtiyaçları ön planda tutularak eğitimde bireyselleşme önemli hale gelmiştir. Öğrencilerin özellikleri, öğrenme stilleri, hazırbulunuşlukları, ihtiyaçları, beklentileri, ilgileri, öğrenme hızları farklılık göstermektedir. Bu nedenle öğrencilerin bu farklılıklarının dikkate alınarak bireysel ihtiyaçlara göre tasarlanan uyarlanabilir öğrenme ortamları yeni araçlar sunmaktadır (Truong, 2015). Eğitimde kullanılan en güncel teknolojik araçlar denildiğinde aklımıza ilk yapay zekâ araçları gelmektedir. Yapay zekânın insan ile sohbet etme, iletişim kurma tanımlarından yola çıkarak doğal dil işleme motorları gelişmiştir. Bunlardan en yaygın kullanılanı ChatGPT’ dir. 2020 yılında OPENAI tarafından kullanımı açılan ChatGPT problem çözebilen, kendini değerlendirebilen, hatalarını düzeltebilen kısacası iletişim basamaklarına hâkim olan bir sohbet robotudur (OPENAI, 2020). ChatGPT’ nin tanıtımında birçok disiplinde orijinal eserler üretebileceği duyurulmuştur. OpenAI, ChatGPT gibi yapay

zekâ araçlarını eğitmek için büyük veri gruplarından faydalanmaktadır (Scharth, 2022). ChatGPT' nin kendisini sürekli değerlendirmesi ve hatalarını düzeltmek için çalışması onun daha da iyi bir hal almasını sağlamaktadır (Pavlik, 2023).

ChatGPT kullanımı kimi araştırmacılar için öğrenme faaliyetleri açısından faydalı bulunurken (Dumlu, Gezer, Yıldız, 2024), kimi araştırmacılar için öğrencileri donanımsız, işlem yeteneğinden uzak, tembel yetiştireceği inancı nedeni ile olumsuz bulunmaktadır (Baidoo-Anu ve Owusu Ansah, 2023). Eğitim alanında fayda sağlayacağı inanılmasına rağmen ChatGPT çalışmaları oldukça yetersizdir. 2024 yılında yapılan bir çalışmada ChatGPT' nin ile ders planları geliştirilmesi istenmiş ve bu aracın müfredata yakın ders planı geliştirebildiği eksiklerinin öğretmen müdahalesi ile giderilebileceği ve kullanımının etkili olacağı vurgulanmıştır (Dumlu, Gezer & Yıldız, 2024). Frieder' in (2023) yaptığı çalışmada ChatGPT' nin soruları anladığı ancak net cevap vermekte zorlandığı belirtilmiştir. Bu çalışmalardan ChatGPT' nin matematik eğitiminde kullanımının fayda sağlayabileceği ancak müdahalelerin öğretmenler aracılığı ile kontrol edilmesi gerektiği, aracın tek başına eğitici görevi üstlenemeyeceği sonuçları elde edilmiştir.

ChatGPT kullanımı matematik dersi için gelişime açık ancak eksikleri olan bir araçtır. Ders öğretimi kısmından çok etkinlik hazırlama ya da öğrenciye dönüt sağlama basamaklarında kullanılması daha verimli olacaktır. Diğer disiplinlerde kullanımının faydalı sonuçları da mevcuttur. İngilizce dil eğitimine etkilerinin incelendiği bir çalışmada öğrencileri bu konuda öğrenmeye istekli hale getirdiği saptanmıştır (Ali vd. , 2023). Fen Bilgisi başarısında yapay zekânın etkisinin saptanmasına ilişkin çalışmalarda yürütülmüştür (Deveci Topal vd. , 2021).

Matematikte yer alan problemlerin öğrenciler tarafından çözülmesi konusunda çeşitli sorunların olduğu bilinmektedir. Bu süreçte öğrencilerin problem çözme basamaklarını öğrenmesi ve problem çözümüne alternatif yollar geliştirmesi beklenmektedir. ChatGPT' nin karmaşık problemleri bile çözebiliyor olması öğrenciler için umut geliştirmiştir. Basit problemlerden karmaşık denklemlere kadar geniş bir kapsamı olan ChatGPT matematiksel ifadeleri anlamak için özel bir dil gelişimine sahip olduğu için soruları basamaklar halinde çözmektedir. Bu nedenle matematik öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılabilir (Karabıyık, 2024).

Bir dil modeli olarak (Chat)GPT, matematiksel akıl yürütmeyi gerçekleştirmek için evrensel olarak kullanılabilir. Ancak bu alandaki bazen onlarca yıllık teknolojilerle rekabet etmek zorundadır. Matematiksel akıl yürütmenin uzun bir geçmişi vardır. (Chat)GPT bir fonksiyon ve integral arasındaki matematiksel ilişkilerin öğrenilmesinde başarıyla kullanılabilir. Ancak (Chat)GPT' nin bazı modelleri için, matematiksel akıl yürütme yeteneğinin değerlendirilmesi tamamen eksiktir. (Chat)GPT' nin ileri matematikte tutarsız derecede kötü olduğunu söylemek mümkündür. Bir işlemin matematiksel zorluğuyla birlikte yetenekleri genellikle düşerken, birkaç durumda aydınlatıcı kanıtlar sunabilmektedir. Ancak (Chat)GPT, tek görevler için özel olarak eğitilmiş modellerle aynı performansı elde etmekte yetersiz kalmaktadır. Kullanan kişi (Chat)GPT' nin çıktısının doğruluğunu anlayacak kadar matematiksel yeterliliğe sahip bir kullanıcı ise; (Chat)GPT, kullanıcının iş akışına bir asistan olarak entegre edilebilir. Bu kapsamda matematik eğitiminde bilinçli kullanılması çok önemlidir (Frieder, Pinchetti, Griffiths, Salvatori, Lukaszewicz, Petersen & Berner, 2024).

Matematik eğitiminin amaçlarından birisi analitik düşünmeyi sağlayabilmektir. Matematiksel düşünme yeteneği düşük olan öğrencilerin analitik düşünme yeteneklerinin kodlama ile olumlu yönde gelişebileceği vurgulanmıştır (Taylor vd. , 2010, akt. Sayın ve Seferoğlu, 2016). Günümüzde öğrenciler için kodlama ve robotik kullanımı önem arz etmektedir. Nitekim öğrenciler kodlama ile üst düzey beceriler geliştirebilir (Göksoy & Yılmaz, 2018). Bu doğrultuda bazı ülkelerde yapay zekâ ürünü olan robotlar eğitim sürecine dâhil edilmeye başlanmıştır (Sayın ve Seferoğlu, 2016). Ülkemizde de birçok okul robotiğe önem vermekte gerek okul sezonunda gerekse yaz kamplarında robotik kitleler kullanarak öğrencilerin eğitim sürecinde daha aktif ve yaratıcı olmalarını sağlamaktadır (Somyürek, 2015).

Eğitim bir bütündür. Okul öncesi dönemden başlar ve üniversite dönemine kadar uzanır. Bu süreçte erken yaşta verilen değerler çocuğun gelişimini daha etkili hale getirmektedir. Okul öncesi dönemde başlaması gereken robotik eğitimi için öğretmen eğitimi, teknik destek, materyal gibi birçok ihtiyaç dile getirilmektedir (Uğur & Erdoğan, 2021). Robotiğin eğitime olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Fakat gerekli alt yapı ve eğitim yetersizliği gibi sorunlar mevcuttur (Gültepe, 2018; Taşkın, 2023).

Eğitim hayatında robotlar kullanılmakta ve bu sektörde robot üretme, geliştirme ve verimli hale getirme çalışmaları bulunmaktadır (Altın, 2021). Robotların çok yönlü algoritmaları

insan hayatına çeşitli kolaylık sağlamaktadır. Eğitimde kullanılan robotikler öğrencilerin engellerini aşma konusunda da öğretmene kolaylık sağlayabilir (Scaradozzi vd. , 2019).

Eğitimde öğretmeni merkeze alan düz anlatım yöntemleri teknolojinin gelişimi ile birlikte çağın gerisinde kalmış yerini çağdaş öğrenme yöntemlerine bırakmıştır (Talan, 2020). Gelişmiş ülkelerden Japonya, çağdaş öğrenme yöntemlerinden birisi olan robotik merkezler kurmuştur (Şahin & Arıkan, 2024). Robotiğin eğitim hayatında aktif rol alabilmesi şüphesiz öğretmenler aracılığı ile olacaktır. Norveç'te öğretmenler için hizmet içi merkezler, İspanya'da ise öğretmen kampları bulunmaktadır (European Schoolnet, 2014). Bir diğer çalışmada ülkemizde öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitim ile robotik kitler tanıtılmış ve uygulama yapma fırsatı verilmiştir (Acar & Korkmaz, 2022).

Bazı araştırmacılar robotiğin eğitimin her düzeyinde yeni gelişmeler sağlayacağına ve robotiğin sınıf içi öğrenmeyi olumlu yönde geliştireceğine inanmaktadırlar (Johnson, 2003; Papert, 1993). Somyürek' e (2015) göre robotik kamplar matematik ve fen öğrenmelerini olumlu yönde geliştirmiştir. Kazez ve Genç (2016), yaptıkları çalışmada sınıfta robotik kullanımının kavramları somutlaştırmada fayda sağladığını ifade etmişlerdir. Yolcu (2018), yaptığı çalışmada robotik kullanımı ile başarının olumlu yönde etkilendiğini ve öğrencilerin olumlu tutum geliştirdiğini vurgulamıştır. Francis ve Davis (2018), çalışmalarında robotiğin tek başına etkili değil ancak öğretmen müdahalesi ile etkili olabileceği üzerinde durmuştur. Tüm bu çalışmalardan robotiğin sınıf ortamında dikkat çekme, etkinlik geliştirme, öğrenme pekiştirme gibi öğrenme etkinliklerinde yardımcı rol üstlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapay zekânın avantajlarından birisi de okul içi, dışı kullanım imkanı oluşturması ve bireysel öğrenmeye olanak tanınmasıdır. Bu durum yapay zekânın akıllı öğretim sistemini akla getirmektedir. İlk olarak 1970 yılında Carbonell' in çalışması ile bireysel öğrenme önem kazanmış ve buna yönelik bilgisayar sistemi kısacası akıllı öğretici sistemi geliştirilmiştir (Carbonell, 1970). Akıllı öğretici sistemler en çok kullanılan yapay zekâ araçları arasında yer almaktadır. Birçok disiplinde kullanılan akıllı öğretici sistem öğrenciye bireysel öğrenme şansı tanıyabilir (Alkhatlan & Kalita, 2018). Akıllı öğretici sistemler öğrenciyi tanımakta, öğrencinin öğrenme seviyesine göre materyaller sunmakta, öğrenci dönütlerine göre kendini geliştirerek öğrencinin en etkili bir şekilde öğrenmesini amaçlamaktadır (Arslan, 2020).

AbuEloun ve Naser (2017) matematik eğitiminde akıllı öğretici sistemi üzerinde araştırma yapmış ve bu çalışmada akıllı öğretici sistemini etki alanı, öğrenci modülü, öğretme modülü, kullanıcı arayüz modülü başlıklarında incelemiş ve bir ders sistemi tasarlamıştır. Sonuçlar akıllı ders sistemini kullanımını teşvik edici niteliktedir. Başka bir çalışmada ise akıllı özel ders sistemi, öğreterek öğrenme olarak tanımlanmış ve öğrencilerin ön bilgileri ile sistem arasındaki olumlu etkileşimi ortaya koymuştur (Bringula, Basa, Dela Cruz & Rodrigo, 2016).

Akıllı ders sisteminde öğrencilerinin faydaları arasında öğretmene duyulan ihtiyacı azaltmak yer almaktadır. Öğrenci sayısının çok öğretmen sayısının az olduğu durumlarda öğrencilere dönüt verme basamağında aksamlar yaşanması ya da öğrencilerin öğrenmelerindeki bireysel farklılıklarının göz ardı edilebilmesi durumlarında yapay zekânın akıllı ders öğretici araçlarının etkili olabildiği görülmüştür. Craing, Hu, Graesser, Bargagliotti, Sterbinsky, Cheney, Okwumabua (2013) yaptıkları çalışmada akıllı ders sisteminin kullanılmasının öğrencilerin öğretmene duydukları ihtiyacı azalttığını belirtmişlerdir.

En çok kullanılan yapay zekâ araçlarından birisi de Python'dur. İlk tanıtımı 1991 yılına dayanan Python çok eski bir geçmişi olmamasına rağmen son yılların ev sevilen dili haline gelmiştir (Malkoç, 2012). Aslında bir programlama dili olan Python oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Python derin öğrenme ve yapay zekâ uygulamaları geliştirebilen, dili basit, büyük veri gruplarından önemli bilgiyi seçebilen bir programlama dilidir (Ceyhan, 2017). Kaya (2023), Python'un yapılan çalışmalarda istatistik içinde kullanılabilirliğine değinmiş onu nesne yönelimli üst düzey programlama dili olarak tanımlamıştır. Python matematiksel hesaplamalar konusunda etkili, kullanımı kolay, esnek, genel amaçlı bir programlama dilidir. Akıllı telefonlarda dahi kullanılabilen bu program öğrencilere bilgiye her yerde erişebilme imkânı ile özgürlük sağlamaktadır. Python oldukça güçlü bir dil ve yapay zekâ geliştirme projeleri için kullanılan bir araçtır. (OpenAI, 2024).

Python programının matematik öğretiminde kullanıldığı bir çalışma sonucunda matematik öğrenmeyi daha etkileyici hale getirdiği sonucu çıkarılmıştır (Saha, 2015). Bilgisayar, telefon ya da tabletlerde kullanılabilen, ulaşımı kolay her yere taşınabilen ve yaygın kullanıma sahip olan arttırılmış gerçeklik uygulamaları 1990 yılından itibaren hayatımıza giriş yapmıştır (Antonioli, Blake & Sparks, 2014). İlk olarak şirketlerin görüntüleme amaçlı

kullandığı bu sistem eğitim ortamında da adapte edilerek birçok amacı karşılamak için kullanılmaya başlamıştır (Johnson, Levine, Smith & Stone, 2010).

Gerçek ile sanalın 3 boyutlu olarak gerçek zaman algısını kullanarak sanal ortamda birleştirilerek bizlere aktarılması artırılmış gerçekliğin en yaygın tanımıdır (Özarlan, 2011). Arttırılmış gerçekliği diğer teknolojilerden ayıran özellikleri gerçek ile sanalı eş zamanlı ve 3 boyutlu olarak aktarılmasıdır (Azuma, 1997). Bu kavram Kaufmann' ın (2003) tanımında da sanal ile gerçeğin birleşimi, bu birleşimin gerçek zamanlı olması ve 3 boyutlu ortamda gerçekleşmesi olarak yer almıştır.

Tanımları incelendiğinde herkesin ilgisini çekmeyi başaran artırılmış gerçeğin eğitim uygulamalarının sonuçları umut vericidir. Gün (2014), matematik alanında yaptığı çalışmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişmesinde ve başarılarının artmasında olumlu etkisi olduğunu belirlemiştir. Benzer olarak Özarlan (2013), çalışmada başarının arttığını ve öğrencilerin olumlu tutum sergilediğini tespit etmiştir. İbili (2013) ise geometri alanında yaptığı çalışmada öğrenci bilgisayar etkileşiminin olumlu yönde artış gösterdiğini saptamıştır. Öğrencilerin dikkatini çekme ve ilgilerini yoğunlaştırmalarını arttırdığı vurgulanan çalışmalarda mevcuttur (Serio, Ibanez ve Kloos, 2013).

Yapay zekânın eğitime entegre edilmesi ile kişisel ders planları hazırlama veya öğretim modeli oluşturma imkanlarıyla eğitimin niteliği artmış ve bununla birlikte çevrimiçi öğrenme, uzaktan eğitim, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin yapay zekâ etkisi ile kullanımında artış başlamıştır (Karaca & Telli, 2019; Tuğluk & Gök-Çolak, 2019). Eğitimde yapay zekâ alanında yayınlanan çalışmaların anahtar kelimelerine göre sosyal ağ analizini yapan bir çalışmada “eğitim teknolojileri”, “eğitim”, “yapay zekâ” anahtar kelimeleri ile bağlantılı olan konular olarak akıllı öğretim sistemleri, yüksek öğretim ve sanal gerçeklik sonuçlarına ulaşmıştır (Bayındır, 2023). Arttırılmış gerçeklik sistemleri yapay zekâ teknolojisi ile çevreyi aygırlar ve sanal nesnelere otomatik olarak hizalar (Sünger & Çankaya, 2019).

Öğrenciyi merkeze alan yapılandırmacı yaklaşıma hizmet eden artırılmış gerçeklik öğrencilerin iş birlikli çalışmalarını teşvik etmektedir (Dunleavy & Dede, 2014). Fiziki anlamda ortam değiştirilmediği halde sanal olarak istenilen ortamda bulunma imkanı

sağlayan arttırılmış gerçeklik matematik eğitiminin yanı sıra müze gezileri, tarihi ortam gezilerinde de hiç yorulmadan gezme imkanı sunmaktadır.

Kullanım alanları saymakla bitmeyen arttırılmış gerçekliğin bazen sanal gerçeklik kavramı ile karıştırıldığı görülmektedir. Oyasaki sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçekliğin çok temel farkları vardır. Sanal gerçeklik tamamen sanal dünyada oluşturulup kullanılırken arttırılmış gerçeklik sanal ile gerçek dünya algısını birleştirmektedir. Sanal gerçekliğin arttırılmış gerçekliğe göre bireyi kısıtladığı söylenebilir. Sanal gerçekliğin geçmişi arttırılmış gerçeklikten daha eskiye dayanmaktadır. Temelleri bilgisayar oyunlarına dayandırılan sanal gerçeklik kullanıcılarına etkileşim imkanı sağlayan Pong oyunu ile temellendirilmiştir denilebilir (Sherman ve Craig, 2003). Sanal gerçekliğin en genel tanımı insan üretimi olan sanal nesnelerin bilgisayarlar tarafından gerçek dünya algısı oluşturmasıdır (Yılmaz & Erdem, 2016). Bayraktar ve Kaleli' ye (2007) göre kullanıcılara bilgisayar tarafından tasarlanmış hareketli bir ortam ile etkileşim kurmalarını sağlayan gerçek izlenimi oluşturan sistemdir.

Günümüzde çok yaygın olarak kullanılan sanal gerçekliğin bu kadar yaygın kullanımın sebebi kolay ulaşılabilir olması ve mobil cihazlarda dahi kullanılabilmesidir (Kılıç, 2020). William Gibson'un 1984 yılında yayınlanan romanında herkesin aynı anda bağlanabileceği bir gerçeklikten bahsedilmekte ve bu gerçeklik güçlü yapay zekâların hakmiyetinde olarak tanımlanmaktadır. Romanda sanal gerçeklik "*Siberuzay*" şeklinde geçmekte ve bu kavram sanal gerçekliğe seçenek olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Kurbanoglu, 1996). Sanal Gerçekliğin eğitim ortamına aktarılması oldukça önem arz etmektedir. Özel gereksinime ihtiyacı olan öğrencilerin geometri çözümlerinde etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada öğrencilerin dikkat sürelerini arttırmada fayda sağladığı ve öğrenme ortamını eğlenceli hale getirdiği vurgulanmıştır (Altun & Kahveci, 2019). Yine sanal gerçeklik üzerine yapılan bir başka çalışmada sanal gerçeklik programının kullanımının kolay olduğu, matematik ve geometri öğrenmesine öğrencileri teşvik ettiği belirtilmiştir (Kaufmann, Schmalstieg, Wagner, 200).

Yeni yapılan çeşitli uygulamalarda arttırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik yapay zekâ teknolojileriyle bütünleştirilerek kullanılmaya başlanmıştır.

2.6 Matematik Eğitimde Yapay Zekâ Araçları Kullanımı

Matematik eğitiminde yapay zekâ araçlarının farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Bu kullanım alanlarındaki zenginlikler matematik eğitimini daha etkili ve verimli hale getirebilir. Matematik eğitiminde yapay zekâ araçlarının kullanım alanlarının sınıflandırılması şu şekildedir:

- *Kişiselleştirilmiş öğrenme:* Öğrencilerin bireysel öğrenme yöntemlerini, hızlarını, hazırbulunuşluklarını, ihtiyaçlarını analiz ederek onlara özel öğrenme planı oluşturabilir ve bu sayede öğrenciler kendi hızlarında öğrenebilir (Carnegie, 2023). ALEKS, her öğrencinin hazır bulunuşluğunu belirledikten sonra öğrencinin ihtiyaç duyduğu konular üzerinde çalışmasına yardımcı olur (ALEKS, 2023). Craig ve arkadaşları (2013), ALEKS'i matematik öğretiminde kullanmış ve ALEKS ile uygulama yapan öğrencilerin öğretmen müdahalesine daha az ihtiyaç duyduğunu gözlemlemiştir.
- *Akıllı Eğitim Asistanları:* Bilişim teknolojilerini kullanarak öğretmen davranışlarına benzer şekilde öğrencinin ilerlemesine rehberlik eden ve anlık dönütler ile öğrenmeyi destekleyen yapay zekâ sistemidir. Bu sistemde öğrenci yanıtlarına göre güncellemeler yapılarak ilerleme sağlanmaktadır (Murray ve Perez, 2015). Carnegie Learning, yapay zekâ destekli matematik problemlerine çözümler sunar, öğrencilerin bireysel hızda öğrenmesine olanak tanır, öğrencilerin ilerlemelerine göre sürekli olarak şekillenir. Matematik eğitiminde öğrenci rehberliği için kullanılır (Carnegie Learning, 2023).
- *Otomatik Değerlendirme ve Geri Bildirim:* Öğrencilerin matematik ödevlerini, sınavlarını değerlendirerek hızlı dönüt oluşturmakta ve öğretmenin iş yükünü hafifletmeye yarayan yapay zekâ sistemidir. Desire2learn, öğrenci özelliklerini, öğrenme araçlarını, etkinlik değerlendirme ve uzmanlık bilgisini birleştirerek rehberlik eden; kişiselleştirilmiş iyileştirme, test, ödev değerlendirmesi yapan; eğitim kaynakları sunan yapay zekâ sistemidir (Desire2Learn, 2015b).
- *Etkileşimli Öğrenme Araçları:* Yapay zekâ destekli oyunlar ve uygulamalar, öğrencilerin matematiksel kavramları eğlenerek öğrenmelerine olanak tanır.

CogBooks, Her bir öğrencinin etkileşim verilerini toplamakta, yorumlamakta ve dönütler sunmaktadır. Öğrencilere rehberlik etmede etkilidir. Uygulama öğrencinin sistemle etkileşimine göre değişmekte ve öğrenciye göre uyarlanmaktadır (CogBooks, 2015b).

- *Veri Analitiği ile Öğrenci İlerleme Takibi:* Yapay zekâ öğrencinin matematik performanslarını analiz ederek öğretmene detaylı raporlar sunabilir ve öğrencinin öğrendiği ya da öğrenemediği konulara öğretmenin bilinçli müdahale etmesine olanak tanır. Smart Sparrow, öğrencilerin sahip oldukları bilgi düzeylerini temel alarak her bir öğrenci için farklı içerik sunar ve öğretmenlere yapılan analiz sonuçlarına göre içeriği değiştirme olanağı sunmaktadır (Smart Sparrow, 2015b).
- *Uyarlanabilir Öğretim Sistemleri:* Yapay zekâ öğrencinin matematik seviyesine göre problemlerin zorluk derecesini ayarlayarak öğrencinin en iyi şekilde öğrenmesine olanak tanır. Knewton; öğretmenlere öğrenci için bireysel öğrenme imkanı sunan, ders amaçlarına uygun olarak içerik hazırlayan ve gerçek zamanlı tavsiyelerde bulunan, oyunlaştırarak temel eğitim sistemini destekleyen zorluk derecesini öğrenci performansına göre ayarlamaktadır (Knewton, 2015b).
- *Ders Materyalleri ve İçerik Üretimi:* Öğretmenlerin ders planları hazırlarken kullanabilecekleri içerikler oluşturabilirler. ChatGPT; metinleri anlama, soruları yanıtlama gibi yeteneklerin yanında geniş bir bilgi kaynağına erişerek kullanıcılara çeşitli etkinlikler sunabilir (Brynjolfsson ve McAfee, 2021). Dumlu, Gezer & Yıldız (2024), yaptıkları çalışmada ChatGPT3,5 ve Chatgpt4 kullanarak matematik eğitim etkinliği oluşturmuş ve bu iki aracın etkinlik tasarlanmalarını etkili bularak artı ve eksi yanlarını değerlendirmişlerdir.
- *Simülasyonlar ve Sanal Laboratuvarlar:* Yapay zekâ öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somut örnekler aracılığı ile öğrenmelerine yardımcı olabilir. Yapay zekânın yaşamımızın bir parçası haline gelmesiyle sanal bir gerçekliğin içinde insanın kaybolmasından çok arttırılmış gerçeklik ile insan yaşamının kalitesinin arttırılması hedeflenmektedir (Dönmez, 2020). Schutera

(2021), yaptığı çalışmasında soyut geometric kavramların öğretiminde arttırılmış gerçeklik uygulamış ve etkili bulmuştur.

Turğut, Turğut, Orhan, Abdulkadir & Çetin (2023), yaptıkları çalışmada matematik eğitiminde kullanılan 21 yapay zekâ aracından bahsetmişlerdir. OPENAI(2024) 'e göre matematik eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçları şu şekildedir:

- **Aleks:** Bir eğitim platformu olan ALEKS (Uyarlanabilir Öğrenme ve Değerlendirme Sistemi), öğrencilerin eğitim seviyelerine göre kişiselleştirilmiş eğitim ve öğrenme takvimi oluşturmak için yardımcı olur. Öğrenciler süreç boyunca çeşitli sorulara verdiği doğru/yanlış cevaplar sonucunda öğrenme süreci şekillenir.
- **Bamboozle:** Bu platformda, öğretmenler kendi özelleştirmiş oyunlarını oluşturarak öğrencilerin sınıftaki etkileşiminin artmasına fırsat verir. Öğrencilerde bu sayede öğrenme sürecini daha etkili ve eğlenceli hale getirir.
- **Bruce Buzbee's Math Tutor:** Bir matematik öğrenme uygulaması olan Bruce Buzbee's Math Tutor, öğrencilerin mevcut seviyelerine göre matematik yeteneklerini geliştirmek için çeşitli etkileşimler sağlar.
- **Dragon Box Games:** Bir matematik öğrenme platformu olan DragonBox Games, öğrenciler mevcut durumlarına göre temel matematik kavramlarını öğrenmek ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek için çeşitli oyunlar aracılığıyla matematik eğitimlerine destek olur.
- **Drawio:** Bu uygulama ile kullanıcılar çeşitli diyagram türlerini oluşturabilir.
- **Edmentum:** Edmentum öğrenme platformu, öğrencilerin öğrenme gelişimine yardımcı olmak, öğretmenlerin ders planı oluşturmak ve öğrencilerin gelişimini takip etmesini kolaylaştırması için uygundur.

- **Geogebra:** Bu uygulamada, öğretmenler ve öğrenciler arasında matematiksel kavramları görselleştirmek ve matematiksel nesnelerin dinamik olarak etkileşimini sağlamak için uygundur.
- **Google Jamboard:** Bu uygulamada, öğretmenler matematik problemlerini açıklayarak, şekil ve çizim ile matematiksel denklemler gösterebilir. Aynı zamanda matematik oyunları oluşturarak öğrenciler iş birliği ile yarışlar yaparak problem çözme becerilerini geliştirebilir.
- **Mathigon:** Kullanıcılar farklı matematik konularını öğrenmek için Mathigon platformunu kullanabilir. Bu platform sayesinde farklı matematik konuları çeşitli etkileşimler ile daha ilgi çekici hale getirilir.
- **Mathway:** Birden çok matematik konusunu kapsayan bir mobil uygulama olan Mathway, matematik problemlerini çözmek için kullanılır. Cebir, trigonometri, integral, türev gibi matematik konularını kullanıcı Mathway mobil uygulamasına girer ve detaylı çözüme ulaşır.
- **Mathcha.io, Quizizz ve Wolfram Alpha:** Bu üç platform matematik eğitimi ve öğrenimi için farklı amaçlar ile çözümler sunar. Kullanıcılar, Mathcha.io platformu ile matematik ifadeleri oluşturabilir ve görselleştirebilir. Quizizz platformu ile öğretmenler öğrencilere quizler oluşturabilir, paylaşabilir ve öğrencilerin gelişimlerini değerlendirebilir. Kullanıcılar, Wolfram Alpha platformu ile matematik ve bilimle ilgili hesapları yapmak, karışık denklemlerin çözümü ve istatistiksel verilere ulaşmak için yardımcı olur.
- **Mathspace:** Bu platformda, öğrencilerin matematik kavramlarını anlamalarına ve öğrenimini destekleyecek çeşitli dersler, ödevler ve sorular ile matematik öğrenme deneyimini geliştirmeyi hedefler.
- **Khan Academy:** Khan Academy öğrenme platformu öğrencilere birçok alanda kişisel gelişim fırsatı sunar. Özellikle matematik alanında çeşitli etkileşimler ile

basitten karmaşığa tüm konuların videolarını izleyebilir, deneme yapabilir ve öğrenme gelişimlerini takip edebilirler.

- **Photomath:** Bir mobil uygulama olan Photomath, bir matematik problemini kullanıcı tarafından akıllı telefonunun kamerasını kullanarak matematik problemini tarayabilir ve taranan problemi anlayıp detaylı çözümünü yapay zekâ ile sunabilir.
- **Prodigy:** İlköğretim çağındaki öğrencilerin matematik yeteneklerini geliştirmek için öğrenme platformudur. Bu platformda, öğrencilere eğlenceli bir oyun deneyimi ile çeşitli matematik problemleri sorulur ve çözümü sonrası ödüllendirilir.
- **Smodin Omni:** Yapay zekâ destekli bir uygulama olan Smodin Omni, kullanıcıların matematik problemlerini anlamak ve doğru bir şekilde çözümü için destek verir. Karmaşık problemlerde detaylı çözüm önerileri sunar.
- **Socratic:** Bir mobil uygulama olan Socratic, öğrencilerin özellikle matematik alanındaki sorulara cevap bulması için geliştirilmiştir. Kullanıcı cevap aradığı soruyu fotoğraf ile uygulamadan sorunun çözümünü ve detaylı açıklamasını elde edebilir. Bu sayede öğrencilerin öğrenme ve anlama süreci gelişebilir.
- **Infogram:** Bu platformda, kullanıcılar mevcut verilerini infografik oluşturarak görselleştirip, verilerin daha etkili iletilmesi ve anlaşılması için görsel içerik sağlar.
- **Phet:** Bu platform, öğrencilerin matematik kavramlarını keşfederek deney yapmalarına ve anlamalarını kolaylaştıran interaktif simülasyonlar sağlar.
- **Pixton & Storyboardthat:** Her iki platform da özellikle eğitim alanında popüler olup öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklemek, hikaye anlatım becerilerini geliştirmek ve görsel hikayeler oluşturmak için kullanılır.
- **Wordwall:** Bu platformda, öğretmenlerin öğrencilerine sınıf içi etkileşimini ve öğrenme deneyimlerini arttırmak için çeşitli özellikler ile çözümler sunar. Çeşitli oyunlar ile öğrencilerin öğrenme sürecini daha eğlenceli bir şekilde gelişimine olanak sağlar. Kullanıcılar, kendi gereksinimlerine göre oyunları özelleştirebilir.

Çeşitli etkinlikler ile sınıf içi öğrenci katılımını artırabilir ve öğrenme sürecine faydalı olabilir.

3.YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri analizi ve araştırmaya dâhil edilen çalışma kodları-künyesi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

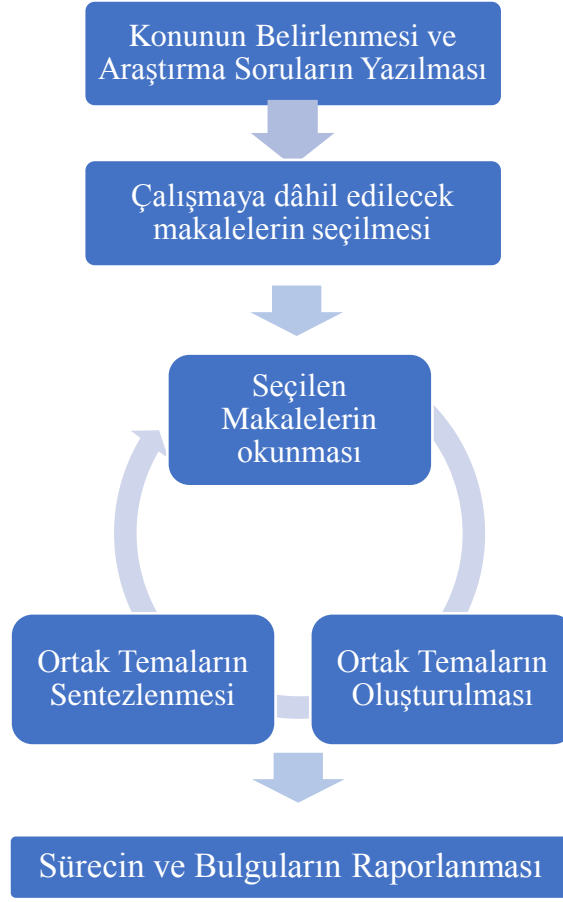
3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırma 2000- 2024 yılları arasında Scopus, Eric, DergiPark, TRDİZİN, Google Akademik veri tabanlarında yayınlanmış (erişimlerine ulaşılabilen), matematik eğitiminde “yapay zekâ” konusunu ele alan makaleleri belirli kriterlere uygun incelemek amaçlandığından nitel araştırma yöntemlerinden sistematik inceleme yöntemi temel alınmıştır. Sistematik inceleme; mevcut çalışmaları belirleyen, içeriğini oluşturan ve değerlendiren, verileri analiz eden ve sentezleyen, sonuçları net bir şekilde gösteren metodolojidir (Denyer & Trafield, 2009; akt. Dikkartın Övez, Can & Özdemir, 2022).

Sistematik inceleme, bir hususta yapılan çalışmalardan faydalanılarak, çıkarımda bulunmaya ve alakalı konuya ilişkin bilgi edinmeye fayda sağlayan bir araştırma yöntemidir (Hanley ve Cutts, 2013; akt. Yılmaz, 2021). Sistematik derleme sürecinde 11 adım izlenmiştir (Pettierew ve Roberts, 2005; akt. Yılmaz,2021) ifade ettiği adımlar izlenmiştir:

- Amaç tanımlama
- Çalışmaların incelenme kriterlerinin not edilmesi
- Literatür taraması yapılması
- Elde edilen çalışmaların kriterlere göre elenmesi
- Kalan çalışmaların dâhil etme/ hariç tutma esaslarına göre değerlendirilmesi
- Veri eksiltilmesi
- Sona kalan çalışmaların metodolojik sağlamlığının eleştirel olarak değerlendirilmesi
- Birincil çalışmaların kümelenmesi
- Çalışmalar kümelenirken yayın yanlılığının göz önünde bulundurulması
- Raporun yazılması

Bu doğrultuda Şekil 3.1’ deki Polat & Ay ‘ın (2016) çalışma aşamaları süreci izlenmiştir.



Şekil 3.1: Çalışma aşamaları

Araştırma Sorularının Belirlenmesi: Araştırmada matematik eğitimi alanında yapılan yapay zekâ konulu makaleler yıl, ülke, veri toplama aracı, araştırma yaklaşımı, veri analiz yöntemi, kullanılan yapay zekâ aracı ve sonuçları bakımından incelenmiştir.

Çalışmaya dâhil edilecek makalelerin belirlenmesi: Bu aşamada alan yazın taraması yapılmış incelenen çalışmalar neticesinde alan uzmanının da görüşü alınarak Artificial Intelligence Mathematics”, “Yapay Zekâ Matematik”, “AI Math”, “Robotics Maths”, “Robotik Matematik”, “Machine Learning Mathematics”, “Makine Öğrenmesi Matematiği”, “Natural Language Processing Mathematics Education”, “Doğal Dil İşleme Matematik Eğitimi” kelimeleri anahtar kelimeler olarak seçilmiş ve DergiPark, Scopus, Eric, Google Akademik, TRDİZİN veri tabanları bu anahtar kelimeler ile taranarak araştırmaya dâhil edilecek makaleler için ilk değerlendirme yapılmıştır.

Seçilen makalelerin okunması: Seçilen makaleler okunmuş ve iki hafta ara verildikten sonra tekrar okunmuştur. Araştırmaya dâhil edilme kriterlerine uyan makaleler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Ortak tema oluşturulması ve sentezlenmesi: Araştırmaya dâhil edilen makaleler tekrar okunması ortak temalar oluşturmak için künye belirlenmiş ve bu künyeye göre değerlendirilen çalışmaların temaları birleştirilmiştir.

Sürecin ve bulguların raporlanması: Bu aşamada bulgular frekans yüzde değerleri kullanılarak betimsel olarak yorumlanmış sonuçlar tartışılarak raporlaştırılmıştır.

Sistemik derleme ile Matematik eğitiminde “yapay zekâ” konulu yapılan çalışmaların; yayın yılı, çalışmanın gerçekleştirildiği ülke, çalışma grupları, tercih edilen araştırma modelleri veya desenleri, veri toplama araçları, veri analiz yöntemleri, tercih edilen yapay zekâ araçları açısından incelenmiş sayısallaştırılarak sunulmuştur. Sistemik derlemede, uluslararası seviyede kabul edilen veri tabanları göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmaların sonuçları içerik analizi ile incelenmiştir. Literatür çalışmalarında oluşabilen veri yanlılığını en aza indirmek için üniversite kütüphane hizmetlerinin erişimi kullanılarak maksimum yayına ulaşmaya çalışılmış, dil yanlılığı oluşmaması için İngilizce, Türkçe ve farklı dillerden yayınlar çalışmaya dâhil edilmiştir. Sadece taranan anahtar kelimeler dikkate alınmış, sonuçların anlamlılığı, çalışmalara yapılan atıfların fazla olması durumlarının çalışmaların seçim kriterlerini etkilemesine dikkat edilmiştir.

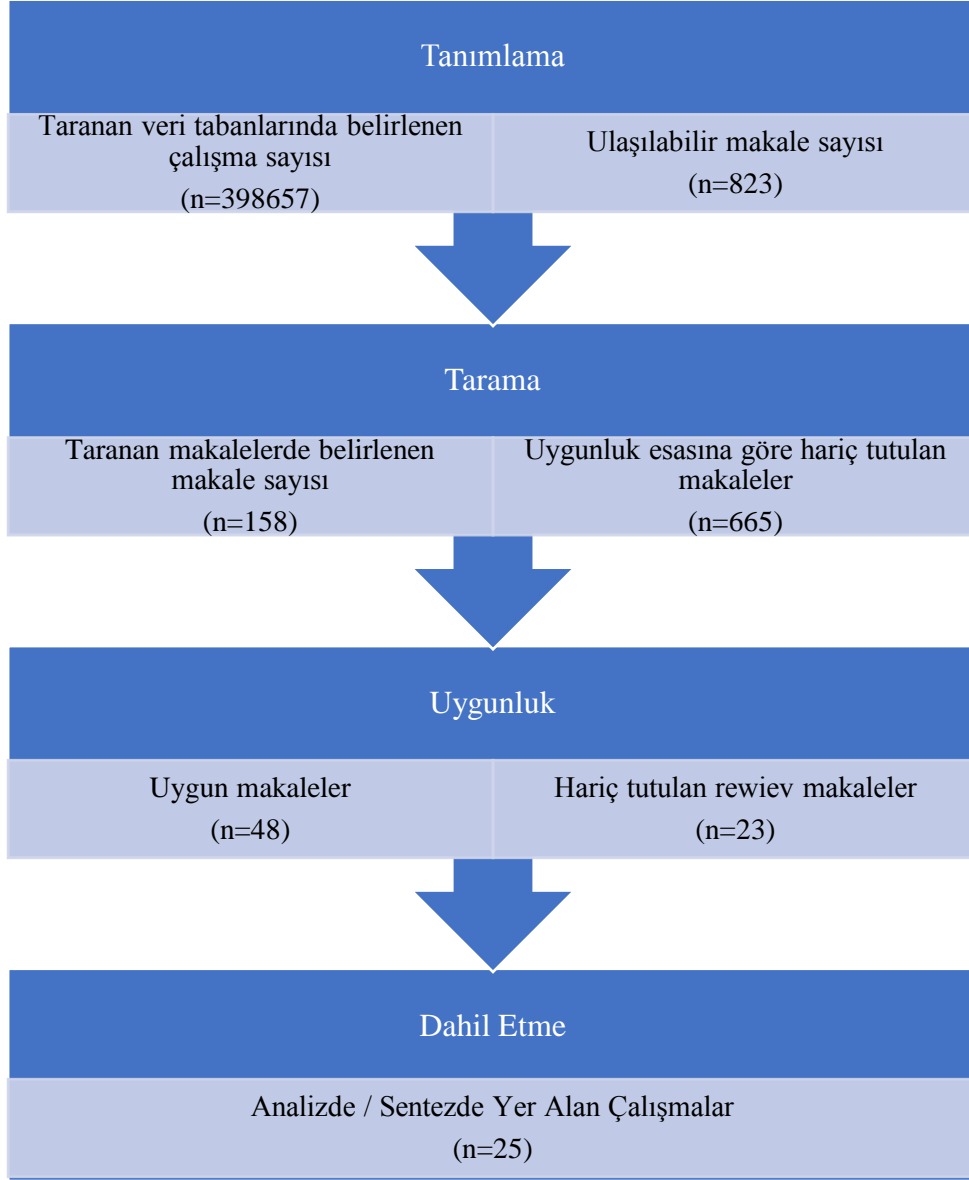
3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın örnekleme, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. Ölçüt örnekleme, araştırmacı tarafından belirlenmiş ölçüt ve ölçütleri karşılayan tüm durumların işlenmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu çalışmada örneklem seçiminde kullanılan ölçütler şu şekildedir: Makalelerin (i) Matematik eğitimi alanında yapılmış olması, (ii) Yapay zekâ konulu olması, (iii) 2000-2024 yılları arasında yayınlanmış olması, (iv) Belirtilen veri tabanlarında erişime açık olması, (v) Review ve tarama makalesi olmamasıdır. Bu ölçütler dikkate alınarak oluşturulan çalışma örnekleme Scopus, Eric, DergiPark, TRDİZİN, Google Scholar veri tabanlarında anahtar kelimelerinde “Artificial Intelligence Mathematics”, “Yapay Zekâ Matematik”, “AI Math”, “Robotics Maths”, “Robotik Matematik”, “Machine Learning Mathematics”, “Makine Öğrenmesi

Matematiği”, “Natural Language Processing Mathematics Education”, “Doğal Dil İşleme Matematik Eğitimi” kelimesi geçen ve tam metine ulaşılan makaleleri kapsamaktadır.

3.3 Veri Toplama Süreci

Verilerin toplanması surcinde, matematik eğitiminde “yapay zekâ” konusu ile ilgili 2000-2024 yılları arasında yapılan ulusal ve uluslararası makaleler ele alınmıştır. Makalelerin belirlenmesinde veri kaynağı olarak; Scopus, Eric, DergiPark, TRDİZİN, Google Scholar veri tabanları taranmıştır. Arama motoruna “Artificial Intelligence Mathematics”, “Yapay Zekâ Matematik”, “AI Math”, “Robotics Maths”, “Robotik Matematik”, “Machine Learning Mathematics”, “Makine Öğrenmesi Matematiği”, “Natural Language Processing Mathematics Education”, “Doğal Dil İşleme Matematik Eğitimi” anahtar kelimeleri girilmiştir. Arama sonucunda 398657 makale görüntülenmiştir. Bu makaleler içerisinde erişilebilir olan 823 makale incelenmiştir. İnceleme sonucunda zet kısmında matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımı yer alan 158 makale ele alınmıştır. Dâhil edilme kriterlerine uyan 48 çalışma incelenmiştir. Bu makaleler içerisinde 23 review çalışması olan makaleler araştırmaya dâhil edilmemiştir. Çalışma 25 makale ile yürütülmüştür.



Şekil 3.2: PRISMA akış şeması

PRISMA 2020 akış şeması Şekil 3.2 yukarıda verilmiştir. “*Sistemik İncelemeler ve Meta-Analizi İçin Uygun Bulunan Raporlama Maddeleri*” olan PRISMA, tam ve açık raporlama çerçevesinde araştırmanın nasıl yapılacağına ilişkin şeffaf bir sunum oluşturmaktadır (Liberat ve diğerleri, 2009; akt. Dikkartın Övez, Can & Özdemir, 2022). Bu şekildeki verilerin elde edilmesi için uygun veri tabanları seçilen anahtar kelimeler ile titizlikle taranmıştır. Tarama sonucunda ulaşılan her bir makalelnin özet kısmı okunmuş ve konuya uygunluğu tespit edilmiştir. Konuya uygun olduğu düşünülen makalelerden tam metnine ulaşılabilen makaleler araştırmaya dâhil edilmek üzere son incelemeye alınmıştır. Son

aşamada tarama türünde olan makaleler hariç turularak araştırmanın örneklem grubu PRISMA prensiplerine sadık kalınarak oluşturulmuştur.

3.4 Veri Analizi

Veri analizi, verilerin toplanması, organize edilmesi; alt gruplara ayrılması, sentezlemenin yapılması, bağlantıların ve önemli noktaların ortaya çıkarılması, detaylandırılması, sonuçlandırılması ve araştırma raporunda hangi bilgilerin yer alacağını belirlenmesi sürecidir (Bogdan & Biklen, 1992; Miles & Huberman, 1994). Bu çalışmada betimsel içerik analizi ile bağımsız olarak yapılan nicel ve nitel araştırmalar incelenmiş, genel eğilimleri belirlenmiştir (Selçuk, Palancı, Kandemir & Dündar, 2014). Sistematik derleme ile yöntemsel eğilimler ve sonuçlar incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan çalışmalar için literatür çalışması yapılmış ve araştırmaya dâhil edilme kriterleri ayrıntılı bir şekilde alan uzmanı ve araştırmacı tarafından belirlenmiş, elde edilen çalışmaların değerlendirilmesi için çalışma künyesi oluşturulmuştur (EK-1). Hazırlanan künye alan uzmanı tarafından incelenmiş ve araştırmacı tarafından gerekli düzeltmeler yapılarak son hali oluşturulmuştur. Sistematik derleme yönteminde araştırmanın amacına göre incelenen çalışmaların künyesi ile ilgili bilgiler, amacı, örnekleme, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri gibi metodolojik unsurlar, ele alınan kavramlar, elde edilen çıktılar ile sistematik incelemenin amacına uygun temel bulgular analiz edilmektedir (Peters ve diğerleri, 2015; akt. Dikkartın Övez, Can & Özdemir, 2022). Çalışmanın amacı doğrultusunda seçilen makaleler çalışma künyesi çerçevesinde incelenmiştir. Bu kapsamda makalelerin künyesi (yazarlar, yıl vb.), metodolojik unsurlar (çalışma grubu, araştırma modeli, veri toplama araçları, veri analiz yöntemi, kullanılan yapay zekâ araçları) ve sonuçlar içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. İçerik analizi, birbiri ile bağlantılı olan kavramları temalar çerçevesinde toplayarak okuyucunun anlayabileceği biçimde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

İçerik analizinde amaç, aynı özellik gösteren verilerin belirli kavram ve temalar çerçevesinde planlanması ve değerlendirilmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2018). İncelenen çalışmaların sonuçları araştırmacı tarafından farklı zamanlarda okunmuş sonra kodlanmıştır. Kodlama ve temaların planlanmasının sonrasında alan uzmanının fikirleri alınmıştır. Kod uyumu %92 olarak tespit edilmiş ve farklılık olan konularda uzman görüşü doğrultusunda fikir birliğine varılmıştır.

3.5 Araştırmaya Dâhil Edilen Çalışmaların Kodları ve Künyesi

Her çalışma için EK A da yer alan künye doldurulmuş ve değerlendirmesi bu çerçevede yapılmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar ve kodları aşağıda Tablo 3.1 ile sunulmuştur.

Tablo 3.1: Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar

Kod	Makale Adı	Yıl
M1	<i>“İlkokul Matematik Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: Lego MoretoMath”</i> (Kazaz & Genç, 2016)	2016
M2	<i>“Examination of Questions Asked by Pre-Service Mathematics Teachers in their Initial Experiences with ChatGPT”</i> (Tapan Broutin, 2023).	2023
M3	<i>“The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student’s knowledge and behaviors”</i> (Craig vd. , 2013).	2013
M4	<i>“Augmented Reality and MS-Kinect in the Learning of Basic Mathematics: KARMLS Case”</i> (Lozada- Yanez, vd. , 2019).	2019
M5	<i>“The Effect of Virtual Reality Assisted Robotics Coding Teaching on Spatial Visualization and Coding Skills”</i> (Çam & Kılıçer, 2022).	2022
M6	<i>“Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study”</i> (Lopez- Caudana, vd. , 2020).	2020
M7	<i>“Examination of Lesson Plans Prepared with ChatGPT on Inequality”</i> (Dumlu, Gezer & Yıldız, 2024).	2024
M8	<i>“A JOYFUL CLASSROOM LEARNING SYSTEM WITH ROBOT LEARNING COMPANION FOR CHILDREN TO LEARN MATHEMATICS MULTIPLICATION”</i> (Wei, Hung, Lee & Chen, 2011).	2011
M9	<i>“Learning to teach mathematics with robots: Developing the ‘T’ in technological pedagogical content knowledge”</i> (Casler-Failing, 2021).	2021
M10	<i>“Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education”</i> (Kaufmann, Schmalstiog, Warner, 2000).	2000
M11	<i>“Personalizing Algebra to Students’ Individual Interests in an Intelligent Tutoring System: Moderators of Impact”</i> (Walkington & Bernacki, 2019).	2019
M12	<i>“Mathematics intelligent tutoring system”</i> (AbuEloun & Naser, 2017).	2017
M13	<i>“Access to hands-on mathematics measurement activities using robots controlled via speech generating devices: three case studies”</i> (Adams & Cook, 2014).	2014
M14	<i>“Augmented Reality as a Didactic Resource for Teaching Mathematics”</i> (Fernandez Enripuez & Dalgoda Martin, 2020).	2020
M15	<i>“Effects of Prior Knowledge in Mathematics on Learner-Interface Interactions in a Learning-by-Teaching Intelligent Tutoring System”</i> (Bringula, vd. , 2016).	2016
M16	<i>“ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics”</i> (Wardat, vd. , 2023).	2023
M17	<i>“Coding Robots as a Source of Instantiations for Arithmetic”</i> (Francis & Davis, 2018).	2018
M18	<i>“The Effects of Educational Robotics Applications on Linear Equations about Algebraic Reasoning”</i> (Dinçer & Gülhan, 2020).	2020

Tablo 3.1 (devam)		
M19	<i>“Matematik Öğretiminde Robotik Etkinlikler Kullanılmasının Başarıya Etkisi”</i> (Tekin & Keser, 2020).	2020
M20	<i>“Learning Mathematics Through Activities with Robots”</i> (Forrström & Afdal, 2020).	2020
M21	<i>“On the Potential of Augmented Reality for Mathematics Teaching with the Application cleARmaths”</i> (Schutera, vd. , 2021).	2021
M22	<i>“Role of teachers in students' mathematics learning processes based on robotics integration”</i> (Forrström, 2019).	2019
M23	<i>“Development of the Children's Abilities in School. A comparative study between the efficiency of the Robotics vs Applied Mathematics in Movement Transmission”</i> (Popa, 2020).	2020
M24	<i>“Human Cognitive: Learning Mathematics through Python Programming to Support Students' Problem-Solving Skills”</i> (Rais & Xuezhi, 2023).	2023
M25	<i>“Collaborative work as a learning strategy to teach mathematics incorporating robotics using led godt education system and fischertechnik in seventh graders at the school Isidro Caballero Delgado in Floridablanca Santander Colombia”</i> (Rico- Baustista, vd. , 2019).	2019

3.6 Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Bilimselliğin ölçütlerinden biriside sonuçların güvenirligidir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu çalışmada Yıldırım & Şimşek (2013) tarafından geçerliliği ve güvenirligi sağlamaya yönelik dört kavram kullanılmıştır. Bu kavramlar; inandırıcılık, aktarılabirlik, tutarlılık ve onaylanabilirliktir. Bu araştırmada geçerliliği ve güvenirligi sağlamaya yönelik yapılan adımlar şöyledir:

Inandırıcılık: Araştırma süresi boyunca literatür taraması ve veri toplama devam etmiştir. Elde edilen çalışmaların birbiri ile ortak ve farklı yönleri belirlenmiş ve bulgular literatür göz önüne alınarak yorumlanmıştır. Süreçte sık sık alan uzmanına başvurularak görüş ve değerlendirmeleri dikkate alınmıştır.

Aktarılabirlik: Sonuçların en doğru bir şekilde okuyucuya aktarılması için bulgular ayrıntılı bir şekilde betimlenmiştir.

Tutarlılık: Tutarlılık incelemesiyle elde edilen veriler 2 uzman tarafından incelenmiş uzmanlar arası uyum %90 olarak hesaplanmıştır.

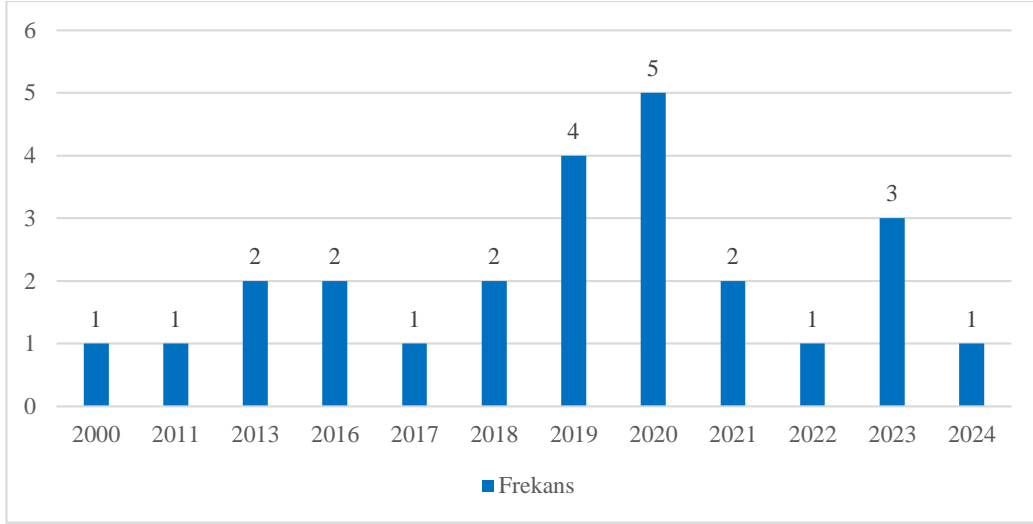
Onaylanabilirlik: Elde edilen sonuçlar ile çalışmaların ham sonuçlarının teyit edilmesi için uzman görüşüne başvurulmuştur.

4.BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde ulusal ve uluslararası literatürde yer alan matematik eğitiminde yapay zekâ konusunu temele alan 25 makale çalışma künyesi aracılığı ile kodlanmış ve elde edilen bulgular araştırma alt problemleri doğrultusunda sunulmuştur.

4.1 İncelenen Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Araştırmada incelenen çalışmaların yıllara göre dağılımı aşağıda Şekil 4.1 ile verilmiştir.

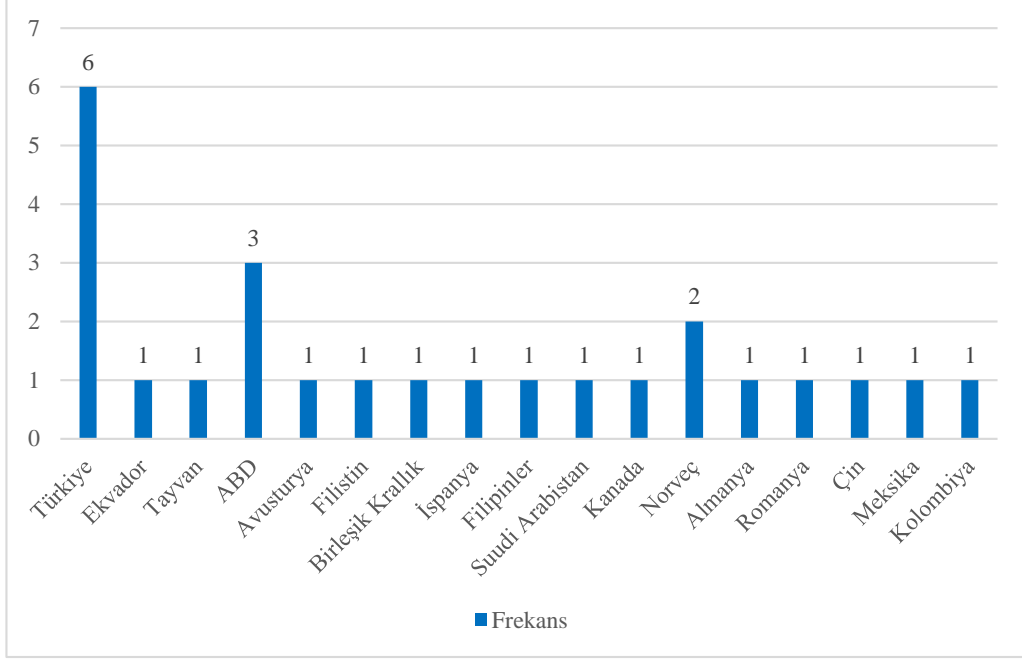


Şekil 4.1: Araştırmada incelenen çalışmaların yıllara göre dağılımı

Şekil 4.1 incelendiğinde makalelerin %20'sinin 2020 (M14,M18,M19,M23,M6) yılına ait olduğu ve %16'sının 2019 (M4,M20,M22,M25) ait olduğu görülmektedir. 2000-2011 yılları arasında ve 2014-2015 yıllarında matematik eğitiminde “yapay zekâ” konulu makaleye rastlanmamıştır. Araştırmaya dâhil edilen en eski makale M10 iken en güncel makale M7'dir. Matematik eğitiminde “yapay zekâ” konulu makaleler 2016 yılı itibarı ile arttığı gözlemlenmiştir. Yapay zekâ araçlarının önemi son yıllarda daha çok arttığı düşünülürse bu sayılar önümüzdeki yıllarda daha da artış göstermesi beklenebilir.

4.2 İncelenen Makalelerin Ülke Bazında Dağılımı

Araştırmada incelenen çalışmaların ülkelere göre dağılımı aşağıda Şekil 4.2 ile verilmiştir.

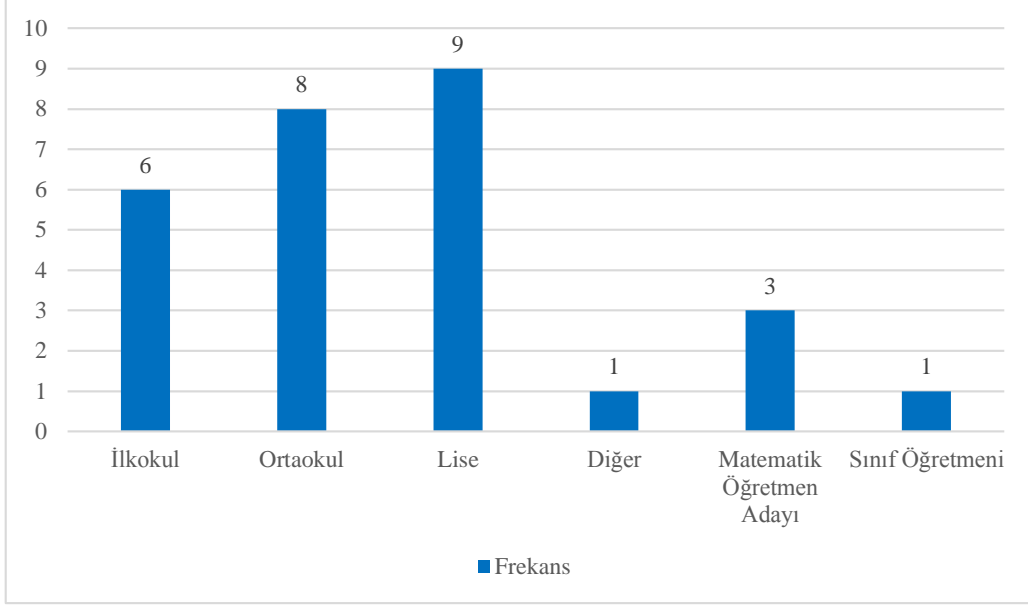


Şekil 4.2: Araştırmada incelenen çalışmaların ülkelere göre dağılımı

Şekil 4.2 incelendiğinde makalelerin %24'ünün Türkiye' de (M1, M2, M5, M7, M18, M19), %12' sinin ABD' de (M3, M9, M11) ülkelerinde yapıldığı görülmektedir. Matematik eğitiminde “yapay zekâ” konulu makalelere 17 ülkenin katkısı bulunmaktadır. Araştırmada yer alan ülkelerin %41,17' si Avrupa ülkelerine, %29,41' inin Asya ülkelerine, %29,41' inin Amerika ülkelerine ait olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen en eski çalışmanın (M10) Avusturya ülkesine ait olduğu, en güncel çalışmanın (M7) Türkiye ülkesine ait olduğu görülmektedir.

4.3 İncelenen Makalelerin Çalışma Grubuna Göre Dağılımı

Araştırmada incelenen çalışmaların çalışma grubuna göre dağılımı aşağıda Şekil 4.3 ile verilmiştir.

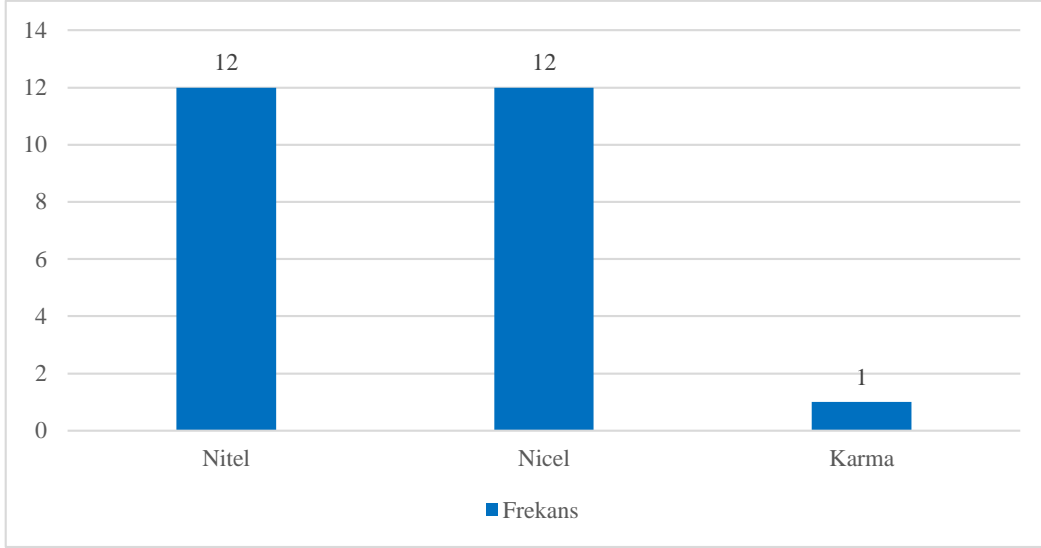


Şekil 4.3: Araştırmada incelenen çalışmaların çalışma gruplarına göre dağılımı

Şekil 4.3 incelendiğinde çalışmaların %32,14' ünün Lise öğrencileri ile %28,57'sinin ortaokul öğrencileri ile, %21,42'sinin ilkokul öğrencileri ile yapıldığı görülmektedir. Eğitim sisteminde öğrencinin ön planda tutulduğu düşünüldüğünde öğrenci örnekleminin fazla olması kabul edilebilir. Öğretmenin rehber olduğu öğretim sisteminde öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar öğretmen adaylarının yapay zekâ ile ilgili yeterli ön bilgiye sahip olarak mezun olması öğrenciye rehberlik etmesi açısından etkili olacaktır. M7' de matematik ders planı oluşturulmuş ve çalışma grubu üzerinde deneyimlenmemiştir. M16' da araştırma grubunda yer alan diğer seçeneği halka açık bloglardan ChatGPT kullanım görüşü almak için rastgele seçilen kişiler oluşturmaktadır. M6' da ilkokul-ortaokul-lise olmak üzere üç eğitim kademesinde keşifler yapmak için farklı eğitim seneryoları ile müdahalelerde bulunulduğu görülmektedir.

4.4 İncelenen Makalelerin Araştırma Yaklaşımları

Araştırmada incelenen çalışmaların araştırma yaklaşımlarına göre dağılımı aşağıda Şekil 4.4 ile verilmiştir.

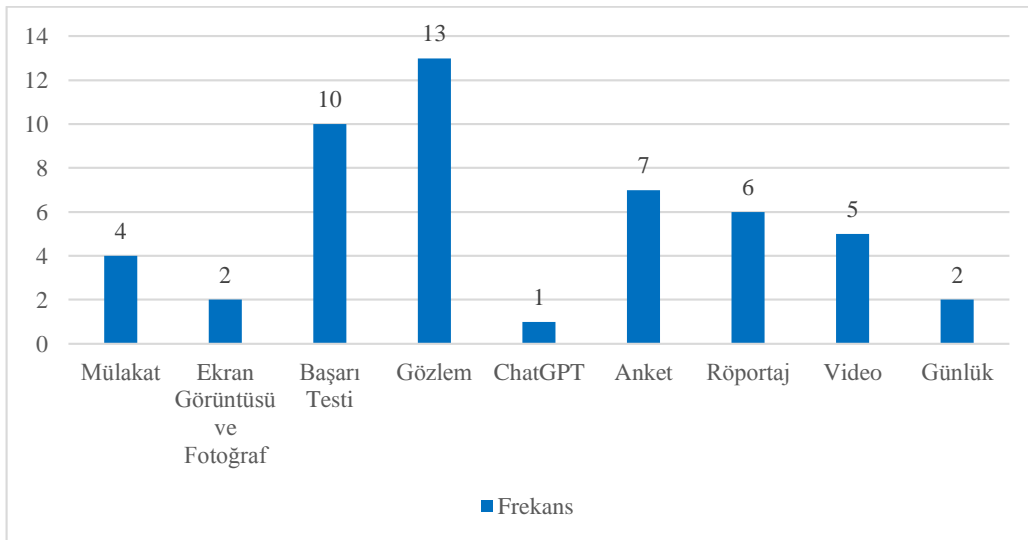


Şekil 4.4: Araştırmada incelenen çalışmaların araştırma yaklaşımlarına göre dağılımı

Şekil 4.4' ten elde edilen veriler incelendiğinde %48 nitel yaklaşım, %48 nicel yaklaşımın yer aldığı görülmektedir. Nitel çalışmaların %58,33' ünü durum çalışması oluştururken, nicel çalışmaların %58,33' ünü tam deneysel çalışmalar oluşturmaktadır. Karma yaklaşım (M23) %4 ile tek bir çalışmada gözlemlenmiştir. Karma çalışmaların yetersiz olduğu söylenebilir.

4.5 İncelenen Makalelerin Veri Toplama Araçları

Araştırmada incelenen çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı aşağıda Şekil 4.5 ile verilmiştir.

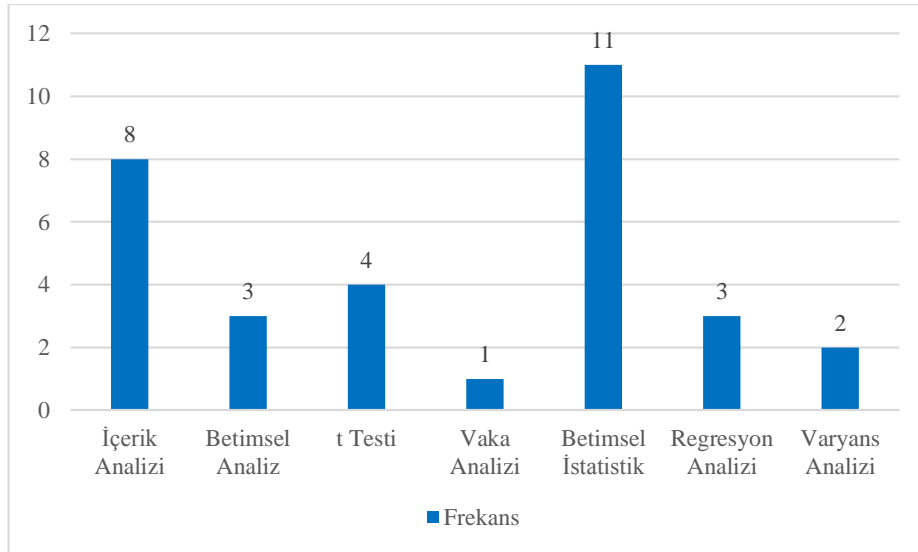


Şekil 4.5: Araştırmada incelenen çalışmaların veri toplama araçlarına göre dağılımı

Şekil 4.5 incelendiğinde veri toplama aracı olarak incelenen makalelerin %26'sında gözlem, %20'sinde başarı testi kullanıldığı görülmektedir. Bunun dışında anket, röportaj, video, günlük, ekran görüntüsü-fotoğraf, mülakat veri toplama araçları kullanılmıştır. M7' de ChatGPT3,5-4 ile ders planı oluşturulmuş ve bu ders planları ChatGPT ile elde edilen veriler ile değerlendirilmiştir. Araştırmalarda 50 tane veri toplama aracı kullanıldığı belirlenmiştir. Bir çalışmada birden fazla veri toplama aracının kullanıldığı görülmektedir.

4.6 İncelenen Makalelerin Veri Analiz Yöntemleri

Araştırmada incelenen çalışmaların veri analiz yöntemlerine göre dağılımı aşağıda Şekil 4.6 ile verilmiştir.

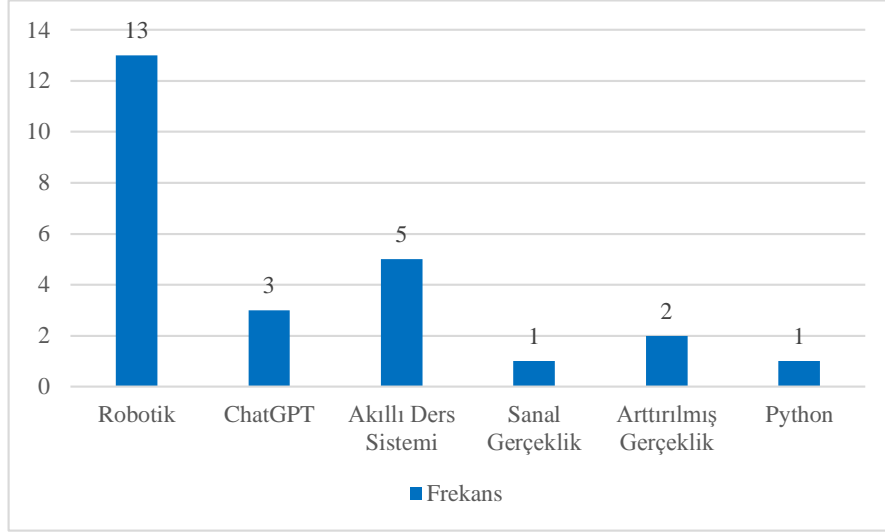


Şekil 4.6: Araştırmada incelenen çalışmaların veri analiz yöntemine göre dağılımı

Şekil 4.6 incelendiğinde makalelerin %34,37'sinde betimsel istatistik yöntemi (Spss, frekans, yüzde, aritmetik ortalama, korelasyon, etkinlik sistemi) kullanıldığı, %25'inde içerik analizi, %9,37'sinde betimsel analiz yöntemi kullanıldığı görülmektedir. Şekil 4.6'dan elde edilen veriler incelendiğinde 32 tane veri analiz yöntemi olduğu görülmektedir. İncelenen makalelerin araştırma yaklaşımları nitel ve nicel desen açısından eşit olduğu için tercih edilen veri analiz yöntemleri de benzer biçimde yakın yüzdelerde olduğu belirlenmiştir.

4.7 İncelenen Makalelerde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları

Araştırmada incelenen çalışmalarda kullanılan yapay zekâ araçlarına göre dağılımı aşağıda Şekil 4.7 ile verilmiştir.



Şekil 4.7: Araştırmada incelenen çalışmalarda kullanılan yapay zekâ araçlarına göre dağılımı

Şekil 4.7 incelendiğinde matematik eğitimince yapay zekâ konulu makalelerde en çok yer alan yapay zekâ aracı %52 ile robotiktir. En az sayıda tercih edilen yapay zekâ aracı Python ve Sanal Gerçekliktir.

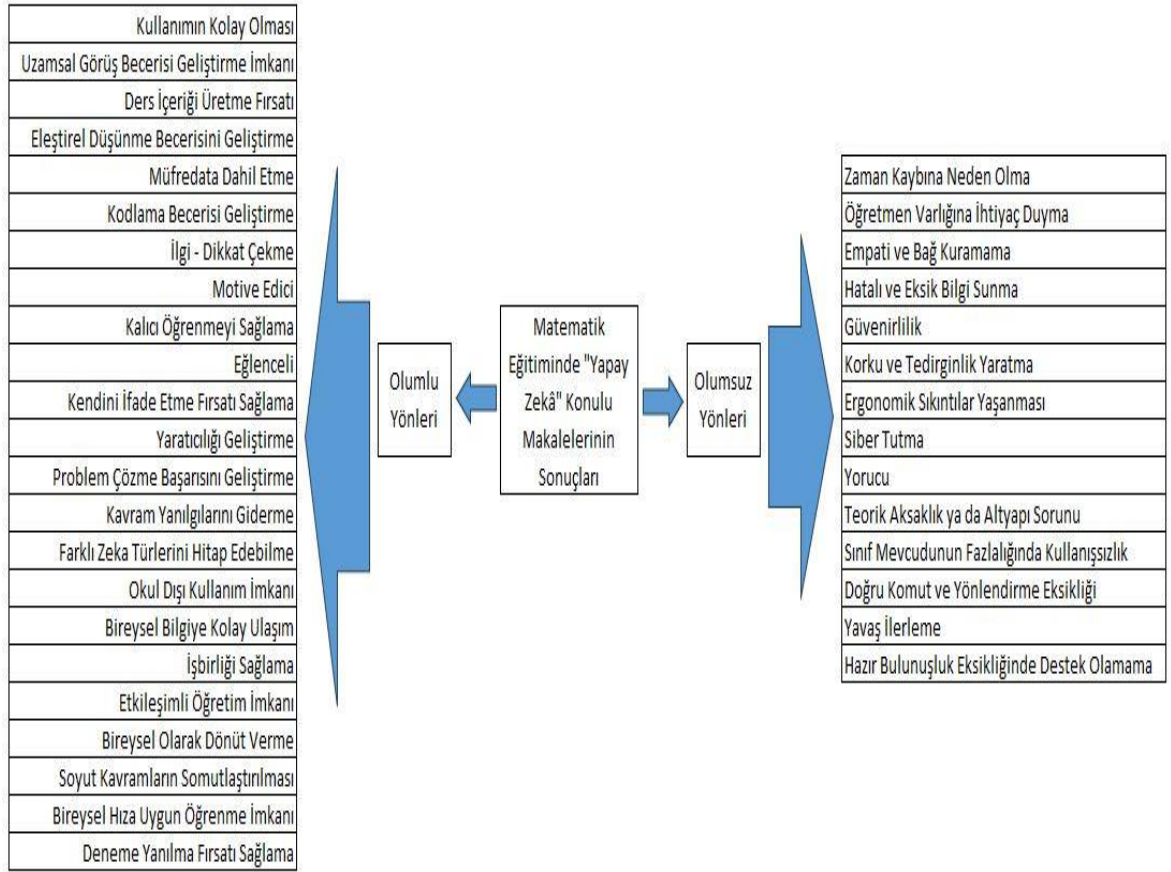
Tablo 4.1: İncelenen makalelerde yapay zekâ araçlarının kullanım alanı

Kullanım Alanı	Makale Kodu	Frekans
Öğretim için yapay zekâ kullanımı	M3, M6, M15, M18 M19, M23, M24, M25	8
Yöntem olarak yapay zekâ kullanımı	M1, M4, M8, M11 M12, M13, M16	7
Amaç olarak yapay zekâ kullanımı	M2, M10, M20	3
Öğretici eğitimi için yapay zekâ kullanımı	M5, M9	2
Yapay zekâ etkinlikleri geliştirme	M7	1
Yapay Zekâ ile ilgili müfredat çalışmaları	M14, M17, M21, M22	4

Tablo 4.1 incelendiğinde matematik eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarının çeşitli kullanım alanı dikkatimizi çekmektedir. Yapay zekâ kullanımları % 32 öğretim yapmak

amaçlı kullanıldığı, %16 müfredat geliştirme çalışmaları için kullanıldığı görülmektedir. Yapay zekânın müfredata eklenmesi gelecek için ümitlendirmektedir. İncelenen çalışmalarda anket-ölçek-test geliştirme çalışmasına rastlanmamıştır. Gelecek çalışmalar için bu konuda çalışma alanı oluşturulabilir.

4.8 İncelenen Makalelerin Sonuçları



Şekil 4.8: İncelenen çalışmaların sonuçlarına ait kod ve temalar

Şekil 4.8’ de verilen içerik analizi sonuçlarına göre 2 tema altında 37 kod ve 138 sonuç belirlenmiştir. Sonuçlara yönelik elde edilen kodlar, frekans, yüzde değerleri ve makale kodları ile tablo 4.2’ de sunulmuştur.

Tablo 4.2: İncelenen makalelerin sonuçları

Tema	Kod	Makale Kodu	Frekans f	Yüzde %
Olumlu	Uzamsal Görüş Becerisi Geliştirme İmkânı	M5	1	0,72
	Kullanımın Kolay Olması	M1, M4	2	1,44
	Ders İçeriği Üretme Fırsatı	M3, M7, M9, M14, M21	5	3,62
	Eleştirel Düşünme Becerisi Geliştirme	M1,M2	2	1,44
	Müfredata Dâhil Etme	M1, M4, M20, M23	4	2,89
	Kodlama Becerisi Geliştirme	M5, M18	2	1,44
	İlgi-Dikkat Çekme	M1, M3, M5, M6, M8, M9, M10, M11, M18, M21, M23	11	7,97
	Motive Edici	M1, M4, M8, M10, M13, M21, M22, M24, M25	9	6,52
	Kalıcı Öğrenmeyi Sağlama	M1, M20	2	1,44
	Eğlenceli	M1, M4, M8, M10, M13, M21, M22, M24, M25	9	6,52
	Kendini İfade Etme Fırsatı Sağlama	M1, M13	2	1,44
	Okul Dışı Kullanım İmkânı	M3, M14, M24, M25	4	2,89
	Farklı Zekâ Türlerine Hitap	M1, M20	2	1,44
	Yaratıcılığı Geliştirme	M1, M17, M23	3	2,17
	Problem Çözme Başarısını Geliştirme	M4, M5, M6, M9, M10, M12, M14, M15, M16, M17, M18, M19, M20, M22, M23, M24, M25	17	12,31
	Bireysel Bilgiye Kolay Ulaşım	M1, M2, M3, M6, M11, M12, M13, M15, M24, M25	10	7,24
	İşbirliği Sağlama	M2, M23	2	1,44
	Etkileşimli Öğretim İmkânı	M2, M17	2	1,44
	Bireysel Olarak Dönüt Verme	M1, M2, M24	3	2,17
	Soyut Kavramların Somutlaştırılması	M1, M5, M20, M21	4	2,89
	Bireysel Hıza Uygun Öğrenme İmkânı	M1, M2, M3, M6, M11, M12, M13, M15, M24, M25	10	7,24
	Deneme Yanılma Fırsatı Sağlama	M8, M9, M12, M20	4	2,89
	Kavram Yanılgılarını Giderme	M16	1	0,72

Tablo 4.2 (devam)				
Olumsuz	Zaman Kaybına Neden Olma	M1	1	0,72
	Öğretmen Varlığına İhtiyaç Duyma	M1, M13, M20, M22	4	2,89
	Empati ve Bağ Kuramama	M2	1	0,72
	Hatalı ve Eksik Bilgi Sunma	M2, M7, M10, M16	4	2,89
	Güvenirlilik	M2, M7, M16	3	2,17
	Korku ve Tedirginlik Yaratma	M10	1	0,72
	Ergonomik Sıkıntılar Yaşanması	M10, M13	2	1,44
	Siber Tutma	M10	1	0,72
	Yorucu	M10	1	0,72
	Teorik Aksaklık ya da Altyapı Sorunu	M1, M3, M10	3	2,17
	Sınıf Mevcununun Fazlalığında Kullanışsızlık	M1	1	0,72
	Doğru Komut ve Yönlendirme Eksikliği	M2, M7, M16	3	2,17
	Yavaş İlerleme	M10	1	0,72
	Hazır Bulunuşluk Eksikliğinde Destek Olamama	M15	1	0,72

Şekil 4.8 ve Tablo 4.2 incelendiğinde elde edilen sonuçların olumlu, olumsuz temaları altında 37 kod olarak kümelendiği görülmüştür. Olumlu teması altında; kullanımın kolay olması, uzamsal görüş becerisi geliştirme imkanı, ders içeriği üretme fırsatı, eleştirel düşünme becerisi geliştirme, müfredata dahil etme, kodlama becerisi geliştirme, ilgi-dikkat çekme, motive edici, kalıcı öğrenmeyi sağlama, eğlenceli, kendini ifade etme fırsatı sağlama, yaratıcılığı geliştirme, problem çözme başarısını geliştirme, kavram yanılgılarını giderme, farklı zeka türlerine hitap edebilme, okul dışı kullanım imkanı, bireysel bilgiye kolay ulaşım, işbirliği sağlama, etkileşimli öğretim imkanı, bireysel olarak dönüt verme, soyut kavramların somutlaştırılması, bireysel hıza uygun öğrenme imkanı, deneme yanılma fırsatı sağlama kodları, olumsuz teması altında; zaman kaybına neden olma, öğretmen varlığına ihtiyaç duyma, empati ve bağ kuramama, hatalı ve eksik bilgi sunma, güvenirlilik, korku ve tedirginlik yaratma, ergonomik sıkıntılar yaşanması, siber tutma, yorucu, teorik aksaklık ya da altyapı sorunu, sınıf mevcudunun fazlalığında kullanışsızlık, doğru komut ve yönlendirme eksikliği, yavaş ilerleme, hazır bulunuşluk eksikliğinde destek olamama kodları olduğu görülmüştür. Şekil 4.8'den elde edilen veriler incelendiğinde olumlu teması altında %80,43 sonuç, olumsuz teması altında %19,56 sonuç belirlenmiştir. Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımının olumlu sonuçları arasında problem çözme başarısı

dikkat çekmektedir. Bunun yanında yapay zekâ uygulaması için öğretmen varlığına ihtiyaç duyulması ve yapay zekânın hatalı eksik bilgi sunması yer alan olumsuzluklar arasındadır.

Yapay zekâ araçlarının olumlu yönde tutum gelişimine katkı sağladığı ve matematik öğretimde etkili bir araç olduğu düşünülmektedir. Yapay zekâ araçlarının müfredata dâhil edilme çalışmaları dikkat çekmektedir. Fakat yapay zekânın öğretmen konumuna kullanılamayacağı sadece yardımcı asistan olarak kullanılabileceği sonuçlar arasında yer almaktadır. Pythom yapay zekâ aracının diğer disiplinlerde kullanımı oldukça yaygın olmasına rağmen matematik eğitiminde kullanımına dair bir makaleye rastlanmış ve bu makale sonucuna göre araç etkili bulunmuştur dolayısıyla bu aracın matematik eğitiminde daha fazla kullanılması teşvik edilmelidir. Elde edilen sonuçlara göre geleneksel öğretim ile yapay zekâ araçları ile yapılan öğretim değerlendirmiş ve yapay zekâ araçları ile yapılan dersler daha etikili, ilgi çekici ve verimli bulunmuştur. Özel gereksinimli öğrenciler ile yapılan çalışmada araçların öğretim açısından etkili bulunduğu daha farklı gereksinimlere ve bireyselliklere göre tasarımların yapılmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Matematik eğitiminin temelleri okul öncesinde başlamasına rağmen okul öncesi grubu için çalışmaya ratlanmaması araştırmmanın bu konuda değerlendirme yapabilmesini eksik kılmıştır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde Scopus, TRDİZİN, DergiPark, Google Akademik, Eric veri tabanlarında yer alan matematik eğitiminde yapay zekâyı temele alan 25 makaleden elde edilen veriler incelenerek sonuçlarına yer verilmiştir.

5.1 Sonuç

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalardan elde edilen sonuçlar alt problem sırası ile aşağıda verilmiştir.

- 1) 2000 senesinde matematik eğitiminde yapay zekâ çalışmalarının sayısının yüksek olmadığı; 2000 yılı ile 2011 yılı arasında araştırma ölçütlerine uyan makalenin yer almadığı ancak 2019 yılı itibarı ile yapılan çalışmaların sayısında artış olduğu; 2020 yılında en çok çalışmanın yapıldığı gözlemlenmiştir, Tekin (2022), eğitimde yapay zekâ konulu Türkiye kaynaklı yapmış olduğu çalışmasında araştırmaya dâhil ettiği en eski çalışmanın 2004 yılına ait olduğunu ve en çok çalışmanın 2022 yılında yayınlandığını çalışmaların son 30 yıla dayandığını ve giderek artış gösterdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde yürütülen eğitimde yapay zekâ çalışmalarında en çok çalışmanın yayınlandığı yıl olarak 2021 yılını belirlemişlerdir (Güzey, Çakır, Athar & Yurdaöz, 2023; Meço & Coştu, 2022; Bin Mohamed, Hidayat, binti Suhaizi, bin Mahmud & binti Baharuddin, 2022). İlk çalışmaların 2000’li yılların başında gerçekleşmiş olması yapay zekânın gelişiminin çok eski olmadığını göstermekte ve 2020’li yıllarda çalışma sayısının artışı yapay zekânın eğitimde kullanımının yaygınlığını ve öneminin artışı göstermektedir. Giderek daha yaygın hale gelen yapay zekânın gelecek yıllarda daha çok çalışmada yer alacağı öngörülmektedir.
- 2) Araştırmaya dâhil edilen makalelerde 17 ülke katkı sağlamıştır. En çok çalışma Türkiye’de yapılmıştır. Araştırmaya katkı sağlayan ülkelerin %41,17’ si Avrupa ülkeleri, %29,41’ini Asya-Amerika ülkeleri oluşturmaktadır. Matematik eğitiminde yapay zekâ konulu bir başka çalışmada en çok Amerika ve Meksika ülkelerinde çalışma olduğunu vurgulamış ve bu ülkelerin yapay zekâ çalışmalarına önem verdiğini belirtmiştir (Bin Mohamed, Hidayat, binti Suhaizi, bin Mahmud & binti Baharuddin, 2022).

- 3) İncelenen makalelerde okul öncesi dönemi öğrencileri ile yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. En çok çalışılan örneklem grubu lise öğrencileri olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların çoğunun örneklemi öğrenciler oluşturmaktadır. Ülkemizde yürütülen yapay zekâ çalışmaları incelendiğinde ise en çok tercih edilen örneklem grubunun lisans öğrencileri olduğu gözlemlenmiştir (Tekin, 2023; Aruğaslan & Çivril, 2021). Eğitim sistemimizde öğrencinin merkezde olması çalışmalarda da öğrenci örnekleminin ağırlıkta olması ile örtüşmektedir.
- 4) Araştırmada kullanılan makalelerde nicel ve nitel araştırma yöntemleri birbirine eşit sayıda olmasına rağmen karma desende sadece 1 çalışma incelemeye dâhil edilmiştir. Benzer şekilde Tekin (2023) ve Bin Mohamed, Hidayat, binti Suhaizi, bin Mahmud & binti Baharuddin (2022) tarafından yürütülen çalışmalarda da nitel ve nicel desenlerinde çalışmaların yüzdeleri birbirine çok yakın iken karma desenin kullanıldığı çalışmaların sayısı oldukça azdır. Ayrıca Akdeniz & Özdiç (2021), çalışmasında araştırma yaklaşımı olarak tasarım ve geliştirme yaklaşımının ağırlıkta olduğunu belirtmiş ülkemizde yapay zekâ üretiminin olduğunu vurgulamıştır.
- 5) İncelenen makalelerde bir çalışmada birden fazla veri toplama aracı kullanıldığı belirlenmiştir. En çok tercih edilen veri toplama aracı %26 ile gözlem olduğu bu takip eden veri toplama araçlarının %20 ile başarı testi ve %14 ile anket olduğu görülmüştür. Güzey, Çakır, Athar & Yurdaöz (2023) ile Aruğaslan & Çivril (2021) yaptıkları eğitimde yapay zekâ üzerine yaptıkları çalışmalarda en çok tercih edilen veri toplama aracını anket olarak belirlemişlerdir.
- 6) Araştırmaya dâhil edilen makalelerde bir çalışmada birden fazla veri analiz yöntemi kullanıldığı; en çok kullanılan veri analiz yönteminin betimsel istatistik analizi olduğu belirlenmiştir.
- 7) İncelenen makaleler sonucunda en çok kullanılan yapay zekâ aracı %52 gibi yüksek bir oran ile robotik olarak belirlenmiştir. Bin Mohamed, Hidayat, binti Suhaizi, bin Mahmud & binti Baharuddin (2022) matematik eğitiminde yapay zekâ konulu

makalelerinde en çok kullanılan yapay zekâ aracının robotik olduğunu belirtmişlerdir bu durum yürüttüğümüz çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir.

- 8) Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların %32' sinde öğretim yapma amacı ile %16'sında müfredat geliştirme amacı ile yapay zekâ kullanımının olduğu tespit edilmiştir. Meço & Coştu (2022)' ya göre eğitimde yapay zekâ araçları veri toplamak için doğrudan proje geliştirmek için dolaylı olarak kullanılmaktadır. Aruğaslan & Çivril (2021)' e göre eğitimde yapay zekânın kullanım amacı öğretime etkisinin incelenmesidir. Tekin (2023)' e göre eğitimde yapay zekâ içerik geliştirme, öğrencilerin başarı ve tutumuna etkisinin incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır.
- 9) Matematik eğitiminde yapay zekâ konulu makaleler 2 temaya ayrılmış ve olumlu temasında yer alan sonuçların %80,43 oranı ile çoğunlukta olduğu diğer temada yer alan sonuçların ise %19,56 olumsuz oranına sahip olduğu görülmüştür. Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımının olumlu sonuçları arasında problem çözme başarısı dikkat çekmektedir. Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımının ilgi-dikkat çekme kodu olumlu teması içerisinde yüksek bir oran ile yer almaktadır. Bunun yanında yapay zekâ uygulaması için öğretmen varlığına ihtiyaç duyulması ve yapay zekânın hatalı eksik bilgi sunması yer alan olumsuzluklar arasındadır. Yapay zekâ kullanımında doğru komut ve yönlendirme eksikliği ya da teorik aksaklık – alt yapı sorunları olumsuz teması altında dikkat çekmektedir. Meço & Coştu (2022) yaptıkları çalışmada eğitimde yapay zekâ kullanımının avantajları arasında en önemlisinin bireysel öğrenmeyi kolaylaştırması, materyel oluşturmada süre tasarrufu sağlanması, iş birlikli öğrenmeyi teşvik etmesi; dezavantajları arasında dikkat dağıtıcı içeriklerin yer almasını, reklama maruz kalınmasını ve internet gerekliliğinin olmasını belirtmiştir. Aruğaslan & Çivril (2021), yapay zekânın eğitimde kullanımının olumlu olduğunu ve robot öğrenme, yazılım/ortam geliştirme ve öğrenci-öğretmen değerlendirmesi amaçları ile kullanıldığını belirtmiştir. Matematik eğitiminde yapay zekâ konulu bir diğer çalışmada yapay zekâ dersleri daha erişilebilir hale getirerek öğrencilere okul dışındaki ilgi alanlarını takip etmeleri için daha fazla zaman tanımakta ve öğrencilerin öğrenim deneyimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Bin Mohamed, Hidayat, binti Suhaizi, bin Mahmud & binti Baharuddin, 2022). Wu (2021)' e göre geleneksel öğretim yöntemine kıyasla matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımı öğrenci başarısına olumlu etki etmekte

ve işbirliğini teşvik etmektedir. Genel olarak matematik eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarının olumlu sonuçlar kaydettiği; tutumu ve motivasyonunu olumlu yönde etkilediği; başarının artmasında anlamlı bir etkiye sahip olduğu kısacası matematik eğitiminde etkili bir araç olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır. Matematik eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarının eğitim için etkili olduğu fakat öğretmenin yerine kullanılamayacağı sadece öğretmene yardımcı araç olabileceği belirtilmiştir Ayrıca yapay zekâ kullanırken teknik donanıma sahip olunmalı, doğru yönergeler oluşturulmalı, içerikler özenle oluşturulmalı, etik kurallara uyulmalı, alan uzmanlarından destek alınmalı ve yapay zekâ gelişmelerine hakim olunmalıdır.

5.2 Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde incelenen makaleler dikkate alınarak önerilere yer verilmiştir.

- Diğer disiplinlerde benzer çalışmalara yer verilebilir ve disiplinler arası bağlantıda yapay zekâ araçlarından faydalanılabilir.
- DergiPark, TRDİZİN, Eric, Scopus, Google Akademik veri tabanları dışındaki veri tabanları kullanılarak benzer çalışma yürütülebilir.
- “Artificial Intelligence Mathematics”, “Yapay Zekâ Matematik”, “AI Math”, “Robotics Maths”, “Robotik Matematik”, “Machine Learning Mathematics”, “Makine Öğrenmesi Matematiği”, “Natural Language Processing Mathematics Education”, “Doğal Dil İşleme Matematik Eğitimi” anahtar kelimeleri dışında farklı anahtar kelimeler ile benzer çalışma yürütülebilir.
- Matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımının eğilimleri araştırmaları farklı ülkelerde yürütülerek daha geniş verilere yer verilebilir.
- Yapılan çalışmada sadece dergi makalelerine yer verilmiş olup yapılacak olan çalışmalarda tezlere, kitaplara ya da konferans bildirilerine yer verilebilir.

5.3 Araştırmacılara Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde matematik eğitiminde yapay zekâ konusu ile ilgili çalışma yapacak olan araştırmacılar için önerilere yer verilmiştir.

- Yapılan çalışmalar incelendiğinde örneklem gruplarında yer alan kişi sayılarının oldukça az olduğu görölmektedir bu nedenle mevcut çalışmaların ışığında yapılacak olan yeni çalışmalar daha büyük örneklem grupları üzerinde yapılabilir.
- Okul öncesi seviyesinde matematik eğitiminde yapay zekâ kullanımını içeren çalışmaya rastlanmamıştır. Okul öncesi gruplarında matematik eğitiminde yapay zekâ çalışmalarına yer verilebilir.
- Okul müfredatlarında matematik eğitiminde yapay zekâ araçlarının kullanımına yer verilebilir.
- Yapılan çalışmalardan yola çıkarak yeni yapılacak olan çalışmalarda sınıf içi uygulamalar arttırılabilir.
- Araştırmadaki çalışmalarda matematik eğitiminde bazı öğretim materyalleri geliştirilmiştir. Yapılacak olan yeni çalışmalarda farklı konularda yeni materyaller geliştirilebilir ve bu materyaller herkesin kullanımına açılabilir.
- Yapılan çalışmalarda yapay zekâ araçları basit düzey problem çözümede etkili bulunmuştur. Yeni yapılacak olan çalışmalarda karmaşık problem çözüme becerileri üzerine odaklanılarak derinleştirme sağlanabilir.
- Yapay zekâ araçları ile içerikler üretilerek özel eğitim öğrencileri ile çalışmalar yürütülebilir, bireysel planlamalar yapılabilir.
- Öğretmenlerin yapay zekâ araçlarının kullanımını arttırmak için hizmet içi eğitimler düzenlenebilir ve yapay zekâ kullanımını yaygınlaştırılabilir.

- Yapay zekâ araçlarına sınıf içi uygulamalarının yanı sıra ev ödevleri hazırlama, bireysel hızda ve yeterli dönüt ile ev ödevlerini yapma konusunda da yer verilebilir.
- Yapay zekâ araçlarının kullanımının daha kolay yapılabilmesi için öğrenme kitleri hazırlanarak herkesin erişimine açık hale getirilebilir.
- Yapılan çalışmalarda yapay zekânın matematik öğretiminde kullanım alanları içinde anket, ölçek, test geliştirme çalışmalarına rastlanmamıştır. Gelecek çalışmalarda bu alanda da çalışmaya yer verilebilir. Yapay zekâ araçları ile ölçek, anket, test geliştirilebilir.
- Yapılacak çalışmalarda yapay zekânın öğrenci hafızasına ve düşünmesine etkisi incelenerek eğitimde yapay zekâ konusuna yeni bir soluk getirilebilir.

KAYNAKLAR (APA)

- AbuEloun, N. N., & Naser, S. S. A. (2017). Mathematics intelligent tutoring system.
- Acar, B. ve Korkmaz, Ö. (2022). Eğitsel robot eğitiminin öğretmenlerin kabul, hizmetiçi eğitime dönük tutum ve BT öz-yeterliliklerine etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 12 (1), 82-112. <https://doi.org/10.17943/etku.943256>
- Acar, O. (2020). *Yapay zekâ fırsat mı yoksa tehdit mi?*. İstanbul: Kriter Yayınevi
- Adams, K., & Cook, A. (2014). Access to hands-on mathematics measurement activities using robots controlled via speech generating devices: Three case studies. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 9(4), 286-298.
- Ahmad, F. A. R. O. B. (2021). The effect of augmented reality in improving visual thinking in mathematics of 10th-grade students in Jordan. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(5).
- Akdeniz, M. (2019). *Okul öncesi çocuklarına yönelik yapay zekâ tabanlı akıllı oyuncaklar: Tasarım tabanlı bir çalışma* (Yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akdeniz, M., & Özdiç, F. (2021). Eğitimde yapay zekâ konusunda Türkiye adresli çalışmaların incelenmesi. *Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932.
- Akgün, E. (2019). 2023 Eğitim Vizyonunda Dijital Dönüşüm. *Seta Perspektif*, 233, 1-6.
- Aküzüm, C. (2012). *Türkiye'de ilköğretim okullarında eğitim denetimi: Bir metasentez çalışması*. [Doktora tezi], Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aleks (2023). *About ALEKS*. Retrieved December 17, 2023, from https://www.aleks.com/about_aleks
- Alkhatlan, A. ve Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. *arXiv preprint arXiv:1812.09628*.

- Ali, J., Shamsan, M., Hezam, T., & Mohammad, A. (2023). Impact of ChatGPT on learning motivation: Teachers and students' voices. *Journal of English Studies in Arabia Felix*, 2(1), 41-49. <https://doi.org/10.56540/jesaf.v2i1.51>
- Altın, A., Akpınar, E., Karayığit, H. ve Tetik, İ. (2021). *Robotik ve kodlama. 10. sınıf ders kitabı*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Altun, D. (2019). Sanal gerçeklik ve yapay zekâ. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek içinde* (ss. 139-157). İstanbul: Doğu Kitapevi.
- Altun, H., & Kahveci, G. (2019). The Effectiveness of Virtual Reality-Based Teaching Material on Geometry Related Problem Solving in Students with Learning Disabilities. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 13(1).
- Antonioli, M., Blake, C., ve Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *The Journal of Technology Studies*, 96-107.
- Arief, N., & Gustomo, A. (2020). Analyzing the impact of big data and artificial intelligence on the communications profession: A case study on public relations(PR) practitioners in Indonesia. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 10(3), 1066-1071.
- Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Aruğaslan, E., & Çivril, H. (2021). Türkiye’de eğitim alanında yapılan veri madenciliği ve yapay zekâ çalışmaları. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 13(2), 81-89.
- Aydın, A. (2019). Devlet erkinin yönetim paradigmasının yapay zekâ bağlamında dönüşümü. G. Telli (Ed.), *Yapay Zekâ ve Gelecek içinde* (ss. 65-87). İstanbul: Doğu Kitapevi.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. Available at SSRN 4337484. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4337484>

- Baker, T., & Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Nesta. https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf
- Bayındır, E. (2023). *Eğitim alanında yapılan yapay zekâ çalışmalarının sosyal ağ analizi ile incelenmesi* (Yüksek Lisans tezi, İstanbul Üniversitesi). İstanbul Üniversitesi Tez Arşivi
- Bayraktar, E., Kaleli, F (2007). Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları, *Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya*, ss. 1-6.
- Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V. ve Pomerantz, J. (2018). *Horizon report 2018 higher education edition brought to you by EDUCAUSE* (pp. 1-54). EDUCAUSE.
- Berendt, B., Littlejohn, A., ve Blakemore, M. (2020): AI in education: Learner choice and fundamental rights. *Learning, Media and Technology*, 1-13. DOI:10.1080/17439884.2020.1786399
- Bin Mohamed, M. Z., Hidayat, R., binti Suhaizi, N. N., bin Mahmud, M. K. H., & binti Baharuddin, S. N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694.
- Bogdan, R. C., Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education: Introduction and Methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Breazeal, C. L. (2002). *Designing sociable robots*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bringula, R. P., Basa, R. S., Dela Cruz, C., & Rodrigo, M. M. T. (2016). Effects of prior knowledge in mathematics on learner-interface interactions in a learning-by-teaching intelligent tutoring system. *Journal of Educational Computing Research*, 54(4), 462-482.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2021). *Yapay Zekâ Çağı: İş, Ekonomi ve Toplumun Geleceği*. MediaCat Yayınları.
- Cabestrero, R., Quiros, P., Santos, O. C., Salmeron-Majadas, S., Uria-Rivas, R., Boticario, J. G., ... & Ferri, F. J. (2018). Some insights into the impact of affective information

- when delivering feedback to students. *Behaviour & Information Technology*, 37(12), 1252-1263.
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: *An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. IEEE transactions on man-machine systems*, 11(4), 190-202.
- Carnegie Learning (2023). *Why CL*. Retrieved December 17, 2023, from <https://www.carnegielearning.com/why-cl/>
- Casler-Failing, S. L. (2018). Robotics and math: Using action research to study growth problems. *Canadian Journal of Action Research*, 19(2), 4-25. <https://doi.org/10.33524/cjar.v19i2.383>
- Casler-Failing, S.L. (2021). Learning to teach mathematics with robots: Developing the ‘t’ in technological pedagogical content knowledge. *Research in Learning Technology*, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2555>
- Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in augmented reality for learning mathematical functions: A study for the development of spatial intelligence in secondary education students. *Mathematics*, 9(4), 369.
- Ceylan, A. (2017) Python Programlama Dili Neden Giderek Popüleritesini Artırıyor?, <https://medium.com/yazılıma-dair/pyhton-programlama-dili-neden-giderekpopüleritesini-arttırıyor-ab14b1da39c6> [erişim tarihi 22 Kasım 2020]
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A. & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24.
- Chen, L., Chen, P. & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020b). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- CogBooks (2015b) .<http://pub.cogbooks.com/~cogbooks/product/>
- Cope, B., Kalantzis, M., & Sears Smith, D. (2020). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational*

Philosophy and Theory, 53(12), 1229-1245.
<https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay Zekânın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 54(3), 947-966. <https://doi.org/10.30964/auebfd.916220>

Craig, S., Hu, X., Graesser, A. C., Bargagliotti, A. E., Sterbinsky, A., Cheney, K. R., & Okwumabua, T. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers and Education*, 68, 495-504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.010>

Çam, E., & Kılıçer, K. (2022). The Effect of Virtual Reality Assisted Robotics Coding Teaching on Spatial Visualization and Coding Skills. *Eğitimde Kuram Ve Uygulama*, 18(2), 68-84. <https://doi.org/10.17244/eku.1198556>

Çam, M. B., Çelik, N. C., Güntepe, E. T., & Durukan, Ü. G. (2021). Öğretmen Adaylarının Yapay Zeka Teknolojileri ile İlgili Farkındalıklarının Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(48), 263-285.

Çetin, M., & Aktaş, A. (2021). Yapay Zekâ ve Eğitimde Gelecek Senaryoları. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*.

Demir, O. (2019). Sürdürülebilir kalkınma için yapay zekâ. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek içinde* (ss. 44-63). İstanbul: Doğu Kitapevi.

Desire2Learn (2015b). <http://www.knowillage.com/approach.html>

Deveci Topal, A., Dilek Eren, C., & Kolburan Geçer, A. (2021). Chatbot application in a 5th grade science course. *Education and Information Technologies*, 26(5), 6241-6265. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10627-8>.

Dikkartın Övez, F., Can, S., & Özdemir, E. (2022). Trends in Postgraduate Thesis Studies on Pedagogical Content Knowledge in Mathematics Education in Turkey: A Systematic Review. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 16(1).

Dinayusadewi, N. P., & Agustika, G. N. S. (2020). Development of augmented reality application as a mathematics learning media in elementary school geometry materials. *Journal of Education Technology*, 4(2), 204-210.

- Dinçer, B., & Günhan, B. C. (2020). The effects of educational robotics applications on linear equations about algebraic reasoning. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 11(2), 492-527.
- Doğan, A. (2002). Yapay zekâ. Ankara: Kariyer.
- Dönmez, S. (2020). Felsefi bağlamda yapay zekâ ve 2025 sendromu. *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi (ÇÜİFD)*, 20(2), 748-760.
- Dukewich, K. & Larsen, C. (2023). How are faculty reacting to ChatGPT? *Online Submission*.
- Dumlu, B. Ö., Gezer, E., & Yıldız, B. Eşitsizlik Konusunda ChatGPT ile Hazırlanan Ders Planlarının İncelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(1), 337-358.
- Dunleavy, M., ve Dede, C. (2014). Augmented Reality Teaching and Learning. In M. J. Spector, D. M. Merrill, J. Elen, ve J. M. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 735-745). New York, NY: Springer New York.
- Esdeira, F. A. A. (2017). *Bilgi yönetimi için anlamsal öğrenme ortamlarının incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi).
- European Schoolnet, (2014). *Computing our future computer programming and coding- Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. www.europeanschoolnet.org-www.eun.org
- Fang, J., Su, H., ve Xiao, Y. (2018). *Will artificial intelligence surpass human intelligence?* 1- 9. doi:10.2139/ssrn.3173876.
- Feng, C., Park, A., Pitt, L., Kietzmann, J., & Northey, G. (2021). Artificial intelligence in marketing: A bibliographic perspective. *Australasian Marketing Journal*, 29(3), 252-263.
- Fernández-Enríquez, R., & Delgado-Martín, L. (2020). Augmented reality as a didactic resource for teaching mathematics. *Applied Sciences*, 10(7), 2560.
- Forsström, S. E. (2019). Role of teachers in students' mathematics learning processes based on robotics integration. *Learning, Culture and Social Interaction*, 21, 378-389.

- Forsström, S. E., & Afdal, G. (2020). Learning mathematics through activities with robots. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6(1), 30-50.
- Francis, K., & Davis, B. (2018). Coding robots as a source of instantiations for arithmetic. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 4(2), 71-86.
- Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P., Chevalier, A., & Berner, J. (2023, Jul 20). *Mathematical capabilities of ChatGPT*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867>
- Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R. R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P., & Berner, J. (2024). Mathematical capabilities of chatgpt. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36.
- Gabriel, F., Signolet, J., & Westwell, M. (2018). A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy. *International Journal of Research & Method in Education*, 41(3), 306-327
- Galloway, C., & Swiatek, L. (2018). Public relations and artificial intelligence: It's not (just) about robots. *Public Relations Review*, 44(5), 734-740.
- Gültepe, A., (2018). Kodlama öğretimi yapan bilişim teknolojileri öğretmenleri gözüyle öğrenciler kodluyor. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi (ULED)*, 2(2), 50-60.
- Gün, E. (2014). *Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güzey, C., Çakır, O., Athar, M. H., & Yurdaöz, E. (2023). Eğitimde yapay zekâ üzerine gerçekleştirilmiş araştırmalardaki eğilimlerin incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 67-78.
- Harper, F., Stumbo, Z., & Kim, N. (2021). When Robots invade the neighborhood: Learning to teach prek-5 mathematics leveraging both technology and community knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 21(1), 19-52.
- Holmes, W., Bialik, M., and Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Boston: Center for Curriculum Redesign.

- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W. & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 1*, 7-11.
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, M., & İşler, B. (2021). Eğitimde Yapay Zekâ Kullanımı ve Gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergi – eJNM*, 1-2.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., ve Stone, S. (2010). Simple augmented reality. The 2010 Horizon Report, 21-24. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Karabıyık, Ü. (2024). Matematik Eğitiminde Yenilikçi Bir Yaklaşım: ChatGPT'nin Rolü. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 26-46. <https://doi.org/10.29065/usakead.1393487>
- Karaca, B. ve Telli, G. (2019). Yapay zekânın çeşitli süreçlerdeki rolü ve tahminleme fonksiyonu. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek içinde* (ss. 172-185). İstanbul: Doğu Kitapevi.
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: a virtual reality application for mathematics and geometry education. *Education and information technologies, 5*, 263-276.
- Kaufmann, H. (2003b). Collaborative augmented reality in education. *Proceedings of Imagina 2003 Conference*, 1-4.
- Kavut, S. (2021). Digital identities in the context of blockchain and artificial intelligence. *Selçuk İletişim Dergisi*, 14(2), 529-548.
- Kavut, S. (2022a). *Dijital kimlik ve izlenim yönetimi*. İstanbul: Çizgi Kitabevi Yayınları.
- Kavut, S. (2022). Türkiye'de Yapay Zekâ Alanında Yazılan Tezlerin İçerik Analizi Yöntemiyle İncelenmesi. *Türkiye İletişim Araştırmaları Dergisi*, (41), 80-98.
- Kavut, S. (2022c). Yapay zekâ ve yeni iletişim teknolojileri. Ş. Balcı, & H. Çiftçi içinde, *A'dan Z'ye İletişim Çalışmaları 6* (s. 61-75). İstanbul: İksad Yayınevi.

- Kaya, Y. (2023). Python ile Veri Yapıları ve Algoritma Analizi, 1.Baskı,Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara
- Kayabaş, İ. (2010). *Yapay zekâ sohbet ajanlarının uzaktan eğitimde öğrenci destek sistemi olarak kullanılabilirliği* (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).
- Kazez, H., & Genç, Z. (2016). İlkokul Matematik Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: Lego MoretoMath. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 5(2).
- Khokhar, P., & Chitsimran, N. (2019). Evolution of artificial intelligence in marketing, comparison with traditional marketing. *Our Heritage*, 67(5), 375-389.
- KILIÇ, T. (2020). *Sanal Gerçeklik Teknolojisinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanılmasına Yönelik Bir Eğitim Modeli Önerisi*, Doktora Tezi, dan. Doc. Dr. Damla Altuncu, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Knewton (2015b). <https://www.knewton.com/enterprise/>
- Kum, Ö. (2023). Grafik Yasarım Bölümü Öğrencilerinin Yapay Zekaya Yönelik Tutumları (TOKAT İLİ ÖRNEĞİ). *EKEV Akademi Dergisi*, (96), 172-181.
- Kutlusoy, Z. (2019). Felsefe açısından yapay zekâ. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek içinde* (ss. 25-43). İstanbul: Doğu Kitapevi.
- Küçükaydın, M. A., & Bor, S. S. Yapay Zekâ Bağlamında Sosyobilimsel Konu Öğretiminin İlkokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Yaratıcı Yazma Becerilerine Etkisi. *Bati Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 432-446.
- Laborde, C. (1992a) Solving problems in computer-based geometry environment: the influence of the features of the software. *Zentralblatt für didaktik der mathematik*. Vol. 4, pp. 128-135.
- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M. S., Martínez-Pérez, S., & Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi-scenario study. *Mathematics*, 8(12), 2163.
- Lozada-Yáñez, R., La-Serna-Palomino, N., & Molina-Granja, F. (2019). Augmented Reality and MS-Kinect in the Learning of Basic Mathematics: KARMLS Case. *International Education Studies*, 12(9), 54-69.

- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in Education*. London: Pearson Education
- Malkoç, B. (2012). Temel Bilimler ve Mühendislik Eğitiminde Programlama Dili Olarak Python Akademik Bilişim'12 - XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri
- McCarthy, J. (2004). *What is artificial intelligence?*. Erişim adresi (11 Ocak 2019): <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/>.
- McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. *Artificial Intelligence*, 171(18), 1174-1182. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.10.009>
- MEB. (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- MEB. (2023). *2024-2028 Stratejik planı*. Milli Eğitim Bakanlığı
- Meço, G., & Coştu, F. (2022). Eğitimde yapay zekânın kullanılması: betimsel içerik analizi çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G.. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery (london, England)*, 8(5), 336–341.
- Murray, M. C., & Pérez, J. (2015). Informing and performing : A study comparing adaptive learning to traditional learning. *Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 18, 111–125.
- Nabiyev V. & Erümit, A. K. (2022). Yapay zekânın temelleri. V. Nabiyev & A. K. Erümit (Ed.), *Eğitimde yapay zekâ: Kuramdan uygulamaya içinde* (s. 1-35). Ankara: Pegem Yayınları.
- Nabiyev, V. V. (2012). *Yapay zekâ: insan-bilgisayar etkileşimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Noe, R. (2009). *İnsan kaynaklarının eğitim ve geliştirilmesi* (Çev. Canan Çetin). İstanbul: Propedia Yayıncılık.

- OpenAI. (2022). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com/blog/chatgpt> sayfasından erişilmiştir.
- OpenAI. (2024). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com/blog/chatgpt> sayfasından erişilmiştir.
- Özarslan, Y. (2011). Öğrenen içerik etkileşiminin genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmesi, *ICITS*, 726-730
- Özarslan, Y. (2011). Öğrenen içerik etkileşiminin genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmesi, *ICITS*, 726-730.
- Özarslan, Y. (2013). *Genişletilmiş Gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi*. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Özgeldi, M. (2019). Yapay zekâ ve insan kaynakları. G. Telli (Ed.), *Yapay zekâ ve gelecek içinde* (ss. 198-222). İstanbul: Doğu Kitapevi.
- Öztürk, K. ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâyâ genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and Powerful Ideas* (2nd ed.). New York, NY: Basic Books.
- Pavlik, J. V. (2023). Collaborating with ChatGPT: Considering the implications of generative artificial intelligence for journalism and media education. *Journalism & Mass Communication Educator*, 78(1), 84-93.
- Polat, S., & Ay, O. (2016). Meta-Sentez: Kavramsal Bir Çözümleme. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 52-64.
- Poole, D. L., Mackworth, A. K., & Goebel, R. (1998). *Computational intelligence: A logical approach*. Oxford University Press.
- Popa, A. M. (2020). Development of the Children's Abilities in School. *Revista de Ştiinţe ale Educaţiei*, 41(1), 47-61.
- Rais, D., & Xuezhi, Z. (2023). Human Cognitive: Learning Mathematics through Python Programming to Support Students' Problem-Solving Skills. *Anatolian Journal of Education*, 8(2), 85-98.

- Rethlefsen, M., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., & Page, M. J., (2020). PRISMA-S: *an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews*. 2020. 12 Mayıs 2022 tarihinde <https://osf.io/sfc38/> adresinden edinilmiştir.
- Rico-Bautista, N. A., Rico-Bautista, D. W., & Medina-Cárdenas, Y. C. (2019, November). Collaborative work as a learning strategy to teach mathematics incorporating robotics using led godt education system and fischertechnik in seventh graders at the school Isidro Caballero Delgado in Floridablanca Santander Colombia. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1386, No. 1, p. 012146). IOP Publishing.
- Saha, A. (2015). *Python ile Matematik Yapmak*. Starch Press, Inc. San Francisco.
- Sariel, S. (2017). Günümüzde yapay zekâ. M. Karaca (Ed.) *İnsanlaşan makineler ve yapay zekâ içinde* (ss. 21-25). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Dergisi.
- Sarsıcı, E., & Çelik, A. İ. (2019). Eğitimde Dijital Dönüşüm İçin Bir Model Önerisi. *Uluslararası 'Eğitimde Ve Sosyal Bilimlerde Yenilikler'sanal Sempozyumu Tam Metin Bildiri Kitabı içinde*, 339-349.
- Sayın, Z. ve Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. *AB Aydın*. 1-7.
- Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L. (2019). Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assessments. In: Daniela, L. (eds) *Smart Learning with Educational Robotics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19913-5_3
- Schultz, D. P. ve Ellen-Schultz, S. (2007). *Modern psikoloji tarihi* (Y. Aslay, çev.). İstanbul: Kaknüs Yayınları.
- Schutera, S., Schnierle, M., Wu, M., Pertz, T., Seybold, J., Bauer, P., ... & Krause, M. J. (2021). On the potential of augmented reality for mathematics teaching with the application cleARmaths. *Education Sciences*, 11(8), 368.
- Seckel, M. J., Breda, A., Font, V., & Vásquez, C. (2021). Primary school teachers' conceptions about the use of robotics in mathematics. *Mathematics*, 9, 3181. <https://doi.org/10.3390/math9243186>

- Selçuk, Z., Palancı, M., Kandemir, M., & Dündar, H. (2014). Eğitim ve bilim dergisinde yayınlanan araştırmaların eğilimleri: İçerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173).
- Serio, A. D., Ibanez, M. B., ve Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and Education*, 68, 586-596.
- SHERMAN, W., CRAİG, A. (2003). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Smart Sparrow (2015b). <https://www.smartsparrow.com/adaptive-elearning/>
- Somyürek, S. (2015). An effective educational tool: construction kits for fun and meaningful learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 25-41.
- Soylu, E. (2023). *Ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen yapay zekâ eğitim içeriğinin yapay zekâ okuryazarlığına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniveristesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı.
- Spector, J. M., ve Ma, S. (2019). Inquiry and critical thinking skills for the next generation: from artificial intelligence back to human intelligence. *Smart Learning Environments*, 6(8). doi:10.1186/s40561-019-0088-z
- Sünger, İ. & Çankaya, S. (2019). Augmented reality: historical development and area of usage. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 2(3), 118-133.
- S. A. D. & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(22), 1-13.
- Şahin, H., & Arıkan, A. (2024). Okul Öncesi Eğitimde Robotik Uygulamaları. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 260-286.
- ŞENOCAK, D. (2020). Açık ve uzaktan öğrenme ortamlarında yapay zekâ: Sunduğu fırsatlar ve yarattığı endişeler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 56-78.
- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34 (2), 503- 522.

- Tapan Broutin, M. S. (2023). Matematik Öğretmen Adaylarının ChatGPT ile Başlangıç Deneyimlerinde Sordukları Soruların İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 707-732. <https://doi.org/10.19171/uefad.1299680>
- Taşkın, M. (2023). *Robotik ve kodlama eğitiminin meta-tematik analizi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- TEKİN, N. (2023). Eğitimde Yapay Zekâ: Türkiye Kaynaklı Araştırmaların Eğilimleri Üzerine Bir İçerik Analizi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 387-411.
- Tekin, Y., & Keser, H. (2020). Matematik Öğretiminde Robotik Etkinlikler Kullanılmasının Başarıya Etkisi. *Akdeniz Eğitim Arastirmalari Dergisi*, 14(34).
- Thiraviyam, T. (2018). Artificial intelligence marketing. *International Journal of Recent Research Aspects, Special Issue: Conscientious Computing Technologies*, 449-452.
- Truong, H. M. (2015). Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.014>.
- Tuğluk, M. N. ve Gök-Çolak, F. (2019). Sanayi toplumu ve eğitimi. A. D. Öğretir-Özçelik ve M. N. Tuğluk (Ed.), *Eğitimde ve endüstride 21. yüzyıl becerileri içinde* (ss. 305-335). Ankara: Pegem Akademi.
- Suggested Citation: Turğut, Ş., Turğut, B., Orhan, H., Abdulkadir S. & Çetin, E. (2023). A review on the use of artificial intelligence applications in mathematics education. *Current and Advanced Academic Studies in Educational and Social Sciences*, 1(1), 1-12.
- Tuna, G., & Öztürk, A. (2015). Zeki ve uyarlanabilir e-öğrenme ortamları. In *International Distance Education Conference* (pp. 2-4).
- Turing, A. M. (1950). *Computing machinery and intelligence*. *Mind a Quarterly Review of Psychology and Philosophy*, (pp. 433-460). Retrieved from <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>
- Uludağ İhracatçı Birlikleri / UIB (2017). Yapay zekâ ve yeni teknolojiler. Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar&Ge Şubesi Raporu. <http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/yapay-zekâ-ve-yeni-teknolojiler>

- Uğur- Erdoğan, F. (2021). How do elementary childhood education teachers perceive robotic education in kindergarten? A qualitative study. *Participatory Educational Research (PER)*, 8(2), 421-434.
- Voskoglou, M. G., & Salem, A.-B. M. (2020). Benefits and limitations of the artificial with respect to the traditional learning of mathematics. *Mathematics*, 8(4), 611. <https://doi.org/10.3390/math8040611>
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2019). Personalizing algebra to students' individual interests in an intelligent tutoring system: Moderators of impact. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29, 58-88.
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2286.
- Wardat, Y., Tashtoush, M., AlAli, R., & Saleh, S. (2024). Artificial Intelligence in Education: Mathematics Teachers' Perspectives, Practices and Challenges. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 5(1), 60-77.
- Wei, C. W., Hung, I., Lee, L., & Chen, N. S. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(2), 11-23.
- Woolf, B.P., Lane, H.C., Chaudhri, V.K. & Kolodner, J.L., 2013. AI grand challenges for education. *AI magazine*, 34(4), pp.66-84.
- Wu, R. (2021). Visualization of basic mathematics teaching based on artificial intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1992(1), 042042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/4/042042>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri [Research methods in social sciences] (Extended 9th Edition). Ankara: Seçkin Press.

- Yılmaz, K. (2021). Sosyal bilimlerde ve eğitim bilimlerinde sistematik derleme, meta değerlendirme ve bibliyometrik analizler. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 1457-1490.
- Yılmaz, R., Erdem, N. M. (2016). “150 Soruda Geleneksel ve Dijital Reklamcılık”. (1.Baskı). İstanbul: Umuttepe Yayınları.
- Yolcu, H. (2024). Yapay genel zekâ çağında öğretmen rolünün yeniden tanımlanması: öngörüler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 155-167.
- Yolcu, V. (2018). *Programlama Eğitiminde Robotik Kullanımının Akademik Başarı, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi ve Öğrenme Transferine Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Yüksek Öğretim Kurulu. (2024). *Yükseköğretim kurumları bilimsel araştırma ve yayın faaliyetlerinde üretken yapay zekâ kullanıma dair etik rehberi*. Yükseköğretim Kurulu

EKLER

EKLER

EK A: Çalışmaların Künyesi

Çalışmanın Künyesi		
Makale No: Yıl: Ülke:	Çalışmanın Adı: Yazarları: Yayınlandığı Dergi:	
Yapay Zekâ Aracının Kullanım Alanı 1) Öğretim için yapay zekâ kullanımı 2) Yöntem olarak yapay zekâ kullanımı 3) Amaç olarak yapay zekâ kullanımı 4) Öğretici eğitimi için yapay zekâ kullanımı 5) Yapay zekâ etkinlikleri geliştirme 6) Yapay Zekâ ile ilgili ölçek, test ve anket geliştirme 7) Yapay Zekâ ile ilgili müfredat çalışmaları 8) Diğer...	Kullanılan Yapay Zekâ Aracı:	
Araştırma Yaklaşımları		
Nicel	Nitel	Karma
Veri Toplama Aracı: Anket Başarı testi Algı/İlgi/Tutum/Yetenek/Kişilik vb testler Görüşme (mülakat) Gözlem Diğer...	Örneklem: İlkokul Ortaokul Lise Lisans Öğretmen Öğretmen Adayı Diğer...	
Veri Analiz Yöntemi		
Nicel	Nitel	
Genel Sonuçları:		
Öneriler:		

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Bedriye Duralar
Doğum tarihi ve yeri : 08/06/1991 KEPSUT
e-posta : e_bedis10@hotmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/ Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi/ İlköğretim Matematik Eğitimi	2024
Lisans	Hacettepe Üniversitesi	2013
Lise	İstanbuluoğlu Anadolu Öğretmen Lisesi	2009