

TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN YARATICI PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK DERİN
ÖĞRENME TABANLI OYUNUN GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Nuran HOŞ ERCİN

TRABZON
Ağustos, 2024

**TRABZON ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN YARATICI PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK DERİN
ÖĞRENME TABANLI OYUNUN GELİŞTİRİLMESİ**

**Nuran HOŞ ERCİN
ORCID: 0000- 0003- 3713- 5956**

**Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde
Doktora Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGECİ
ORCID: 0000- 0002- 0997- 3357**

**TRABZON
Ağustos, 2024**

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Trabzon Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

Nuran HOŞ ERCİN

26 / 08 / 2024

ÖN SÖZ

Kendisini daima örnek alacağım çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGİÇ'e doktora çalışma sürecim boyunca bana göstermiş olduğu sabır, destek ve anlayış için saygı ve şükranlarımı sunuyorum. Tez İzleme Komitesi'nde yer alarak görüş ve önerileriyle araştırma sürecime katkı sağlayan değerli hocalarım; Prof. Dr. Muammer ÇALIK ve Prof. Dr. Hülya BALABAN'a saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her aşamasında varlığıyla bana güç veren kıymetli eşim Doç. Dr. Mustafa Emre ERCİN'e, bu süreçte tüm yoğunluğuma sabır gösteren kızım Meryem Beyza ve oğlum Ömer Akif'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Araştırma sürecimde desteğini benden esirgemeyen kıymetli meslektaşım, yol arkadaşım Şeyma KAYA'ya şükranlarımı sunuyorum. Araştırmamda dijital oyun geliştirme sürecinde bana sunduğu katkı ve gösterdiği sabır için Ahmet Emir ERCİN'e teşekkürlerimi sunuyorum. Araştırma boyunca gösterdikleri gönüllülük ve sabır için tüm öğrencilerimi sevgiyle kucaklıyorum.

Eğitimci rolümde eşsiz katkıları olan emekli öğretmen babam Reşat HOŞ'u rahmet ve minnetle anıyor, desteğini üzerimden bir an olsun eksiltmeyen kıymetli annem Seher HOŞ'a şükranlarımı sunuyorum. Bugünlere gelmemde emeği geçen tüm aileme ve öğretmenlerime saygı ve minnetle...

Ağustos, 2024
Nuran HOŞ ERCİN

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1. 1. Araştırmanın Amacı.....	8
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	8
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1. 4. Araştırmanın Varsayımları.....	10
1. 5. Tanımlar	10
2. LİTERATÜR TARAMASI	12
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	12
2. 1. 1. Özel Yeteneklilik	12
2. 1. 1. 1. Ülkemizde Özel Yetenekli Eğitimi.....	13
2. 1. 2. Yaratıcı Problem Çözme.....	14
2. 1. 3. Yapay Zeka	18
2. 1. 3. 1. YaşataBİLSEM Oyun Log dosyaları	19
2. 1. 4. Eğitsel Dijital Oyunlar	22
2. 1. 4. 1. Problem Çözme Becerileri ile İlgili Oyunların İncelenmesi.....	24
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu.....	25
3. YÖNTEM.....	34
3. 1. Araştırmanın Modeli	34
3. 2. Araştırma Grubu	36
3. 3. Araştırmanın Ön Hazırlığı.....	37
3. 3. 1. Eğitsel Oyunun Tasarlanması ve Geliştirilmesi.....	37
3. 3. 1. 1. YaşataBİLSEM Oyununun Web Uygulama Versiyonu	39
3. 3. 1. Eğitsel Oyunun Yaratıcı Problem Çözme Basamaklarıyla İlişkilendirilmesi	45
3. 4. Verilerin Toplanması	46
3. 4. 1. Veri Toplama Araçları	46

3. 4. 1. 1. Yaratıcı Problem Çözme Uygulama Kitapçığı	46
3. 4. 1. 2. Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı (YPÇDPA)	47
3. 4. 1. 3. Log Dosyaları	49
3. 4. 1. 3. 1. Veri Yükleme ve Ön İşleme	49
3. 5. Veri Toplama Süreci	50
3. 5. 1. YPÇ Sınıf İçi Etkinliği ile İlgili Verilerin Toplanma Süreci	50
3. 5. 2. Eğitsel Dijital Oyundan Veri Toplama	50
3. 6. Pilot Uygulamalar	51
3. 7. Araştırmacının Rolü	52
3. 8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği	52
3. 9. Verilerin Analizi	53
3. 9. 1. YPÇDPA'dan Elde Edilen Verilerin Analizi	53
3. 9. 2. YaşataBİLSEM Oyunundan Elde Edilen Verilerin Analizi	54
4. BULGULAR	60
4. 1. Öğrencilerin Sorun Yaşadıkları Yaratıcı Problem Çözme Basamaklarının Ders İçi Etkinlikle Tespit Edilmesine Ait Bulgular	60
4. 2. Öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Becerilerindeki Eksikliklerin Derin Öğrenme ile Belirlenmesine Ait Bulgular	63
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
6. 1. Sonuçlar	85
6. 2. Öneriler	87
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	87
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	88
7. KAYNAKLAR	90
8. EKLER	105
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	113

ÖZET

Özel Yetenekli Öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Derin Öğrenme Tabanlı Oyunun Geliştirilmesi

Bu çalışmanın amacı bilim sanat merkezinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde yaratıcı problem çözme becerilerinin fen bilimleri alanında geliştirilen derin öğrenme merkezli eğitici bilgisayar oyunu yoluyla değerlendirilmesidir. Çalışmada tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini Ankara ili Keçiören ilçesindeki Hezarfen Ahmet Çelebi Bilim ve Sanat Merkezinde bireysel yeteneklerini fark ettirme ve özel yetenekleri geliştirme programında eğitim alan 10-13 yaş aralığındaki 110 öğrenci oluşturmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme basamaklarında karşılaştıkları zorlukları saptamak amacıyla veri toplama aracı olarak “Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı” rubriği kullanılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen eğitsel dijital oyunda, okyanus ekosistemindeki canlıların verilen problem durumlarına göre yaşatılması esas alınmıştır. Çalışmanın bir diğer veri toplama aracı eğitsel dijital oyundan elde edilen log dosyalarıdır. Alan yazındaki farklı derin öğrenme modelleri incelenmiş uzman görüşü alınarak araştırma için geliştirilen eğitsel dijital oyunu oynayan öğrencilerin kategorilerini tahmin etmek için uygun modelin “Uzun Kısa Süreli Bellek” olduğuna karar verilmiştir. Sınıf içi etkinliklerle elde edilen veriler frekans tabloları ile analiz edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre erkek öğrencilerin yaratıcı problem çözme sürecinde problemin tanımlanması ve veri toplanılması basamağında daha fazla zorlandığı görülmüştür. Oyun hakkında bilgilerin verildiği tanıtım videosunun izlenmemesi başarıyı olumsuz etkilemektedir. Oyun problemin çözümü için ideal süreyi içermesine rağmen öğrencilerin büyük bir kısmının veri toplama aşamasını etkili bir şekilde kullanmadıkları görülmüştür. Iraksak ve yakınsak düşünme basamaklarında sorun yaşayan öğrencilerin diğer yaratıcı problem çözme basamaklarına göre daha az olduğu görülmüştür. Oyunda türlerin seçimi ve gereksiz türlerin seçilmesi açısından cinsiyetler arasında farklılıklar görülmüştür. Bireysel yeteneklerini fark ettirme grubundaki kız öğrencilerin oyunun ileri seviyelerinde erkek öğrencilere göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Özel yetenekleri geliştirme grubunda öğrenciler arasında oyunun seviyesi ile başarı durumları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde derin öğrenme tabanlı oyun ile %68 oranında kabul edilebilir düzeyde başarı elde etmiştir. Bu durum özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme basamaklarını gizil bir şekilde değerlendirmede sınıf içi etkinliklerinin yerine kullanılabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Özel Yeteneklilik, Yaratıcı Problem çözme, Derin Öğrenme, Dijital Oyun

ABSTRACT

Development of a Deep Learning-Based Game for Assessing Gifted Students' Creative Problem-Solving Skills

The aim of this study is to assess the creative problem-solving skills of gifted students receiving science education at a Science and Art Center through an educational computer game developed using a deep learning approach within the field of science. A design-based research method has been adopted in the study. The sample consists of 110 students, aged 10 to 13, who are enrolled in the "Program for Recognising Individual Talents and Developing Special Abilities" at the Hezarfen Ahmet Çelebi Science and Art Center, located in the Keçiören district of Ankara. To discern the challenges encountered by these gifted students throughout the stages of creative problem solving, the "Creative Problem-Solving Grading Key" was employed as the primary data collection instrument. In the educational digital game developed for the study, the primary goal is to ensure the survival of organisms within an ocean ecosystem, based on specific problem situations. An additional data source used in this study comprises the log files generated by the educational game. Following a review of various deep learning models in the literature and expert consultation, it was concluded that the most suitable model for predicting the categories of students playing the educational digital game developed for this research is the "Long Short-Term Memory (LSTM)" model. The data obtained through classroom activities were analyzed with frequency tables.

Based on the findings of the study, it was observed that male students encountered greater difficulties in the stages of problem identification and data collection during the creative problem-solving process. Failure to watch the introductory video, which provided essential information about the game, negatively impacted their performance. Although the game was designed with an optimal time frame for problem-solving, a significant portion of the students did not effectively utilize the data collection phase. Students experiencing issues with divergent and convergent thinking stages are comparatively fewer than other creative problem-solving stages. Differences were noted between genders in terms of species selection and the unnecessary selection of species within the game. Female students in the "Talent Recognition" group outperformed male students in the more advanced levels of the game. However, in the "Talent Development" group, no significant differences were observed between students regarding the level of the game and their success rates. In assessing creative problem-solving skills, the deep learning-based game achieved an acceptable success rate of 68%. This suggests that the game could serve as a substitute for in-class activities in the stealth assessment of creative problem-solving stages in gifted students.

Keywords: Giftedness, Creative Problem Solving, Deep Learning, Digital Game

TABLÖLAR LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Özel Yetenekli Bireylerin Tez Çalışmasıyla İlişkilendirilen Özellikleri.....	13
2.	Yaratıcılık-Problem ve Yaratıcı Problem Çözme Kavramlarının Karşılaştırılması.....	15
3.	Derin Öğrenme Modellerinin Özellikleri	21
4.	Problem Çözme Becerileri ve Fen Bilimleri Kazanımları ile Öne Çıkan Oyunlar	24
5.	Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Uluslararası Çalışmalar	27
6.	Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Ulusal Çalışmaların Analizi	31
7.	Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı.....	36
8.	Oyun Basamaklarının YPÇDPA Basamakları ile İlişkilendirilmesi	48
9.	Kappa Değerine Ait Yorumlar	53
10.	Derin Öğrenme Sınıflama Modelinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Metriklerin Yorumlanmasına İlişkin Rubrik	58
11.	Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinliklerde YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamağın Tespitine İlişkin Bulgular	61
12.	BYF Grubundaki Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinlikte YPÇ Sürecindeki Performansları	61
13.	ÖYG Grubundaki Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinlikte YPÇ Sürecindeki Performansları	62
14.	BYF ve ÖYG Gruplarındaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumunun Dağılımı.....	63
15.	BYF ve ÖYG Gruplarındaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumunun Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşanan Basamaklara Dağılımı	64
16.	BYF Grubundaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumu ile Oyun Bilgi Sembolüne Tıklanılma Durumunun Oyun Başarısına Etkisi.....	66
17.	ÖYG Grubundaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumu ile Oyun Bilgi Sembolüne Tıklanılma Durumunun Oyun Başarısına Etkisi.....	68

18.	BYF Grubunun Oyun Seviyelerindeki Tür Ekleme Sayılarının Ortalamalarının Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamaklarındaki Dağılımı	70
19.	ÖYG Grubunun Oyun Seviyelerindeki Tür Ekleme Sayılarının Ortalamalarının Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamaklarındaki Dağılımı	72
20.	BYF ve ÖYG Grubundaki Öğrencilerin Gereksiz Tür Ekleme Ortalamalarının Cinsiyetlere Göre Dağılımı	73
21.	Oyundaki Türlerin BYF Gruplarında Kullanılma Sıklığı.....	73
22.	Oyundaki Türlerin ÖYG Gruplarında Kullanılma Sıklığı.....	74
23.	BYF ve ÖYG Grubundaki Öğrencilerinin Oyun Seviyelerindeki Başarı Durumunun Cinsiyetle İlişkisi.....	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Derin öğrenmedeki nöral ağların katman yapılarının karşılaştırılması	5
2.	Tasarım tabanlı araştırmanın uygulama basamakları	35
3.	Deneyimsel oyun modeli	38
4.	YaşataBİLSEM oyunu akış diyagramı	39
5.	YaşataBİLSEM oyununun tasarım süreci	40
6.	YaşataBİLSEM oyunu başlangıç ekranı.....	41
7.	Tanıtım ve oyun kuralları ekranı	41
8.	Tür seçme ekranı	42
9.	Oyundaki problem durumlarına örnek ekran.....	42
10.	Seviye sonu geri bildirim ekranı.....	43
11.	Yönetici sayfasından yeni tür atama bölümü.....	44
12.	Yönetici sayfasından kategori atama sayfası.....	45
13.	Yaratıcı problem çözme süreci (CPS Versiyon 6.1 TM).....	47

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Sınıf İçi etkinlikte BYF ve ÖYG grubundaki öğrencilerin YPÇ sürecindeki performanslarının karşılaştırılması	63



KISALTMALAR LİSTESİ

ADAM	: Adaptive Moment Estimation
BİLSEM	: Bilim ve Sanat Merkezi
BYF	: Bireysel Yeteneklerini Fark Etme
BYFP	: Bireysel Yeteneklerini Fark Etme Programı
CNN	: Konvolüsyonel Sinir Ağları
CSV	: Comma Separated Values
DBM	: Derin Boltzmann Makinesi
DBN	: Derin İnanç Ağları
DEP	: Destek Eğitim Programı
GGAN	: Graph-Based Generative Adversarial Network
GRU	: Gated Recurrent Unit
LSTM	: Uzun Kısa Süreli Bellek
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
ÖYG	: Özel Yeteneklerini Geliştirme
ÖYGP	: Özel Yeteneklerini Geliştirme Programı
PÜY	: Proje Üretimi ve Yönetimi
RBM	: Boltzmann Makinesi
RNN	: Tekrarlayan Sinir Ağları
SGD	: Stochastic Gradient Descent
YPC	: Yaratıcı Problem Çözme
YPCDPA	: Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı

1. GİRİŞ

Küreselleşmenin ivme kazandığı ve teknolojinin sürekli olarak evrildiği 21. yüzyıl, insanlık tarihindeki dönüm noktalarından biridir. Bu çağ, iletişim ve bağlantıların güçlenmesiyle bilgiye erişimin kolaylaştığı bir dönemi temsil etmektedir. Bilgi ve teknolojinin hızla yayıldığı bu dönemde, insanlar arasındaki mesafeler kısalırken dünya daha da küçülmektedir. Bu hızlı değişim ve gelişmeler, bilimden sanata, ekonomiden topluma kadar birçok alanda derin etkiler yaratmaktadır. Teknolojik ilerlemeler, hayatımızın her alanını şekillendirirken, küresel bağlantılar ve iletişim ağları ise toplumları bir araya getirmektedir (Baygül, 2020). Ancak, bu büyük değişimlerin ve dönüşümlerin yanı sıra, yeni sorunlar ve zorluklar da ortaya çıkmaktadır. Günümüzde, bilgi ve teknolojiye erişim arttıkça, bireylerden sadece bilgiyi tüketmekle kalmayıp aynı zamanda onu yaratıcı bir şekilde kullanmaları beklenmektedir. Bu dönem, girişimci ve eleştirel düşünme becerisine sahip olanların değerini artırmaktadır (Van Laar, van Deursen, van Dijk, & de Haan, 2020). Ayrıca, hızla değişen koşullara uyum sağlama yeteneği de büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, 21. yüzyıl, insanlığın hızla değişen ve gelişen bir dünyada karşılaştığı büyük bir meydan okumadır. Bu dönemde, bireylerin bilgiye erişim ve teknolojiye uyum sağlama becerileri, başarılarını ve etkilerini belirleyen önemli faktörler haline gelmektedir. Bu bağlamda, girişimci, eleştirel düşünebilen ve değişime açık bireylerin, 21. yüzyılın getirdiği fırsatları en iyi şekilde değerlendirebilecekleri düşünülmektedir (Kalik & Kırındı, 2022).

Günümüzdeki eğitim paradigması, 21. yüzyılın gereksinimlerine yanıt olarak, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi ve süreç değerlendirme yaklaşımını benimsemeyi hedefleyen bir dönüşüm içerisindedir. Bu dönüşüm, öğretim programlarının tasarımında akademik bilgi yoğunluğunun azaltılması ve üretkenliğin merkeze alınması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin bilgiyi ezberlemek yerine, yenilikçi düşünme, eleştirel düşünme, iletişim, bilgi okuryazarlığı, üretkenlik ve yaratıcı problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini kullanarak üretken olmaları hedeflenmektedir. Matematik, bilişim teknolojileri ve fen bilimleri gibi disiplinler, bilgi birikiminin hızla arttığı günümüz dünyasında, ülkelerin rekabetçi ortamda öne çıkmasını sağlayacak temel unsurlar olarak görülmektedir (Acar, 2018).

Bilimsel literatür ve teknolojik ilerlemelerin hızla genişlediği 21. yüzyılda, fen eğitiminin rolü hayati önem taşımaktadır. Fen bilimleri dersi, öğrencilerin çok yönlü gelişimini hedefleyen bütüncül bir eğitim yaklaşımını benimsemektedir. Bu program, öğrencilerin alan ve kavramsal becerilerini geliştirmenin yanı sıra sosyal-duygusal beceriler, etik ve ahlaki değerler, eleştirel düşünme ve problem çözme yeteneklerini desteklemektedir. Bilimsel süreç becerilerine ve yaşam boyu öğrenme alışkanlığına sahip bireyleri amaçlayan program, aynı zamanda fen bilimleri ile ilgili kariyer bilincini geliştirmeyi ve dijital dönüşüme uyum sağlayabilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu

kapsamda, sürdürülebilirlik bilinci, disiplinler arası ilişkiler ve bilim kültürünün önemi vurgulanarak, öğrencilerin bilimsel bakış açısıyla çevrelerine duyarlı bireyler olmaları amaçlanmaktadır. (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Öğretim programları hazırlanırken farklı ihtiyaçları olan öğrencilerin durumları da göz önünde bulundurulmaktadır. Öğretim programlarının hedef grupları arasında yer alan özel yetenekli öğrencilere yönelik süreçler de dikkate alınmaktadır. Özel yetenekli öğrenciler, toplum içinde öne çıkan belirli alanlarda veya akademik disiplinlerde yüksek düzeyde yeteneklere sahip olan bireylerdir (Gül & Ayık, 2024).

Özel yetenekli çocuğun beyninin en önemli yönlerinden biri olağanüstü nöroplastisitedir (Kelvington, Nickl-Jockschat, & Abel, 2022; Malaia & Newman, 2013). Beynin yaşam boyunca yeni sinir bağlantıları oluşturarak yeniden organize olması ve uyum sağlama yeteneği Nöroplastisite olarak isimlendirilir (Mateos-Aparicio & Rodríguez-Moreno, 2019). Özel yetenekli çocuklar daha yüksek düzeyde nöroplastisite sergileme eğilimindedirler, bu da onların yeni bilgi ve deneyimlere hızla öğrenmesine ve uyum sağlamasına olanak tanımaktadır. Özel yetenekli çocukların beyni, farklı bölgeler arasında gelişmiş bağlantı göstermektedir. Bu artan sinirsel bağlantı, onların çeşitli kaynaklardan gelen bilgileri aynı anda işlemesine olanak tanıyarak, gelişmiş problem çözme becerilerine ve görünüşte alakasız kavramlar arasında yaratıcı bağlantılar kurma becerisine yol açmaktadır (Saranlı, 2017).

Özel yetenekli çocuklar sıklıkla olağanüstü bilgi işleme yetenekleri sergileyebilmektedir. Bu çocukların beyinleri, karmaşık bilgileri akranlarına göre daha hızlı ve verimli bir şekilde işleyebilmekte ve entegre edebilmektedirler. Bu artan işlem hızı bu çocukların kavramları daha hızlı kavramalarına ve daha karmaşık bilişsel görevlere kolaylıkla girişmelerine olanak tanımaktadır. Özel yetenekli çocuklar, hafıza, dikkat ve problem çözme içeren görevlerde daha yüksek işlem hızına sahiptir. Bu gelişmiş bilişsel verimlilik, akademik ve yaratıcı uğraşlarda başarılı olma yeteneklerine katkıda bulunmaktadır. Beyin görüntüleme çalışmaları, özel yetenekli çocukların beyinlerinde normal gelişim gösteren çocuklara göre bazı yapısal farklılıklar olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, prefrontal korteks, parietal korteks ve hipokampus gibi bilişsel işlevlerle ilişkili belirli beyin bölgeleri, özel yetenekli bireylerde genellikle daha büyük hacimler veya daha fazla aktivite göstermektedir (Polat, Akay, & Aydın, 2021). Planlama ve karar verme gibi yürütücü işlevlerden sorumlu olan prefrontal korteks, özel yetenekli çocuklarda daha fazla gelişme eğilimindedir. Bu durum, onların erken yaşlardan itibaren gelişmiş organizasyon becerileri ve üst düzey düşünme yetenekleri sergilemelerine olanak tanımaktadır.

Özel yetenekli çocukların beyinleri ayrıca yaratıcılık ve hayal gücüyle ilgili farklı modeller sergilemektedir. Sinir bilimsel araştırmalar, beyinlerinin, dorsolateral prefrontal korteks ve varsayılan mod ağı gibi yaratıcı düşünmeyle ilişkili bölgelerde artan aktivasyon gösterdiğini ileri sürmektedir (Bıçakçı & Baloglu, 2018). Hayal kurma, problem üzerine düşünme ve iç yansımadan sorumlu olan varsayılan mod ağındaki bu artan aktivite, onların yeni fikirleri ve sorunlara alışılmamış

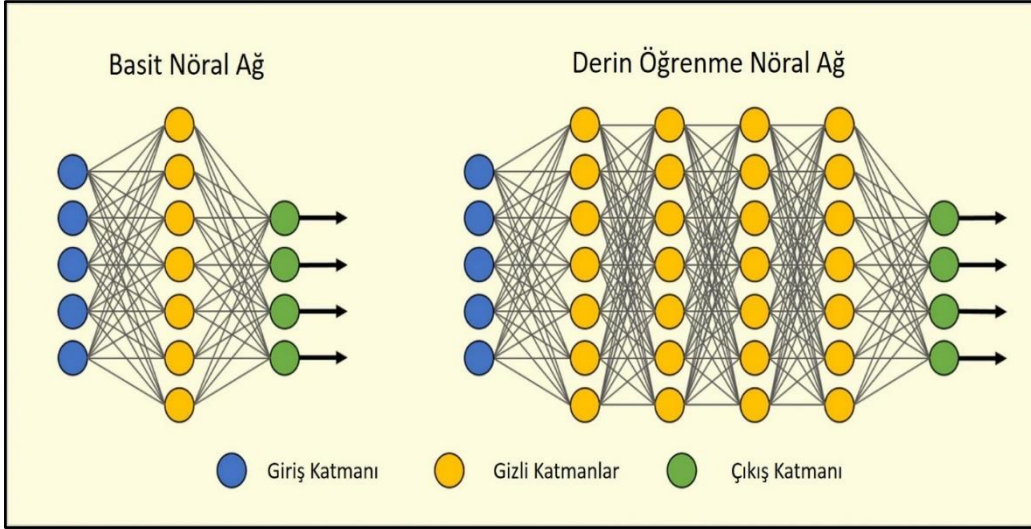
çözümleri tasavvur etme yeteneklerine katkıda bulunabilmektedir. Özel yetenekli çocukların beyninin incelenmesi karmaşık ve dinamik bir araştırma alanıdır. Üstün zekalılığın nörolojik temelleri hala tam olarak anlaşılamamış olsa da bu genç beyinlerin olağanüstü zekalarına, yaratıcılıklarına ve problem çözme yeteneklerine katkıda bulunan benzersiz beyin özelliklerine sahip oldukları ortadadır (Kalbfleisch, 2009, Kuhn vd., 2021, Leikin, Leikin, & Waisman, 2017).

Özel yetenekli çocukların beynini anlamak, eğitimcilerin ve ebeveynlerin, onların özel ihtiyaçlarını karşılayan ve gelişimlerini teşvik eden eğitim yaklaşımlarını uyarlamalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Rocha, Almeida, & Perales, 2020). Özel yetenekli çocukların eğitimi ve öğretimi uzun yıllardır birçok araştırmaya konu olmuştur. Toplulukların yönetiminde ve dünyaca bilinirliklerinin artmasında öne çıkan bireylerin genellikle özel yeteneklilerden oluştuğu bilinmektedir. Bu durum, özel yetenekli çocukların ilgi odağı olmalarına neden olabilir. 20. yüzyılın başlarından itibaren, bilimsel ve teknolojik açıdan gelişmiş ülkeler, özel yetenekli öğrencilerin farklı eğitim programlarına ihtiyaç duyduklarının farkına varmıştır. Bu programlar, bu çocukların potansiyellerini tam anlamıyla geliştirmelerine yardımcı olur. Özel yetenekli çocuklara ihtiyaçlarına yönelik eğitim verilmediği takdirde, mevcut gizil güçlerinin büyük bir bölümünün öğrenim yerine başka alanlara kayabileceği gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çocukların özel eğitim gereksinimleri göz önünde bulundurularak eğitim sistemleri ve programları tasarlanmalıdır (Yaman & Emir, 2019).

Problem çözme süreci; anlama, akıl yürütme, hesaplama, ön kavrama ve aynı zamanda verilen problemden yeni bilgilerin manipüle edilmesi de dahil olmak üzere birçok bilişsel işlem gerektiren karmaşık bir süreçtir (Molina del Río, Guevara, Hernández González, Hidalgo Aguirre, & Cruz Aguilar, 2019). İnsan beyni yaratıcı problem çözme sürecinde birçok beyin bölgesinin karmaşık bir ağ şeklinde etkileşime girmesiyle inovatif çözümler üretir. İnsan beyni, özellikle hedefler ve kurallar değiştiğinde veya yeni durumlarla karşılaştığında, esnek ve yaratıcı bir şekilde problemi çözebilmektedir. Günümüzde hesaplamalı sinir modelleri ve derin öğrenme yöntemi ile bu kompleks yapının yaratıcı problem çözme sürecindeki etkileşimleri tahmin edilmeye çalışılmaktadır (Zarr & Brown, 2023). Yaratıcı problem çözme becerisi; problemin tanımlanması, ıraksak düşünme, yakınsak düşünme ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Iraksak düşünme çok sayıda farklı ve orijinal fikir üretme yeteneğini ifade ederken, yakınsak düşünmenin amacı en iyi çözümü belirlemektir. Birden fazla problemi ve olası çözümler arasından ideali bulabilmeyi ortaya koyan yaratıcı problem çözme becerisi üst düzey bir beceridir (Hooijdonk, Mainhard, Kroesbergen, & Tartwijk, 2022). Yaratıcı problem çözme basamakları tek yönlü ve sabit olmayıp farklı yönlerde ilerleyebilir (Isaksen, Dorval, & Treffinger, 2011). Öğrencilerin sahip olacakları bu özelliklerin ülkelerin 21. yüzyılın rekabetçi ortamında etkin bir rol oynamalarında önemli bir etken olarak görülmektedir (Kaya & Mertol, 2022).

Beynimiz milyarlarca birbirine bağılı sinir hücresinden oluşur. Sinaps, iki nöron arasında elektriksel ve kimyasal iletilerin iletilmesine izin veren bölgedir. Giriş nöronlarından hedef nörona sinyaller gönderilir. Ancak bu sinyaller yalnızca giriş sinyallerinin gücüne bağılı olan bir aktivasyon koşulu karşılandığında iletilir. Yapay sinir ağıları, yüzlerce ila binlerce yapay nöronun birbirine bağlanmasıyla oluşur. Bu nöronlar katmanlar halinde düzenlenir ve her katmandaki nöronlar bir sonraki katmandaki nöronları tetikler. Birinci nöron katmanı, sinir ağına gelen girdileri kabul eder ve giriş katmanı olarak bilinir. Son katman, aktivasyonları sinir ağının çıktısı olan çıktı katmanıdır. Giriş ve çıkış katmanları arasında bir veya daha fazla gizli nöron katmanı bulunur. Bu sinir ağının eğitimi, ağıdaki her bir nöronun ağırlıklarının ve eğilimlerinin seçilmesini içerir. Sinir ağlarının karmaşık modelleri öğrenme kapasitesi, gizli katman sayısı ve her gizli katmandaki nöron sayısı arttıkça artar. Derin öğrenme yöntemini kullanan yapay sinir ağıları problem çözme sürecinde insan beyni gibi nöroplastisite gösterebilirler (Gupta, 2018). Yeni yaklaşımlar ve özellikle yapay zeka merkezli teknolojiler, günümüz öğrencilerinin gelecekteki ihtiyaçlarını daha etkin bir şekilde karşılamada büyük bir rol oynayabilir. Yapay zeka, derin öğrenme yöntemleri gibi, yaratıcı problem çözme becerilerini desteklemek için güçlü bir potansiyele sahiptir (Dawani, 2023).

20. yüzyılda temelleri atılan yapay zeka uygulamaları; mühendislik, sağlık, askeri gibi alanlarda uygulanmaya başlanmış olup 21.yy'da makine öğrenmesine ve günümüzde de derin öğrenme metoduna dönüşmüştür (Ahmed & Ahmed, 2023). İnsan aklı ile ilişkili genellikle öğrenme ve problem çözme gibi bilişsel görevleri yerine getiren 1940'lı yıllarda başlayan yapay zeka uygulamaları tek bir teknoloji olmayıp, içerisinde makine öğrenmesi, veri madenciliği, yapay sinir ağıları, algoritmalar ve derin öğrenme gibi başlıkları içeren geniş bir yelpazedir (Richter, 2019). Alan Turing tarafından yapay zeka uygulamalarında istenilen nihai başarıya insan-bilgisayar ayrımının yapılamadığı durumda ulaşabileceği öngörülmüştür (Kalota, 2024). Bu uygulamalarda karar verme veya tahmin oluşturma süreçleri, gözetimli ve gözetimsiz yöntemlerin kullanılarak sınıflandırma ve kümeleme işlemleri makine öğrenmesi ile gerçekleşmektedir. Derin öğrenme ise makine öğrenmesinden farklı olarak insan faktörünün devre dışı bırakıldığı bir alandır. Bu yöntem, insan beyninin karmaşık problemleri çözüm sürecinde kullandığı; gözlem yapma, analiz etme, öğrenme ve karar verme gibi yeteneklerini taklit eder. Derin öğrenme, büyük veri kümeleri üzerinde çalışarak, katmanlı sinir ağıları aracılığıyla örüntüleri tanımlama ve karmaşık görevleri gerçekleştirme yeteneği kazanır. Bu yetenek, görüntü tanıma, doğal dil işleme, oyun oynama ve daha birçok alanda kullanılabilir. Denetimli veya denetimsiz olarak özellik çıkarma, dönüştürme ve sınıflandırma gibi işlemleri birçok giriş ve çıkış katmanları arasında yer alan ve matematiksel hesaplamaların yapıldığı gizli katmandan yararlanarak gerçekleştirilmektedir (Şekil-1). Makine öğrenimi tek katmanda işlem yapabilirken derin öğrenme aynı anda birçok katmanda işlem yapmaktadır (Holmes, Bialik, & Fadel 2019).



Şekil 1. Derin öğrenmedeki nöral ağların katman yapılarının karşılaştırılması

Derin öğrenme ile yapılan uygulamalara, mühendislik ve sağlık alanlarında rastlanılırken, eğitim alanında sınırlı sayıda araştırma yer almaktadır. Bu araştırmalar arasında öğrencilerin performanslarının ölçülmesi, riskli öğrencilerin belirlenmesi, öğrenme süreçlerindeki duyu vurumsal durumların belirlenmesi, öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, öğrenci davranışlarının belirlenmesi ve robotik eğitimde problem çözme becerilerinin makine öğrenmesi ile değerlendirilmesi yer almaktadır (Jagirdar,2020; Ravikumar, 2019; Scaradozzi,Cesaretti,Screpanti, & Mangina, 2020; Tsiakmaki, Kostopoulos, Kotsiantis, & Ragos, 2020). Türkiye’de mühendislik ve sağlık alanında yerli yapay zeka uygulamaları mevcut iken, eğitim alanında sınırlı sayıda uygulama yer almaktadır (Süzen, 2018). Horizon 2024 raporunda eğitimde öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve bu amaçla yapay zeka teknolojilerinin kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır (Pelletier vd., 2024). Alanyazın incelendiğinde 2016-2022 yılları arasında yükseköğretimde yapay zeka konulu makalelerin incelendiği sistematik derlemede son iki yılda yayınların önceki yıllara oranla belirgin bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir (Crompton & Burke, 2023). Yapay zeka uygulamaları, öğrencilere etkileşimli ve kişiye özel öğrenme deneyimleri sunarak yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmede yardımcı olabilir. Derin öğrenme yöntemleri, geniş veri kümelerini kullanarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini analiz edebilir ve bireysel ihtiyaçlara uygun öğrenme stratejileri oluşturabilir. Bu sayede öğrencilerin güçlü yönleri öne çıkarılırken, zayıf yönlerinin geliştirilmesi teşvik edilir (Holmes vd., 2019).

Öğrencinin öğrenme yollarını bilmesi, öğrenme ile ilgili temel becerilere sahip olmasıyla mümkündür. Öğrenme, akıl yürütme ve problem çözme gibi bilişsel becerileri düzenlemek için kullanılan üst bilişsel öğrenme; iletişim, okuduğunu anlama, dikkat ve problem çözme alanlarında önemli rol oynamaktadır. Problem çözme süreci ise bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin işe koşulduğu karmaşık bir süreçtir (Akkaş & Öztürk, 2018). Bu süreç, bilginin elde edilerek

kullanılması, yaratıcılık ve hayal gücü gibi önemli özelliklerinde dahil edilmesiyle şekillenmektedir. Problem çözme becerisi, üst düzey beceri gerektiren bir süreçtir. Bu beceriyi kazanan bireyler, hayatlarının her aşamasında karşılaştıkları sorunları başarıyla çözebilirler. Problem çözme, bireyin kendi yeteneklerini fark ederek ihtiyaçlarını karşılamasını ve gelişmesini sağlayan bir süreçtir. Bu süreç, sorunları analiz etmek, alternatif çözümler üretmek ve sonuçları değerlendirmek gibi adımları içerir (Kim, Choi, Sung, & Park, 2018). Problem çözme sürecinde, problem çözme performansını geliştirmenin en etkili yolu, temel bilgi ve becerileri kazandırmaktır (Akçay, 2009). Bu sebeple öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek, eğitimin en önemli amaçlarından biridir. Problem çözme becerileri özellikle fen eğitiminin önemli bir parçası olarak kabul edilir. Fen bilimleri dersi öğretim programının özel amaçları arasında yer alan bilimsel düşünme becerisinin kazandırılabilmesi için ünite ve konuların, yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirebilecek nitelikte olmaları önemlidir. Bu özelliğe sahip kazanımların öğretiminde eğitsel dijital oyunlar, ünite ve konuların ilgi çekici hale gelmesine ve öğrencilerin bireysel çalışmalarına katkıda bulundurmaktadır (Eltem & Berber, 2021).

Ülger (2019), özel yetenekli bireyleri; analitik düşünme becerileri gelişmiş, gözlem yetenekleri güçlü, karmaşık problemleri çözebilen, keşfetme arzusuyla hareket eden, azimli ve bilime olan ilgileriyle motive olan bireyler olarak tanımlamaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme becerilerinin akranlarına göre daha yüksek olduğu bilinmektedir (Yılmaz & Gök, 2024). Ancak bu öğrencilerin problem çözme becerilerinin tam olarak değerlendirilemediği veya öğrencinin karşılaştığı probleme karşı verdiği cevabın karmaşık döngüsünün tam olarak aydınlatılamadığı düşünülmektedir. Problem çözme becerisinin iyi kazandırılmaması durumunda ilerleyen yıllarda da sorunlar tekrarlamakta ve öğrencinin problem çözmede başarısız olmasına, alan seçiminde hatalı yönlendirilmesine veya yönlendirilmesine neden olabilmektedir (Uçar, 2017). Bu nedenle öğrencilerin arka planında karmaşık döngülerin yer aldığı problem çözme becerilerinin öğretmenden bağımsız olarak değerlendirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde, verileri elde etmede üst bilişsel becerilerin kullanıldığı ortamlardan biri olarak öğrenmeyi teşvik eden ve eleştirel düşünme, problem çözme gibi bilişsel becerileri geliştiren bilgisayar oyunları karşımıza çıkmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin gerçek dünya ile farklı denemeleri yapabileceği dijital oyun temelli değerlendirmeler son yıllarda öne çıkmaktadır. Dijital oyunlarda öğrenciler, bireysel özelliklerine göre üzerinde herhangi stres faktörü olmadan mekan ve zamandan bağımsız olarak oynayıp log verilerinin kaydedilmesi sonucunda gizil olarak yapay zeka yardımı ile değerlendirilebileceklerdir (Akram vd., 2018). Bunu gerçekleştirmede dijital oyunlar, öğrencilerin eğlenmesini sağlarken aynı zamanda öğrenmelerini çağın gereksinimlerine uygun bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olabilir (Aguilera & de Roock, 2022). Eğitsel dijital oyunlar, oyuncuların yaratıcı ve orijinal çözüm yolları bulma ihtiyacını teşvik edebilir (Li, Chen, & Deng, 2024). Sanal gözlük ve yapay zeka gibi bilgi teknolojileri

kullanılarak gerçek dünya ile eş zamanlı bir ortam oluşturulduğu takdirde özel yetenekli öğrencilerin merak içgüdüleri ile farklı hamleleri denemeleri sağlanabilir (Yiğit-Tekel & Yaman, 2023).

Alanyazında, asit ve bazlar konusu ile ilgili hazırlanan içerisinde sanal laboratuvarın yer aldığı 3 boyutlu “*Alchemist*” isimli bilgisayar oyunu ile öğrencilerin; problem çözme becerileri problemin anlaşılması, karakterize edilmesi, temsil edilmesi, problemin çözümü, çözümün değerlendirilmesi basamaklarını içeren “Berliner” problem çözme modeli baz alınarak hazırlanmıştır (Annaggar, 2019). Alanyazında yer alan bir başka “*Use Your Brainz*” isimli bilgisayar oyununda öğrencilerin problem çözme becerilerini verilenleri ve sınırları analiz etme, çözüm yolunu planlama, araçları ve kaynakları etkili ve verimli bir şekilde kullanma, ilerlemeyi değerlendirme basamaklarını Bayes ağları ile incelemişlerdir (Shute, 2016). Özel yetenekli öğrencilerin içerisinde kimi zaman soyut kavramları barındıran fen bilimleri alanlarında hem teorik hem pratik ders saatlerinde basit ve kompleks problem çözme becerilerindeki olası hataların veya yanlışların öğretmen değerlendirmesi içerisinde yer almama riski bulunmaktadır. Bu bağlamda, insan faktörünün dışarda bırakıldığı derin öğrenme kullanılarak yapılan değerlendirmeler öğretmenlere destek sunabileceği gibi öğrencileri bireysel ve derinlemesine değerlendirmede veri kaçırmının önüne geçebilmesi bakımından önemlidir.

İndigo çocuklar olarak da ifade edilen z kuşağı ve sonrasında gelen alfa kuşağı, dijital bir çağda doğmaları sebebiyle önceki kuşaklara göre internet, sosyal medya, akıllı cihazlar ve ileri teknolojik araçlar ile oldukça ilgilidirler. Bilgisayar kullanma becerilerinin yüksek olduğu bilinen günümüz çocuklarının bilgisayar oyunları ile yapılan çalışmalarda hem akademik başarı hem de problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür (Arlene, 2020).

Özel yetenekli öğrencilerin akranlarına göre yeni bilgileri öğrenme, yaratıcı problem çözme becerileri, merak içgüdüleri ve doğaya karşı olan ilgileri daha fazladır (Çal, 2019). Doğada besin zincirinde yer alan türler ve bu türlerin arasındaki enerji akışı üstün yetenekli öğrencilerin ilgisini çekebilecek düzeyde bilgiler barındırmaktadır. Buradan yola çıkarak “Enerji dönüşümleri ve çevre bilimi” ünitesi altında yer alan; “Besin zinciri ve enerji akışı” ve “Enerji dönüşümleri” konu ve kazanımlarını kapsayan derin öğrenme merkezli eğitsel dijital oyun geliştirilmiştir (MEB, 2018). Bu konu ve kazanımların; yeni bir tür tanıma, türün yaşam ortamını av avcı ilişkisini fark etme, enerji aktarımı gibi gerçek yaşam problemleri oluşturmaya fırsat vermesi bakımından da geliştirilen oyuna hizmet edeceği düşünülmüştür. Ayrıca enerji kavramı daha sonra oyunu fizik ve kimya disiplinlerinin kazanımlarıyla da ilişkilendirmeye ve genişletmeye fırsat vermesi bakımından öne çıkmaktadır. Bu konuyu içeren derin öğrenme yöntemlerini kullanılarak geliştirilmiş eğitsel dijital oyunun özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmede önemli bir role sahip olacağı düşünülmektedir. Yaratıcı problem çözme basamaklarındaki sınıf ortamındaki etkinlikler ve testlerle öğretmen tarafından tespit edilemeyen ve tekrar eden hatalar özel yetenekli öğrencinin gelecekteki akademik başarısının düşmesine neden olabilecektir. Ancak bireye özgü basamaklardaki

hataları mikro düzeyde tespit edebilen ve öğrenciye geri dönüş yapıp hatalarını düzeltmesine fırsat veren derin öğrenme yöntemlerini kullanılarak geliştirilmiş eğitsel dijital oyun özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerinden daha fazla faydalanılmasına fırsat sağlayacaktır.

1. 1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; bilim sanat merkezinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde yaratıcı problem çözme becerilerinin fen bilimleri alanında geliştirilen derin öğrenme merkezli eğitici bilgisayar oyunu yoluyla değerlendirilmesidir.

Bu çalışmanın alt amaçları şu şekildedir.

- Öğrencilerin fen bilimleri alanında yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesine yönelik derin öğrenme merkezli video oyununun tasarlanması,
- Öğrencilerin sorun yaşadıkları yaratıcı problem çözme basamaklarının ders içi etkinliklerle tespit edilmesi ve bu veriler yoluyla oyunun eğitilmesi,
- Öğrencilerin sorun yaşadıkları yaratıcı problem çözme basamakları ve oyun hamlelerinin öğrenci cinsiyeti açısından incelenmesi,
- Öğrencilerin sorun yaşadıkları yaratıcı problem çözme basamakları ve oyun hamlelerinin BYF ve ÖYF grupları açısından incelenmesi,
- Öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerindeki eksikliklerin derin öğrenme yoluyla belirlenmesi hedeflenmektedir.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri, matematik ve bilişim teknolojilerinde yaratıcı problem çözme becerilerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, bu öğrencilerin eğitim programlarında özel bir projeksiyonla ele alınması önemlidir. Ancak, öğretmen değerlendirmeleri bazında, öğrencilerin bireysel problem çözme becerilerinin tam olarak değerlendirilemediği ve öğrencinin karşılaştığı probleme verdiği cevabın karmaşık döngüsünün tam olarak aydınlatılamadığı belirtilmektedir (Özpınar & Aslan, 2023). Geleneksel sınıf içi etkinlikler ve testlerle yapılan değerlendirmelerin aksine öğrencilerin eğitimini duraksatmayan, üzerinde stres faktörü oluşturmeyen ve öğrencilerin yaratıcı problem çözme basamaklarının tümünü değerlendirebilen gizil değerlendirmenin yapılmasının daha etkili olduğu gösterilmiştir. Gizil değerlendirme, öğrencilerin öğrenme ilerlemesini, öğrenciler dijital oyunlar gibi son derece etkileşimli ve sürükleyici ortamlarla etkileşim sürecinde dikkat çekmeden ve stres oluşturmadan değerlendiren kanıta dayalı bir yaklaşımdır. Gizil değerlendirme dijital oyunun oynanması, öğrenme ve değerlendirme arasındaki sınırları bulanıklaştırmayı amaçlamaktadır (Shute & Rahimi, 2021). Öğrencilerin problem çözme süreçlerini ortaya çıkarmak zordur çünkü bu süreçler "gizli" olarak kabul edilir. Güncel

değerlendirme yöntemleri, sınavlar ve öz değerlendirme anketleri gibi yöntemler, öğrencilerin gerçek zamanlı öğrenme süreçlerini ölçemez ve geniş çapta uygulanmaları çok zaman alıcı olur. Oyun tabanlı öğrenme, anlamlı oyun verilerini üreterek, öğrencilerin problem çözme süreçleri hakkında zengin kanıtlar sağlar. Öğrencilerin oyun verilerini Bayesian ağları ile modelleyerek, onların problem çözme performansları izlenebilmektedir. Makine öğrenmesi ve veri madenciliği gibi teknikler kullanılarak, oyun verileri üzerinde yapılan analizler, öğrencilerin problem çözme davranışlarının otomatik olarak tanınmasını ve ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlayabilir (Liu & Israel., 2022). Öğrencilerin problem çözme becerilerinin öğretmen değerlendirmelerini destekleyici olarak derin öğrenme yöntemleriyle ortaya konulmasına ve bunun katkısının belirlenmesine ihtiyaç vardır. Öğretmenlerin; öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmelerinde birbiri ile karmaşık etkileşimin olduğu durumun analizinde atlamaları muhtemel basamakların derin öğrenme ile belirlenmesi ve bunun öğrenci başarısına yaptığı etkinin gösterilmesi çalışmanın pratik anlamda yapacağı katkılardan biridir (Shiha, 2008).

Eğitimde yapay zeka uygulamaları, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilecek önemli bir araç olarak görülmektedir. Özellikle, bilgisayar oyunları gibi eğitsel uygulamalar, öğrencilerin üst bilişsel becerilerini geliştirerek yaratıcı problem çözme becerilerini artırabilir (Alkan & Mertol, 2019). Derin öğrenme mühendislik ve sağlık alanında yaygın olarak uygulanmakta ancak eğitim alanında henüz yeterli doygunluğa ulaşılmamıştır (Lau, Sun, & Yang, 2019). Eğitim alanında özel yetenekli öğrencilerin problem çözme becerilerinin derin öğrenme ile belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır (Hodges, 2019).

Sonuç olarak, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, eğitim sistemlerinin temel hedeflerinden biridir ve fen eğitimi bu bağlamda önemli bir rol oynamaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin de bu süreçte özel bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu öğrencilerin bireysel yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde eksiklikler bulunmaktadır ve bu eksikliklerin giderilmesinde gizil değerlendirme aşamasında yapay zekada yer alan derin öğrenme gibi yöntemlerin kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, eğitsel uygulamaların yapay zeka temelli olarak geliştirilmesi ve öğrencilerin problem çözme becerilerini desteklemek için kullanılması önemlidir. Bu şekilde, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesi ve rekabetçi bir şekilde geleceğe hazırlanması sağlanabilir. Ayrıca mevcut çalışmanın yaratıcı problem çözme becerileri dışında fen eğitiminde öğretmenin merkezde yer aldığı ve yanlılığın ortaya çıktığı öğrenci performansının değerlendirilmesinde ve öğrenci alan belirleme gibi yeni araştırma konularına yol gösterici bir çalışma olması beklenmektedir.

Özel yetenekli öğrencilerle çoğunlukla grup etkinliği yapılmakta olup problem çözme becerilerindeki eksiklik göz ardı edilebilmektedir (Smith, 2021). Yaratıcı problem çözme becerisi yüksek olan özel yetenekli öğrencilerin problem çözme becerilerindeki olası eksikliğin belirlenmesi ve giderilmesi ile başarı düzeylerinin artması beklenilmektedir. Derin öğrenme merkezli eğitsel

dijital oyunun geliştirilmesi ile öğrencilerin bireysel olarak yaratıcı problem çözme becerilerindeki eksiklikler belirlenebilecektir. Ayrıca mevcut çalışmada geliştirilen materyaller ile bu konuda çalışma yapacak kişilere rehberlik etmenin yanında öğretmenler için de kaynak olarak kullanılabilecektir. Bu çalışma eğitimdeki yenilikçi yaklaşımları ve teknoloji tabanlı çözümleri değerlendirerek, özel yetenekli öğrencilerin fen eğitimindeki başarılarını artırmak için stratejiler geliştirmeye ve uygulamaya odaklanmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde hem eğitim sisteminde gizil değerlendirmeye hem de bireysel farklılıkları olan öğrencilere önemli faydalar sağlayabilir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma kapsamında geliştirilen eğitsel dijital oyun 8.sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan enerji dönüşümleri ve çevre bilimleri ünitesinin ilk iki konusu olan; besin zinciri ve enerji akışı, enerji dönüşümleri ile sınırlıdır.
- Eğitsel dijital oyun akıllı telefon ile oynanmayı desteklemeyip tablet veya bilgisayar üzerinden oynanabilmeyle sınırlıdır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

- Öğrencilerin sorulara dikkatli bir şekilde ve içtenlikle cevap verdikleri varsayılmıştır.
- Uzman görüşü alınarak geliştirilmiş derin öğrenme merkezli eğitsel dijital oyunun yaratıcı problem çözme basamaklarındaki sorunları ortaya çıkarabilecek nitelikte olduğu varsayılmıştır.

1. 5. Tanımlar

Yaratıcı Problem Çözme Becerileri: Problem çözme sürecinde yeni ve orijinal fikirler üretme yeteneği ile çeşitli yaklaşımları deneme esnekliğini içerir. Bu süreçte, problemi etkileyen faktörleri anlama, sorunu geniş bir bağlamda ele alma ve mevcut çözüm yollarını sorgulama gibi eleştirel düşünme becerileri ön plana çıkar. Çözüm sürecinde iraksak ve yakınsak düşünme yetenekleri öne çıkmaktadır. Iraksak düşünme, farklı ve beklenmedik bağlantılar kurarak yeni bakış açıları elde etmeyi sağlarken, yakınsak düşünme, mevcut bilgileri ve kısıtlamaları dikkate alarak hedefe odaklanmayı sağlar (Bal İncebacak & Ersoy, 2018).

Özel Yetenekli Birey: Akranlarına kıyasla bariz bir şekilde daha hızlı öğrenme yeteneğine sahiptirler ve yaratıcılık, sanat ve liderlik gibi alanlarda üstün yetenekler sergilerler. Ayrıca, özel akademik yeteneklerinin yanı sıra soyut kavramları anlama ve analiz etme becerileri de gelişmiştir. İlgi duydukları konularda genellikle bağımsız bir şekilde hareket etme eğilimindedirler (Kirişçi & Demirel Dengeç, 2024).

Derin Öğrenme Tabanlı Eğitici Bilgisayar Oyunu: Derin öğrenme tabanlı eğitici bilgisayar oyunu, geleneksel eğitim yöntemlerinden farklı olarak derin öğrenme algoritmalarını kullanarak öğrenme sürecini destekleyen interaktif oyun sürecidir. Bu tür oyunlar, öğrencilerin dikkatini çekmek, motivasyonlarını artırmak ve öğrenme sonuçlarını iyileştirmek için tasarlanmıştır (Clark, Tanner-Smith, & Killingsworth,2020; Zhao, Gao & Ku ,2023).



2. LİTERATÜR TARAMASI

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

2. 1. 1. Özel Yeteneklilik

Renzulli'ye (1978) göre üst düzeyde zihinsel veya özel yetenekler, üst düzeyde motivasyon ve yaratıcılığın bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ayrıca özel yetenekli bireylerin bu özelliklerin birleşimini geliştirme yeteneğine sahip olduklarını ve bunları bir ya da birkaç alanda uygulayabilen kişiler olduğunu belirtmektedir. Renzulli'nin üçlü halka modeline göre özel yetenekli bireyler; yaratıcılık, genel yetenek ve görev sorumluluğu alanlarını farklı kombinasyonlar altında kullanabilme becerisine sahip olmanın yanında üçünün kesim noktasını performansa yansıtabilme özellikleriyle akranlarından ayrılmaktadırlar.

Winner (1996) özel yeteneklilik kavramını üç sıra dışı özellik olarak tanımlar. Bunlar:

1. Erken Gelişmişlik: Özel yetenekli çocuklar bazı alanlarda akranlarından çok daha erken yaşta ustalaşırlar. Bu alanlar arasında dil, müzik, görsel sanat, satranç, matematik, jimnastik, tenis gibi alanlar yer almaktadır.

2. Hızlılık: Özel yetenekli çocuklar yaşitlarından çok daha hızlı öğrenebilmektedir.

3. Derinleşmeye İlgi: Özel yetenekli çocuklar ilgilerini çeken alanlara normalden farklı olarak çok fazla ilgi göstermektedir.

Özel yeteneklilik, standart kabul edilen normlardan hem niteliksel hem de niceliksel olarak ayrıışan, içsel deneyimler sunan ve yüksek düzeyde bilişsel yetenekler içeren bir gelişim süreci olarak tanımlanabilir (Kavruk & Seyitoğlu, 2022). Özel yetenekli çocuklar; akranlarına kıyasla bir veya daha fazla yetenek-zeka alanında oldukça üstün performans gösteren ve diğer alanlarda da ortalamanın üzerinde özelliklere sahip bireylerdir (Ökcü & Emir, 2024). Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme becerileri, bilişsel kapasiteleri, yaratıcılıkları ve motivasyonları nedeniyle diğer öğrencilere kıyasla daha gelişmiştir. Özel yetenekli öğrenciler, genellikle daha yüksek düzeyde bilişsel kapasiteye sahip olmaları nedeniyle, karmaşık problemleri daha etkili ve verimli bir şekilde çözebilme yeteneğine sahiptirler. Bu öğrenciler, analitik düşünme yetenekleri ve yaratıcı çözüm önerileri geliştirme konusundaki üstünlükleriyle, karşılaştıkları problemleri daha geniş bir perspektiften değerlendirebilirler (El Khoury & Al-Hroub, 2018). Ayrıca, yüksek motivasyon seviyeleri, problem çözme süreçlerinde daha azimli ve kararlı olmalarını sağlayan ve bu becerilerini daha da geliştiren bir faktör olmaktadır (Yazgan Sağ, 2016). Dolayısıyla, özel yetenekli öğrencilerin problem çözme becerileri, bilişsel esneklikleri, yaratıcı düşünme kapasiteleri ve yüksek motivasyonları ile ortalama öğrencilere kıyasla belirgin bir üstünlük göstermektedir (Canpolat, 2023).

Özel yetenekli çocukların gözlemlenebilecek özellikleri tezle ilişkili olanlara yer verilecek şekilde Tablo 1’de özetlenmiştir (Gür, 2017).

Tablo 1. Özel Yetenekli Bireylerin Tez Çalışmasıyla İlişkilendirilen Özellikleri

Gelişim Alanı	Özellikler
Fiziksel ve Motor Gelişim	-Duyu organları daha keskindir. -Motor becerilerde yaştlarından öndedirler (klavye ve fare kullanımı).
Bilişsel Gelişim	-Yüksek merak ve derinlemesine sorular sorma eğilimindedirler. -Yüksek konsantrasyon ve problem çözme becerileri vardır. -Yaratıcı ve orijinal fikirler üretirler. -Detaylı gözlem yapabilir ve hataları fark ederler.
Dil Gelişimi	-Kısa cümleler kurma ve yönergeleri anlama yeteneği gelişmiştir.
Sosyal-Duygusal Gelişim	-Farklı düşünme ve hissetme eğilimindedirler. -Bağımsız çalışma eğiliminde olup yüksek içsel denetim gösterirler. -Arkadaş ilişkilerinde farklılık ve sosyal izolasyon riski taşırlar.

Özel yetenekli çocuklar, zihinsel kapasite, yaratıcılık, liderlik yetileri veya belirli akademik disiplinlerde üstün performans gösteren bireyler olmaktadır. Bu çocukların potansiyellerini maksimize edebilmeleri için özel eğitim programlarına ihtiyaçları vardır (Davaslıgil, 2004). Yaratıcılık alanında özel yetenekli çocuklar; meraklılık, kendine has çözüm üretme, deneyime açık olma, gelişmiş hayal gücü, orijinal fikir üretme, ayrıntılarla aşırı ilgili olma, problem çözerken farklı yollar düşünme gibi özellikleri taşırlar (Gür, 2017). Bu öğrencilerin problem çözme becerileri ve yaratıcılıklarının bilinmesi ile nerede sorun yaşıyorlar bunun tespit edilmesi öğrencilerin doğru yönlendirilmelerine katkı sağlayacaktır. Özel yetenekli öğrencilerin özelliklerine göre geliştirilen yapay zeka ve derin öğrenme merkezli oyunlar, onların motor, bilişsel, sosyal ve dil gelişimi özelliklerine dikkat edilerek tasarlanması gerekmektedir.

2. 1. 1. 1. Ülkemizde Özel Yetenekli Eğitimi

Eğitim-öğretimde öğrencilerin %98’i normal yetenekli olarak tanımlanırken %2’si özel yetenekli sınıfına girmektedir (Enç, 2005). Dünya’da özel yetenekli öğrencilerin eğitimine planlı, kapsamlı ve sistematik bir yaklaşımın ilk olarak uygulandığı eğitim kurumu Enderun Mektebi’dir (Kılıç, 2016). Türkiye’de ise tarihsel süreçte Fen Liseleri ve Güzel Sanatlar Liseleri gibi kurumlar, öğrencilerin yeteneklerine göre eğitim imkanı sunmak amacıyla 1960’lardan itibaren faaliyete geçmiştir (Çitil, 2018). Özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarının daha iyi karşılanabilmesi, mevcut potansiyellerinin fark edilip desteklenebilmesi için eğitim felsefeleri ve programları detaylı kurgulanmış kurumlara ihtiyaç oluşmuştur.

Özel yetenekli çocukların potansiyelini değerlendirmek üzere özel müfredatlar hazırlayan destekleyici bir eğitim kurum olan Bilim ve Sanat Merkezleri, Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı olarak hizmet vermektedir. BİLSEM’ler MEB Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü

bünyesinde özel yetenekli çocukların bilim ve sanat alanında eğitim alması maksadıyla kurulmuştur. Özel yetenekli çocukların eğitimleri, kendi okullarının dışında ayrıca BİLSEM’lerde gerçekleştirilmektedir. BİLSEM’ler özel olarak tasarlanmış programlarla ilgi duydukları ve yetenekli oldukları alanlarda destek eğitimi vermektedir. BİLSEM’de başlayan özel yetenekli çocuklar sırasıyla; uyum, Destek Eğitim Programı (DEP), Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme Programı (BYFP), Özel Yetenekleri Geliştirme Programı (ÖYGP), Proje Üretimi ve Yönetimi Programında (PÜYP) eğitim alırlar. BYFP itibarıyla alanları tanımış ÖYGP ise ilgi duyduğu alana yönlendirilmektedirler (MEB, 2023). Bu tez çalışmasında ortaokul öğrencilerinden oluşan (BYF ve ÖYG) ve fen bilimleri alan tanıtımından geçmiş yani bu alana ilgili olduğu tespit edilmiş öğrenci gruplarıyla çalışılmıştır.

2. 1. 2. Yaratıcı Problem Çözme

Yaratıcılık, toplumun ve insanlığın gelişiminde önemli bir rol oynayan, her bireyde var olan ve yaşam boyunca ortaya çıkabilen bir yetenektir. Bu süreçler bütünü, gündelik yaşamdan bilimsel çalışmalara kadar geniş bir yelpazeyi kapsayan bir tutum ve davranış biçimi olarak kabul edilir (Salı, 2015). Yaratıcılık, bireylerin dünyayı algılama ve onunla etkileşim kurma biçimini belirler. Genellikle farklı bakış açılarıyla yeni ve değerli bir şey ortaya koyma şeklinde tanımlanan yaratıcılık, hayal gücü ve düşünme süreçlerine dayanır. Bir konu hakkında ne kadar çok alternatif fikir üretilirse, yaratıcılık da o ölçüde artar (Çakır & Doğan, 2024).

Yaratıcılık, sonunda özgün bir ürün ortaya koyma süreci olarak da ifade edilebilir. Yaratıcı düşünme sürecindeki adımlar, üzerinde çalışılan sorunun yapısına göre değişiklik gösterebilir. Genellikle bu adımlar, sorunu fark etme ve sınırlandırma, çözüme dair hipotezler kurma ve test etme, sonucu bulma, kabul etme, reddetme veya düzeltme şeklinde sıralanır (Sönmez, 1993).

John Dewey’e göre problem “insanın zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey olarak tanımlanmaktadır.” (Baykul, 1987). Alanyazında, problemler çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Bunlar arasında iyi tanımlanmış veya kötü tanımlanmış, basit veya karmaşık, kısa süreli veya uzun süreli, sıradan veya olağandışı, yaratıcı, bilinen veya bilinmeyen, sunulan veya keşfedilen, iyi yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış problemler yer almaktadır. (Andreja, 2007). Isaksen ve Treffinger (1985), Yaratıcı Problem Çözme bağlamında, problemler sadece çözümü bilinmeyen bir sorun, engel veya bir eksiklik olarak olumsuz bir şekilde yorumlanmamaktadır. Aksine, bu problemler başarılı değişim ve yapıcı eylem için fırsatlar ve zorluklar olarak değerlendirilmektedir.

Özel yetenekli çocuklar, problem çözme aşamasında yaratıcı ve eleştirel düşünmeyi içeren yaratıcı problem çözme becerisini akranlarından daha etkin kullanabilirler. Yaratıcı problem çözme, özel yetenekli çocukların eğitim programlarında kullanılan bir düşünme becerisi modelidir. Bu süreç, problem çözme sürecinden farklı olarak daha ayrıntılı bir planlama, tekrar tekrar başa dönüp

değerlendirme yapma ve farklı çözüm yollarını arama çabasını içermektedir (Yıldırım, 2020). Yaratıcı problem çözme süreci, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve analitik düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi kapsamaktadır. Geliştirilen bu becerilerin ilgili süreçler ve disiplinlerde kullanılması amaçlanmaktadır (Özkök, 2005). Yaratıcılık, problem ve yaratıcı problem çözme kavramlarının farklı bilim insanlarına göre karşılaştırmalı açıklaması Tablo 2’de verilmiştir. Bu kavramların birbiriyle benzeştiği ve ayrıştığı noktalar bulunmaktadır (Aslan, 2002).

Tablo 2. Yaratıcılık-Problem ve Yaratıcı Problem Çözme Kavramlarının Karşılaştırılması

Yaratıcılık	Problem	Yaratıcı Problem Çözme
• Alışlagelmemiş fikir • Hayalgücü • Özgürlük • Heyecan Vericilik • Şaşırtıcılık • Olağan olandan açık farklılık • Karmaşık ve tam açıklanamayan • Merak • Risk alma • Süreçteki farklılık • Çevre/bağlam özelliklerinden farklılık • İhtiyaç doğurma • Sorun çözmekten hoşlanma • Farklı ve çok sayıda çözüm oluşturma	• Güçlük • Karşı karşıya kalınan tehlike • Mantık, analiz • Yapı boşluğu • İhtiyacı giderme • Göreve zorunlu soyunma • Sorun • Rahatsızlık verici durum/olay	• Sorun çözmeye aday olma • Problem hakkında bilgi toplama • Toplanan bilgilerin sınıflandırılması • Alışlagelmedik bilgi kaynaklarını kullanma • Problem tanımını yeniden yapma ve daraltma • Çok sayıda fikir üretme • Birbirinden farklı fikirler üretme • Çağrışımları kullanma • Mecazları kullanma • Çok sayıda ve farklı çözümden en iyi çözümü seçme • Çözümün uygulanması • Çözümün eksik ve yanlışlarını giderme • İraksak ve yakınsak düşünmeyi bilinçli kullanma

Alex Osborn, 1953 yılında yedi aşamadan oluşan yaratıcılık modeli geliştirmiş, yıllar içinde bu modelden ilham alarak; Parnes, Isaksen ve Treffinger kendi yaratıcı düşünme modellerini geliştirmişlerdir (Bal İncebacak & Ersoy,2018). Osborn (1953), yaratıcılıkta analiz ve hayal gücüne eşit ağırlıkta kabul ettiği modeli yedi basamaktan oluşmaktadır. Bunlar;

I. Oryantasyon: Problemin farkına varılması ve problemin tanımlanması,

II. Hazırlık: Uygun verilerin toplanması,

III. Analiz: Eldeki materyaller ve verilerin daha küçük parçalara ayrılarak incelenmesi,

IV. Düşünce: Oluşturma: Farklı fikirlerce ifade edilen alternatiflerin bir araya getirilmesi,

V. Kuluçka: Problemden belirli bir süreliğine uzaklaşmak, zihnin bir sonuca ulaşması için zaman verilmesi,

VI. Sentez: Farklı düşüncelerin ve yeni ürünlerin bir araya getirilmesi ve

VII. Değerlendirme: Ortaya çıkan fikirlerin ve ürünlerin hazırlıkta belirlenen ölçütlere uygunluğunun tespit edilmesidir.

Model, zaman içerisinde çeşitli deneysel araştırmalar sonucunda evrimleşmiş ve daha etkin bir hale gelmiştir. Bir problemi yaratıcı bir şekilde çözme süreci üç temel aşamadan oluşmaktadır. Bu üç kategori ise kendi içerisinde, altı alt basamağa ayrılır. Ancak, her durumda bu altı basamağın katı bir şekilde uygulamak yanıltıcı olabilir. Başarılı bir problem çözücü, grupla veya bireysel çalışması fark etmeksizin önemli olduğunu düşündüğü faktörleri göz önünde bulundurarak sürece başlar. Çözüm için gerekli olan faktörleri titizlikle seçer ve kendine göre en üretken ve başarılı olacağını düşündüğü yolu takip eder (Lumsdaine & Lumsdaine, 1995; Treffinger, 1994).

YPC, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin entegrasyonunu kapsar. Bireylerin ve grupların karşılaştıkları problemleri, fırsatları ve zorlukları ifade etmelerine; çeşitli ve yeni seçenekler üretmelerine, analiz etmelerine ve yeni çözümler veya eylem yollarını etkili bir şekilde uygulamalarını planlamalarına yardımcı olan bir çerçeve sağlar (Puccio & Cabra, 2008).

Yaratıcı problem çözme modelinin temel aşamaları; problemi anlama, fikir üretme ve faaliyet için plan yapmadır. Bu temel bileşenleri oluşturan alt bileşenler aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Aslan, 2002):

1. Problemi Anlama Aşaması:

Sorun Bulma: Yaratıcı problem çözme süreci, büyük bir hedefin belirlenmesi ve başlangıç noktasının tanımlanması ile başlar. Bu süreç, üzerinde çalışılacak problemin veya krizin ortaya çıkışını tanımlar. Bu aşamada, analitik ve yakınsak düşünce tarzı, yani “dedektif” zihniyeti kullanılır. Bu süreç, çevredeki pek çok potansiyel problem arasından belirli bir noktaya odaklanmayı içerir. Bu, problem çözme sürecinin ilk ve en kritik adımıdır ve etkin bir problem çözme süreci için sağlam bir temel oluşturur. Bu aşama, problem çözme sürecinin diğer aşamalarına geçiş için gereklidir ve problem çözme sürecinin başarısında kritik bir rol oynar. Bu tez için hazırlanan derin öğrenme tabanlı eğitsel dijital oyunda oyuncu ile paylaşılan görevlerin anlaşılması ve problemin fark edilmesi bu basamakla ilişkilendirilmiştir.

Veri Bulma: Bu basamak, görevlerin çeşitli yönlerini tanımlamayı ve hangi bakış açısının temel alınacağını belirlemeyi içerir. Bu aşama, problemin içinde veya etki alanında olan unsurların-kişi, bütçe, ekipman, zaman gibi- listelenmesini gerektirir. “Dedektif zihniyeti” ile yaklaşıldığında, bu aşamada kullanılacak pek çok sistematik yöntem bulunmaktadır. Örneğin, soru listesi oluşturmak, problemin çeşitli yönlerini daha iyi anlamak ve çözüm yollarını belirlemek için etkili bir yöntem olabilir. Oyuncunun hazırlanan oyunda problem durumuyla ilişkili verilerin yerleri fark etmesi, bu alanları inceleyerek vakit geçirmesi veri bulma basamağıyla ilişkilendirilmiştir.

Problemi Tanımlama: Olası problem cümlelerini üretmeyi ve kullanılacak problem cümlesini seçmeyi veya yapılandırmayı içerir. Bu basamak, sürecin önemli ve stratejik noktalarından biridir. Problemin nasıl tanımlandığı, hangi yönde ve ne kadar etkili bir çözüm üretileceği ile yakından

ilişkilidir. Bu aşamada, analitik düşünce yapısının yanı sıra sezgi ve alışılmadık bakış açıları da önemlidir. Başlangıçta problem olarak ortaya konulan durumdan daha derin ve farklı bir tanımlamaya doğru ilerlenir. Bu, problemi daha geniş bir perspektiften değerlendirmeyi ve daha etkili çözümler üretmeyi sağlar. Bu basamak, oyun içinde oyuncudan istenileni anlayıp aksiyona geçmesi ve hedefe yönelik hareket etmeye başlamasıyla ilişkilendirilmiştir.

2. Fikir Üretme Aşaması:

Fikir Bulma: Problem cümlesine yanıt olabilecek çeşitli ve alışılmadık fikirlerin üretilmesini içerir. Bu aşama, genellikle beyin fırtınası ve grup dinamikleri kullanılarak gerçekleştirilir. Çok sayıda fikir üretilen bu aşamada fikirler arasından en umut verici olanı seçilir. Süreç, genellikle bir grup içinde gerçekleştirilir ve grup üyelerinin farklı bakış açıları ve fikirleri, daha geniş bir perspektif ve daha çeşitli çözüm önerileri sunar. Oyunda problem çözümü için birden fazla denenen çözüm bu basamak ile eşleşmektedir. Oyuncu tür panelinden seçimler yapabilir, vazgeçebilir veya seçimlerinin yerleriyle oynayabilir.

3. Faaliyet İçin Plan Yapma Aşaması:

Çözüm Bulma: Bu basamak, beyin fırtınası sürecinin ardından ortaya çıkan fikirlerin iyi bir şekilde gruplandırılmasını ve bu fikirler üzerinde düşünülerek zenginleştirilmesini gerektirir. Fikirler arasında en umut verici olasılığın dikkatlice incelenmesi ve bunun potansiyel bir çözüm şekline dönüştürülmesini içerir. Oyuncunun olası çözümler arasından birine karar verip uygulamasına karşılık gelen basamaktır.

Kabul Bulma: Potansiyel çözümün açıklanması, destekleyici kaynakların bulunması ve başarılı bir uygulama için gerekli değişikliklerin yapılmasını içerir. Bu basamakta, daha özel planlama yapılarak faaliyetler gözlenir. Gereklik halinde bu faaliyetler yeniden düzenlenebilir. Ortaya atılan fikri eleştirirken öne sürülen tüm olumsuz düşüncelerin ışığında çözümü geliştirilebilir. Alternatif olarak, bu olumsuz düşüncelerin savunulması, çözüme daha fazla açıklık ve güç kazandırabilir. Oyuncunun bulduğu çözümde farklı ve daha ideal bir çözüm arayışı bu basamakla ilişkilendirilebilir.

Treffinger (2005) günümüze kadar yaratıcı problem çözmenin sürecinin gelişerek yeni modellerde daha doğal, daha esnek ve daha dinamik özellikleri kazandığı vurgulanmaktadır. İlk modeller daha sıralı, sabit ve katı adımlar içermekteyken yeni modellerde bağlam ve çevre etkisi de ön plandadır. Bununla beraber iraksak ve yakınsak düşünme dengelenmiş ve gerçek bulma yerini veri bulmaya bırakmıştır (Puccio & Cabra, 2008). Yapay zeka temelli derin öğrenme ile geliştirilmiş eğitsel dijital oyun basamakları, Treffinger (2005) YPÇ modeline uyum sağladığı ve bu modelin esnek ve dinamik yapısı araştırma sürecini desteklediği için tercih edilmiştir.

2. 1. 3. Yapay Zeka

Yapay zeka, bilgisayar sistemlerinin insan benzeri düşünme yeteneklerini taklit etmeye çalıştığı bir bilim ve teknoloji alanıdır. Yapay zeka ile problem çözümü, oyunların modellenmesi, bilgilerin modellenmesi, otomatik teorem ispatı, uzman sistemler, doğal dilin işlenmesi, ses işleme, örüntü tanıma, bilgisayar yaratıcılığı ve robotik konularını ele almaktadır (Ünal & Kılınç, 2020). Yapay zekanın dar, genel ve süper olmak üzere üç evresi vardır. Dar yapay zeka belirli bir konuda insan taklidi yapabilen veya insana yakın performans gösteren yapay sistemlerdir. Gerçek anlamda bir biyolojik nöronun, anlama veya düşünme sürecinin modellenmesi söz konusu olmamakta, makinelerin hesaplama kapasitelerine göre belli bir problemin en ideal çözümü elde edilmektedir (Eryılmaz, 2023). Genel yapay zeka sistemleri insan zekasına daha yakın sistemler olup, sebep-sonuç ilişkisi kurabilen genel problem çözümleyiciler olarak ifade edilmektedir. Süper yapay zeka ise gerçek anlamda bir insan beynini, onun düşünme yetilerini simüle ederek, yeni teoremler ispat edip yaratıcılığını tam anlamıyla ortaya koyarak insanın ön görmediği çözümleri bile üreten sistemlerdir (Orhon, 2021). Yapay zekanın gelişimindeki ilerlemeler genellikle sinir ağlarının gelişimi ile ilişkilendirilmektedir. Günümüzde sinir ağları en iyi makine öğrenme algoritmalarından biri olarak kabul edilmektedir (Akın & Şahin, 2024). Derin öğrenmenin yapay sinir ağından en belirgin farkı, önemli özelliklerin belirlenmeden işlem sırasında ağın kendisinin tespit etmesidir (Eryılmaz, 2023).

Yapay zeka eğitimde akademik başarının otomatik değerlendirilmesi, geçmişte edinilmiş bilgilerin pekiştirilmesi, öğrencileri tarafından öğretmenin değerlendirilmesi, sınıfta sanal asistanların bulunması, kişiselleştirilmiş eğitim, öğrenci davranışlarını izleme gibi faaliyet alanlarında kullanılmaktadır (İnce, İmamoğlu & İmamoğlu, 2021). Yapay zeka öğrencilerin davranışlarını analiz edebilir. Akıllı, uyarlanabilir veya kişiselleştirilmiş zeki öğrenme sistemleri sunabilir (Tekin, 2023).

Yapay zeka tarihinde dört belirgin dönem tanımlanabilir. İlk dönem, 1642-1970 arası olup, “Gelişim ve Veri Evresi” şeklinde isimlendirilmektedir. Bu dönemde zeki makineler, robotlar ve yazılımların gelişimi gözlemlenmiştir. Blaise Pascal'ın mekanik hesap makinesi, Charles Babbage ve Ada Lovelace'ın ilk programlanabilir makine tasarımları (Dönmez, 2001) bu döneme işaret eder. Alan Turing'in Turing testi ve John McCarthy'nin "yapay zeka" terimini kullanması da bu döneme denk gelir (Arslan, 2017).

İkinci dönem, “Uzmanlaşma ve Mantık Evresi” olarak isimlendirilir ve 1971-2000 arasında uzman sistemler ve yapay sinir ağları ile çalışan uygulamaların geliştirildiği dönemdir. Bu dönemde Edward Feigenbaum'un uzman sistemlerin karar yapılarını geliştirmesi ve IBM'in Deep Blue yazılımı ile satranç dünya şampiyonu Gary Kasparov'u yenmesi önemlidir (Eryılmaz, 2023).

Üçüncü dönem, 2001-2019 arasında “Bilgiyi Öğrenme ve Anlamlandırma Evresi” olarak adlandırılan, büyük veri işleme ve derin öğrenme yöntemlerinin geliştiği ve yapay zeka uygulamalarının günlük hayata entegre edildiği bir dönemdir. Google'ın sürücüsüz arabaları, Watson

isimli bir süper bilgisayarın insan rakiplerini yendiği soru yarışması ve dil tabanlı akıllı yardımcı asistanların geliştirilmesi bu döneme aittir (Delipetrev, Tsinaraki, & Kostić, 2020).

Son olarak, dördüncü dönem olan “Otomasyon ve Özelleştirme Evresi” 2019-2024 arasındadır ve bu dönemde yapay zeka teknolojileri daha da gelişmiş ve özelleştirilmiştir. Sağlık, eğitim, finans gibi çeşitli sektörlerde yapay zeka kullanımı artarken, aynı zamanda yapay zeka etiği ve düzenlemeleri üzerine yoğun tartışmalar yaşanmıştır (Kaya, Oğuz, & Şenol, 2018).

Yapay zeka insan müdahalesiyle bazı niteliklerin işlendiği ve sonraki aşamalarda öğrenilen bilgilerin geliştirilerek kişilerin kullanımına sunulduğu bir teknoloji biçimidir. Eğitim süreçlerinde yapay zeka, eğitim ve öğretim, adaptasyon, sentez, öz düzenleme ve kullanım gibi insan tarafından gerçekleştirilen süreçlere katılabilen bilgi işleme sistemleri olarak tanımlanır. Yapay zeka, insanların yaşam biçimini, çalışma alışkanlıklarını, oyun oynama şekillerini ve seyahat alışkanlıklarını değiştirebilir. Ayrıca eğitim sürecinde farklılaşmalara sebep olup anlamlı katkılar sunabilir. Yapay zeka, güncel veriler ve bilgilerle beslenir ve bu sayede sürekli olarak kendisini geliştirir. Öğrendiklerini başkalarına öğreterek tecrübe kazanır ve aktif bir eğitici haline gelir. 21. yüzyılda yapay zeka, eğitim ortamlarında kullanılan diğer teknolojilerden farklı olarak, tüm bireylerin uygun bir şekilde öğrenme işlevini gerçekleştirebileceği zeki bir öğretici modeli olarak tanımlanabilir (Esdeira, 2017).

Yapay zeka teknolojilerinin en ileri düzeydeki yöntemlerinden biri olan derin öğrenme, insan beyninin sinir ağını simüle etmesi ve çok katmanlı sinir ağları aracılığıyla verilerdeki karmaşık kalıpları ve kuralları keşfedebilmesi sayesinde eğitim alanında yenilikçi çözümler sunmaktadır. Derin öğrenme algoritmaları, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarını analiz ederek, onlara özelleştirilmiş geri bildirimler ve öğrenme yolları sunma potansiyeline sahiptir (Gillani, Eynon, Chiabaut, & Finkel, 2022; Rodrigues & Pereira, 2018; Yu & Guo, 2023). Bu bağlamda, derin öğrenme tabanlı eğitsel dijital oyunlar, öğrencilerin hem gizil bir şekilde değerlendirilmelerine hem de etkili bir şekilde öğrenmelerine olanak sağlamaktadır. Eğitsel dijital oyunlar, öğrenme sürecini oyunlaştırarak öğrencilerin motivasyonunu ve katılımını artırabilir, böylece pedagojik hedeflere ulaşmada önemli bir araç olarak değerlendirilebilir. Derin öğrenme yöntemleri, öğrencilerin performanslarını sürekli olarak izleyerek ve analiz ederek, kişiselleştirilmiş eğitim deneyimleri sunar, bu da öğrencilerin öğrenme süreçlerinin daha verimli ve etkili olmasını sağlar. Bu tür oyunlar, öğrencilerin bilişsel becerilerini geliştirmelerine, problem çözme yeteneklerini artırmalarına ve öğrenme motivasyonlarını güçlendirmelerine yardımcı olabilir (Min vd., 2020).

2. 1. 3. 1. YaşataBİLSEM Oyun Log dosyaları

Günümüzde farklı derin öğrenme modelleri mevcut olup bu modellerin her biri, belirli problemleri çözmek için benzersiz avantajlar sunarken, aynı zamanda kendi sınırlamalarına da sahiptir.

Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN'ler), yerel bağlantılar ve filtreler kullanmaları sayesinde görsel veri analizi için özellikle güçlüdürler ve yüksek doğruluk sağlarlar (Kipf & Welling, 2016). Ancak, çok sayıda parametre içerirler, bu da yüksek hesaplama maliyetine yol açar. Görüntü sınıflandırma, yüz tanıma ve tıbbi görüntü analizi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılırlar (Yao, Mao, & Luo, 2019).

Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN'ler) geçmiş bilgilerden öğrendiklerinden dolayı, zaman serileri ve ardışık veriler için uygundur (Bieber, Sutton, Larochelle, & Tarlow, 2020). Dezavantajları, uzun dizilerde unutma eğilimleri olan kaybolan gradyan problemidir. RNN'ler dil modelleme, metin oluşturma ve konuşma tanıma gibi alanlarda kullanılır (Lu vd., 2021).

Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağları, RNN'nin özel bir türüdür ve uzun diziler boyunca bilgiyi hatırlayabilir ve kaybolan gradyan problemini azaltabilirler (Li, Tarlow, Brockschmidt, & Zemel, 2016). Karmaşık yapıları ve yüksek hesaplama maliyetleri vardır ancak dil modelleme, metin oluşturma, konuşma tanıma, makine çevirisi, video içindeki aktivite tespiti, robot kontrolü, video oyunları ve sağlık hizmetleri gibi çeşitli uygulamalarda kullanılırlar (Patel, Zeinali, & Passi, 2021).

Gated Recurrent Unit (GRU), LSTM'ye benzerdir ancak daha az parametre içerir ve daha hızlıdır. Ancak, LSTM kadar esnek olmayabilir ve hala yüksek hesaplama maliyetine sahiptir (Kılınç & Polat, 2022). GRU'lar dil modelleme, metin oluşturma, konuşma tanıma ve makine çevirisi gibi alanlarda kullanılır (Arslan, Barışçı, Arıcı, & Koçer, 2021).

Transformer modelleri, paralel işlem yetenekleri sayesinde uzun diziler üzerinde etkilidir ve dil modellerinde çok başarılıdır. Ancak büyük veri setleri ve çok fazla hesaplama gücü gerektirirler. Dil modelleme, metin oluşturma, makine çevirisi ve video içindeki aktivite tespiti gibi alanlarda kullanılırlar (Bayrakçı & Albayrak, 2019).

Otoenkoderler (Autoencoder), boyut indirgeme ve veri sıkıştırma için etkilidirler ve gürültü gidermede kullanılabilirler. Ancak özellikle çıkış verisinin anlamlı olması zorunlu olan görevlerde kullanımı sınırlıdır. Veri sıkıştırma, gürültü giderme ve veri görselleştirme gibi alanlarda kullanılırlar (Bajaj, Singh, & Ansari, 2020).

Generative Adversarial Network (GAN) modelleri, yüksek kaliteli ve gerçekçi veri üretimi için idealdir ve yaratıcı uygulamalar için mükemmeldirler. Ancak eğitim süreci kararsız olabilir ve mod çökmeleri yaşanabilir. Resim, müzik, ses ve video üretimi, süper çözünürlük ve sanat eserleri oluşturma gibi alanlarda kullanılırlar (Tian, Zhang, Lin, Zuo, & Zhang, 2022).

Boltzmann Makinesi (RBM), karmaşık veri dağılımlarını öğrenebilir ve denetimsiz özellik öğrenimi için kullanılabilir. Ancak eğitim süreci zor ve zaman alıcı olabilir ve parametre ayarı zordur. Öneri sistemleri, boyut indirgeme ve özellik öğrenme gibi alanlarda kullanılırlar (Vrabel, Pořízka, & Kaiser 2020).

Derin İnanç Ağları (DBN), katmanlı yapıları sayesinde özellik öğreniminde etkilidirler. Ancak eğitim süreci yavaş ve karmaşıktır ve büyük veri setleri gerektirir. Özellik öğrenme, boyut indirgeme ve öneri sistemleri gibi alanlarda kullanılırlar (Krishnamoorthy, Weifeng, Luo, & Kadry, 2023).

Derin Boltzmann Makinesi (DBM), karmaşık verilerin ortak dağılımını modelleyebilir. Ancak eğitim süreci zordur ve hesaplama maliyeti yüksektir. Özellik öğrenme, boyut indirgeme ve öneri sistemleri gibi alanlarda kullanılırlar (Salakhutdinov & Hinton, 2012). Tablo 3'te farklı derin öğrenme modellerinin güçlü ve zayıf yönleri verilmiştir.

Derin öğrenme modelleri incelendiğinde; araştırmada kullanılacak modelin ders içinde öğrenciyi gözlem yapan öğretmenin zihinsel olarak takip ettiği algoritmayla benzerlik göstermesi beklenmektedir. LSTM modeli; uzun sekanslarda bile geçmiş bilgiyi hafızada tutabilen ve gereksiz veriyi unutabilen özelliği bakımından öne çıkmış ve tercih sebebi olmuştur.

Tablo 3. Derin Öğrenme Modellerinin Özellikleri

Model	Tip	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Kullanım Alanları
Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN)	Derin öğrenme	Görsel veri analizi için idealdir, yerel bağlantılar ve filtreler sayesinde yüksek doğruluk sağlar	Çok sayıda parametre içerir, hesaplama maliyeti yüksek	Görüntü sınıflandırma, yüz tanıma, tıbbi görüntü analizi
Tekrarlayan Sinir Ağı (RNN)	Derin öğrenme	Zaman serileri ve ardışık veriler için uygundur, geçmiş bilgiyi kullanarak öğrenme sağlar	Uzun sekanslarda unutma problemi yaşayabilir (vanishing gradient)	Dil modelleme, metin oluşturma, konuşma tanıma
Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM)	RNN'in özel bir türü	Uzun sekanslarda bile geçmiş bilgiyi hatırlayabilir, vanishing gradient problemini azaltır	Hesaplama maliyeti yüksek, karmaşık yapı	Dil modelleme, metin oluşturma, konuşma tanıma, makine çevirisi, konuşma aktivite tespiti, robot kontrolü, video oyunları, sağlık hizmetleri
Gated Recurrent Unit (GRU)	RNN'in özel bir türü	LSTM'e benzer, ancak daha az parametre içerir ve daha hızlıdır	Hala hesaplama maliyeti yüksektir, LSTM kadar esnek olmayabilir	Dil modelleme, metin oluşturma, konuşma tanıma, makine çevirisi
Transformer	Derin öğrenme	Paralel işlem yeteneği, uzun sekanslar üzerinde etkili, dil modellerinde çok başarılı	Büyük veri setleri ve çok fazla hesaplama gücü gerektirir	Dil modelleme, metin oluşturma, makine çevirisi, konuşma aktivite tespiti
Otoenkoder (Autoencoder)	Denetimsiz öğrenme	Boyut indirgeme ve veri sıkıştırma için etkilidir, gürültü giderme	Özellikle çıkış verisinin anlamlı olması zorunlu olan görevlerde kullanımı sınırlıdır	Veri sıkıştırma, gürültü giderme, veri görselleştirme

Tablo 3'ün devamı

Model	Tip	Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Kullanım Alanları
Generative Adversarial Network (GAN)	Generatif model	Yüksek kaliteli ve gerçekçi veri üretimi, yaratıcı uygulamalar için idealdir	Eğitim süreci kararsız olabilir, mod çökmeleri yaşanabilir	Resim, müzik, ses ve video üretimi, süper çözünürlük, sanat eserleri oluşturma
Boltzmann Makinesi (RBM)	Generatif model	Karmaşık veri dağılımlarını öğrenebilir, denetimsiz özellik öğrenimi	Eğitim süreci zor ve zaman alıcı olabilir, parametre ayarı zordur	Öneri sistemleri, boyut indirgeme, özellik öğrenme
Derin İnanç Ağı (DBN)	Derin öğrenme, generatif model	Katmanlı yapı sayesinde özellik öğreniminde etkilidir	Eğitim süreci yavaş ve karmaşıktır, büyük veri setleri gerektirir	Özellik öğrenme, boyut indirgeme, öneri sistemleri
Derin Boltzmann Makinesi (DBM)	Generatif model	Karmaşık verilerin ortak dağılımını modelleyebilir	Eğitim süreci zordur, hesaplama maliyeti yüksektir	Özellik öğrenme, boyut indirgeme, öneri sistemleri

2. 1. 4. Eğitsel Dijital Oyunlar

Oyunlar, bireylerin fiziksel ve zihinsel yeteneklerini geliştiren, yaşantılarını zevkli hale getiren, sanatsal ve estetik nitelikleri ile becerilerini geliştiren etkinliklerdir. Oyunlar aracılığıyla öğretim daha kalıcı ve keyifli hale gelmektedir. Eğitsel oyunlar; hedef davranışları kazandıracak nitelikte, öğrencilerin yaşına ve cinsiyetine uygun, öğrencilerce kolayca anlaşılıp uygulanabilir olmalıdır (Hazar, 2018). Fen eğitiminde eğitsel oyunlar ile desteklenen derslerde eğitsel oyunların konuyu somutlaştırıp kalıcı öğrenmeyi sağladığı, öğrenciyi güdülediği, yaparak yaşayarak öğrenmeyi desteklediği, derse karşı motivasyonu arttırdığı, zaman tasarrufu sağladığı, yaş- öğrenci sınırlamasını ortadan kaldırdığı ve öğrencinin derse aktif katılımını sağlayıp dersi keyifli hale getirdiği için eğitsel oyunların kullanılmasının önerilmektedir (Dolunay & Karamustafaoğlu, 2020).

Normal öğrenciler için hazırlanan eğitim programları özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Eğitimde birden fazla duyu organının eş zamanlı olarak uyarılması üretkenliği artırıp eğitimi etkin kılacağından özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaç duyduğu eğitim programı içerisine yerleştirilecek olan dijital oyunlar merak uyandırma ve motivasyonun artırılması yönünde etki gösterebilir (Üstünel, 2015).

Eğitimde dijital oyunların kullanılması öğrenme ve motivasyon açısından önemlidir. Dijital oyunlar başlangıçta sadece eğlence amaçlı olarak geliştirilip öğrenmeye etkisi göz önünde bulundurulmazken, 1980'lerden bu yana yapılan bazı çalışmalarda dijital oyunların öğrenme için eğitsel bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Gros, 2016). Eğitsel dijital oyunların öğrenme için güçlü bir medya aracı olduğu, Amerikan Bilim İnsanları Federasyonu tarafından yayınlanan 2006 raporunda vurgulanmıştır. Bu rapor doğrultusunda öğrenme için oyun ortamlarının tasarımı

geliştirilmesi ve değerlendirilmesine ilişkin araştırmaların daha yaygınlaştığı vurgulanmaktadır (Clark vd., 2016).

Eğitsel dijital oyunların öğrencilerin eleştirel ya da kritik düşünme becerilerinin gelişmesine fırsat verdiği (Çiftçi, 2018), öğrenme sürecinde olumlu bir etkiye sahip olduğu (Malta, 2010) ve öğrencileri motive ettiği yaygın bir kanıdır (Papastergeu, 2009).

Dijital oyunlar bir ya da daha fazla oyuncuyla birlikte ya da yalnız oynanabilen; amaç, kural, ödül, sonuç gibi bileşenlerden oluşan etkileşimli bir etkinliktir (Tokarieva, Volkova, Harkusha, & Soloviev, 2019). Prensky (2001) dijital oyunları yedi temel bileşenle tanımlamaktadır ve bu bileşenler; kural, amaç, sonuç, geri bildirim, rekabet, öykü ve etkileşimdir. De Freitas (2006) dijital oyunları; öğrencilere spesifik öğrenme deneyimleri sağlamak için bilgisayar oyunları ve video bileşenlerinin özelliklerinin kullanıldığı uygulamalar olarak kabul etmektedir. Yapılan tanımlamalardan yola çıkarak Whitton (2010) dijital oyunlarla ilgili farklı disiplinlerdeki farklı tanımlamaları; rekabet, zorluk, keşif, fantezi, amaç, etkileşim, sonuç, insanlar, kurallar ve güvenlik olarak 10 karakteristik özellik ile ifade edilmiştir.

Eğitsel dijital oyunların geliştirilmesinde oyun motoru olarak bilinen yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımların yanı sıra; ses, grafik, video, animasyon, görsel efekt, programlama için kodlama gibi farklı oyun bileşenlerinin geliştirilmesine destek veren yazılımlardan da yararlanılmaktadır (Savaş, Güler, Kaya, Çoban, & Güzel, 2021). Bu araştırmada kullanılmak üzere geliştirilen eğitsel dijital oyunun tasarım ve gelişim sürecinde bu hedef kitlenin dikkatini çekebilmek ve oyunun sevilerek oynanmasına destek olabilmek için gerçeğe yakın çizimlerden, ses ve efektlerden yararlanılmıştır. Ayrıca oyun hamleleri ve seviyeleri yaratıcı problem çözme basamaklarına uygun kodlanmıştır. Oyun motorunun seçerken; görsel işitsel yeterlilik, fonksiyonel yeterlilik, bütünleştirme, geliştirme kitleri, erişebilirlik, ağ desteği, geliştirme özellikleri, geliştirme platformları dikkate alınarak seçim yapılmaktadır (Güler & Erdem, 2014). Eğitsel dijital oyunlar geliştirilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise tasarım sürecidir ve süreç temel olarak beş adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar; (1) oyunun temasını tanımlama, (2) araştırma, (3) oyun mekaniklerini belirleme, (4) oyunun mekaniklerini ayarlama ve (5) oyunu değerlendirmedir (Rouse, 2001). Oyunun temasının ya da kurgusunun belirlenmesi aşamasında oyunun hitap edeceği kitle göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırma aşaması oyun tasarımının temel aşamasıdır. Geliştirilecek olan oyunu diğer oyunlardan farklı yapan özelliklerin neler olacağına ilişkin bir karar verme sürecidir. Oyunun mekaniği süreci oyun içerisinde önceden kurgulanan mekanizmalar sayesinde kullanıcılara dönütler verecek, kullanıcının oyun alanlarının özelliklerini keşfetmesini ve öğrenmesini teşvik edecek, kolaylaştıracak kural tabanlı sistemdir (Adams & Dormans, 2012). Araştırma için geliştirilen eğitsel dijital oyun için tüm bu adımlar izlenmiştir. Oyun teması belirlenirken hedef kitlenin bilişsel özellikleri ve yaratıcı problem sürecine uygun gerçek yaşam problemlerini kapsamaya önem verilmiştir. Her bir seviye için artan zorlukta problemler belirlenerek çözüm için muhtemel oyuncu

hamleleri yaratıcı problem çözme basamaklarıyla ilişkilendirilmiştir. Oyun değerlendirme basamağı için her bir seviye sonuna oyuncudan değerlendirme yapması istenmiştir. Oyuncu dönütleri ve uzman görüşleri alınarak oyun değerlendirilmiştir.

Problem çözme stratejilerini ve öğretim tasarımını oyuna entegre etmek, öğrenmeye olumlu etki etmektedir (Kiili, 2005). Dijital oyunlar için yapay zeka, bir dizi oyuna bağlı probleme çözüm sağlamak için hem geleneksel hem de modern yapay zekadan bir dizi algoritma ve tekniğin uygulanmasını oluşturmaktadır (Galway, Charles, & Black, 2008). Alan yazında dijital oyun içerisinde problem çözme becerilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, oyuncuların ekran takibi ve görüntü kaydı incelenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin öğrenme stilleri, motivasyonları ve stratejilerinin farklı olması nedeniyle sistematik analiz yöntemlerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Shiha, 2008).

2. 1. 4. 1. Problem Çözme Becerileri ile İlgili Oyunların İncelenmesi

Problem çözme becerileri ile ilgili öne çıkan oyunlar incelediğimizde “Crazy Machines”, “Machinarium”, “Opus Magnum”, “Room 3”, “Lumino City”, “Mini Metro”, “Roller Coaster”, “SpaceChem”, “Contraption Maker”, “Backyard Engineers” öne çıkmaktadır. Oyunların her birinde birkaç bölüm oynanarak oyunların kuralları, amaç ve kazanımları hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Problem çözme becerileri ve fen bilimleri kazanımlarıyla ilişkili olan bu oyunlar, oyun tasarım ilkeleri göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Elde edilen bilgiler yapay zeka temelli derin öğrenme yöntemiyle geliştirilmiş eğitsel dijital oyunun gelişim sürecine katkı sunmuştur. İncelenen oyunlara Tablo 4’te kısaca değinilmiştir.

Tablo 4. Problem Çözme Becerileri ve Fen Bilimleri Kazanımları ile Öne Çıkan Oyunlar

Oyun Adı	Özet
Crazy Machines 2	Üç boyutlu görsellerle desteklenen bir fizik bulmaca oyunudur. Oyuncular, parçaları yerleştirerek belirli görevleri tamamlar ve ilerlerler. Fizik kurallarını kullanarak bulmacaları çözerler.
Machinarium	Hurda yığınının sürgün edilen bir robotun macerasını konu alan bir bulmaca oyunudur. Oyuncular, çevredeki nesneleri bulup kullanarak bulmacaları çözmeye çalışır. Elle çizilmiş arka plan ve karakterler, oyuncuların hayal gücünü harekete geçirir.
Opus Magnum	Endüstri mühendisliği prensiplerini temel alan bir bulmaca oyunudur. Oyuncular, verilen ürünlerden başka ürünler üretmek için mekanizmalar tasarlarlar. Oyuncular, altıgenlere bölünmüş bir masada çeşitli manipülasyonlar yaparak moleküler yapıları oluştururlar.
SpaceChem	Atom yapısını merkezine alan bir bulmaca oyunudur. Oyuncular, atomları ve atom altı parçacıkları kullanarak yeni moleküller oluşturmaya çalışırlar. Kimya bilgisini ve moleküler yapıları anlama becerilerini geliştirirler. Stratejik düşünme ve problem çözme yeteneklerini kullanırlar.

Tablo 4'ün devamı

Oyun Adı	Özet
Contraption Maker	Problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla tasarlanmış bir bulmaca oyunudur. Oyuncular, basit makineler oluşturarak sebep-sonuç ilişkisini öğrenir ve analitik düşünme yeteneklerini geliştirirler. Hata düzeltme ve alternatif çözümler üretme becerilerini kullanırlar.
Backyard Engineers	Problem çözme ve mühendislik düşüncesini geliştirmek amacıyla tasarlanmış bir oyunudur. Oyuncular, basit makineler oluşturarak kuvvet ve hareket ilkelerini öğrenirler. Aynı zamanda stratejik düşünme ve planlama becerilerini geliştirirler.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Alanyazında uluslararası araştırmalar incelendiğinde; öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmek için çeşitli yöntemler ve araçlar kullanarak yapılan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde çeşitli yaklaşımlar kullanıldığını görülmektedir. Park ve Kang (2012) çalışmalarında, geleneksel test geliştirme yöntemlerine dayanan bir değerlendirme aracı sunarken, Wang, Chang ve Li (2008) ve Shute (2016) gibi diğer çalışmalar, daha modern ve teknolojik yaklaşımlara dayanmaktadır. Wang vd. (2008) çalışmalarında, doğal dil teknolojileri ve makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirme üzerine odaklanmış, bu da geleneksel yaklaşımlara kıyasla değerlendirme sürecini hızlandırma ve objektifliği artırma potansiyeli sunmaktadır. Shute (2016) ise makine öğrenmesi tabanlı video oyunları kullanarak problem çözme becerilerini gizli olarak ölçmeyi denemiştir. Video oyunları gibi örtük değerlendirme araçları, öğrencilerin gerçek hayattaki problem çözme davranışlarını daha doğal bir şekilde gözlemleyebilmeyi sağlamaktadır. MicroDYN gibi oyun tabanlı sistemler, öğrencilerin problem çözme stratejilerini, oyun oynarken ortaya çıkan davranışları analiz ederek değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu tür araçlar, öğrencilere farkında olmadan problem çözme becerilerini geliştirme fırsatı sunabilir. Ancak, bu tür oyun tabanlı yaklaşımların pedagojik olarak doğru bir şekilde tasarlanıp uygulanması kritik önemdedir. Shiha (2008)'in vurguladığı gibi, dijital oyunların bilişsel düzeyler ve öğrenme stratejileriyle uyumlu hale getirilmesi gerekir. Eğer oyun, öğrencilere gerçek dünyadaki problemlerle ilişkilendirilebilecek görevler sunmuyorsa, bu tür bir yaklaşım, öğrencilerin gerçek problem çözme becerilerini geliştirmede etkisiz olabilir.

Teknoloji kullanımı, yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi sürecinde önemli bir yenilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Shute (2016), Annaggar (2019) ile Xu ve Goodacre (2022) çalışmalarında video oyunları, yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi için bir araç olarak kullanılmıştır. Video oyunları, öğrencilere problem çözme senaryolarını gerçek zamanlı olarak deneyimleme fırsatı sunarken, aynı zamanda bu süreçteki öğrenme davranışlarını analiz

etmeye olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel testlerden daha dinamik ve öğrencilerin bilişsel süreçlerini daha doğrudan gözlemleyebilen bir araç olarak değerlendirilebilir.

Hooijdonk vd. (2022) çalışmalarında, yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde genellenebilirlik kuramını kullanmıştır. Bu, değerlendirme süreçlerinin teorik bir temele dayandırılmasının önemine işaret etmektedir. Genellenebilirlik kuramı, bir testin sonuçlarının farklı koşullar altında ne kadar tutarlı olduğunu incelemektedir ve bu da yaratıcı problem çözme becerileri gibi dinamik ve duruma özgü becerilerin ölçümünde kritik bir rol oynar. Yaratıcı problem çözme gibi çok boyutlu becerilerin değerlendirilmesinde, tek bir ölçümün bu beceriyi ne kadar doğru yansıttığı her zaman tartışmalı olmuştur. Genellenebilirlik kuramı, eğitimde kullanılan değerlendirme araçlarının farklı öğrenci gruplarında, farklı eğitim ortamlarında ve farklı öğretim süreçlerinde tutarlılığını analiz etme olanağı sunar.



Tablo 5. Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Uluslararası Çalışmalar

Yazar/Yıl	Amaç	Yöntem	Çalışma Grubu	Veri Toplama Aracı	Sonuç
(Park & Kang, 2012)	Çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerinde yaratıcı problem çözme becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir değerlendirme aracı geliştirmektir.	Tarama	320 ortaokul öğrencisi (143 erkek, 174 kız-109 6. Sınıf, 98 7.sınıf, 110 8. sınıf)	Fen Bilimlerinde Yaratıcı Problem Çözme Becerilerini Değerlendirme Testi	Testin toplam puanı için puanlayıcılar arası korelasyon katsayısı 0.95'ten yüksek olarak bulunmuş ve testin güvenilir olduğu belirtilmiştir.
(Wang vd., 2008)	Dil teknolojileri ve hesaplamalı-istatistiksel makine öğrenme yöntemlerini kullanarak öğrencilerin doğal dil cevaplarını otomatik olarak derecelendirmek suretiyle fen eğitiminde yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesini iyileştirmektedir.	Tasarım	226 lise öğrencisi	Yapılandırılmış görüşme	Makine öğrenmesi tabanlı otomatik derecelendirme yöntemlerinin yaratıcı problem çözme alanında değerlendirme için etkili ve güvenilir bir araç olabileceğini gösterilmiştir.
(Hooijdonk vd., 2022)	Çalışmanın amacı genellenebilirlik kuramını kullanarak yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmektir.	Eylem Araştırması	137 öğrenci (4. ve 5. Sınıf)	Açık uçlu test	Genellenebilirlik kuramının yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmek için nasıl kullanılabileceğine dair kapsamlı bir rehber olduğu vurgulanmıştır.
(Shute, 2016)	Video oyun ile problem çözme becerilerini gizli olarak değerlendirilmektir.	Tasarım	55 ortaokul öğrencisi	Raven'in progresif matris testi MicroDYN Video oyun	Video oyun ile yapılan gizli değerlendirmenin dış ölçümlerle önemli ölçüde korele olduğunu göstermiştir.
(Annaggar, 2019)	Kimya Eğitiminde Problem Çözme Yeteneğini Değerlendirmek İçin Bir Video Oyununun Tasarımı ve Geliştirilmesidir.	Tasarım	19 lise öğrencisi	Araştırmacılar tarafından hazırlanan formlar	Alchemist video oyunu problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde geçerli bir araç olduğu gösterilmiştir.
(Shih, 2008)	Problem çözen dijital oyunların öğrenme özelliklerini ve bunlara karşılık gelen bilişsel düzeylerini keşfetmeyi amaçlamaktadır.	Tasarım	5. sınıf öğrencileri	Video oyun	Problem çözme becerileri ve öğrenme stratejileri oyun oynama özellikleriyle karşılaştırılmıştır Bu yöntemin etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.
(Xu vd., 2022)	Bu çalışma, eğitici bir video oyununda optimal problem çözme performansının ortaya çıkan göstergelerini belirlemek için kullanıcıların oyun içi davranışlarının altında yatan mekanizmaları açığa çıkarmayı amaçlamaktadır.	Tasarım	61 öğrenci	Video oyun	Bu çalışmanın bulguları yalnızca öğrencilerin bireysel özelliklerinin ve öğrenme davranışlarının problem çözme süreçlerindeki rolüne dair değerli bilgiler sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda problem çözmede yardım arama davranışının önemini de vurguluyor.

Fen bilimlerinde yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesine yönelik ulusal düzeyde yapılan çalışmalar, çeşitli yöntemler ve araçlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar eğitimde dijitalleşme, bireyselleştirilmiş öğrenme, yapay zeka tabanlı sistemler ve oyun temelli öğretim gibi alanlarda önemli katkılar sunmaktadır.

Erkoç (2008) ile Yavuzalp ve Gürol (2012) gibi çalışmalarda yapay zekanın eğitimde kullanımı dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, eğitimde bireyselleştirilmiş öğrenme ve öğrenci davranışlarının analiz edilmesi açısından büyük bir potansiyel taşır. Yapay zeka destekli sistemler, öğrencilerin öğrenme stillerini öngörmek ve öğretmenlere daha verimli öğretim stratejileri sunmak için güçlü araçlar olabilir. Yapay zeka temelli araçlar, öğrencilerin hızlı karar verme, alternatif çözümler üretme ve farklı senaryolara adaptasyon becerilerini geliştirmekte etkili olabilir. Yaratıcı problem çözme süreçlerinde bu tür teknolojilerin kullanımı, öğrencilerin farklı problem çözme yaklaşımlarını öğrenmelerini sağlarken aynı zamanda bilişsel esnekliği artırabilir.

Sabırlı (2018), Günel (2019) ve Bire (2019) çalışmalarında dijital oyunların kullanımı öğrencilerin akademik başarılarını artırmada ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bulunmuştur. Oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin eğlenirken öğrenmelerini sağlarken, aynı zamanda motivasyon ve teknoloji becerilerini de geliştirir. Oyun temelli öğrenme ortamları, öğrencilerin farkında olmadan yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirebileceği bir alan sağlar.

Çelik (2017) çalışmasında özerk öğrenme ve yaratıcı biliş arasındaki pozitif ilişki vurgulanmıştır. Özerk öğrenme, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmeleri açısından önemlidir ve bu süreçte yaratıcı bilişin öğrencilerin bağımsız öğrenme kapasitelerini nasıl güçlendirdiği önemli bir bulgudur. Özerk öğrenme ile yaratıcı düşünme becerilerinin birlikte ele alınması, öğrencilerin sadece problem çözme değil, aynı zamanda daha özgün ve yenilikçi çözümler üretebilme becerilerini geliştirmesi açısından değerlidir. Özerk öğrenmenin yaratıcı biliş üzerindeki etkisi, öğrencilerin bağımsız olarak problem çözme süreçlerini nasıl şekillendirdikleriyle ilgilidir. Bu bağlamda, yaratıcı problem çözme becerilerinin gelişimi, sadece bilgiye erişim veya problem çözme sürecinde daha fazla seçenek oluşturmakla sınırlı değildir; aynı zamanda öğrencilerin kendi öğrenme stratejilerini geliştirmesi ve metabilişsel farkındalıklarının artması gerekir. Yani öğrenciler sadece bir problemi çözmekle kalmayıp, o problemi çözme sürecinde kullandıkları stratejilerin farkında olarak kendilerini sürekli olarak geliştirme yeteneğine sahip olmalıdır.

Güler (2020) ve Erümit (2014) çalışmaları, yapay zeka tabanlı sistemlerin uzaktan eğitim ortamlarında kullanımını incelemiştir. Uzaktan eğitimde yapay zeka kullanımı, öğrenci geri bildirim süreçlerini otomatikleştirmek ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamları sunmak açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle pandemi döneminde uzaktan eğitimle artan dijitalleşme süreci, bu tür sistemlerin eğitimdeki rolünü daha önemli hale getirmiştir. Her iki çalışma, yaratıcı problem çözme becerilerinin teknoloji aracılığıyla nasıl desteklenebileceğini ortaya koymaktadır. Güler'in (2020) modelinde, öğrencilerin bireysel farklılıklarına uygun öğrenme stratejilerinin belirlenmesi ve bu

stratejilerin odaklanmış bir şekilde yönetilmesiyle yaratıcı problem çözme süreçleri desteklenir. Erümit'in (2014) çalışmasında ise, matematik gibi soyut disiplinlerde yaratıcı problem çözme becerileri, yapay zeka ile öğrencilere geri bildirim sunularak pekiştirilir. Her iki çalışma, teknolojinin öğrencilerin kritik düşünme, çözüm stratejileri geliştirme ve yenilikçi yaklaşımlar üretme süreçlerini olumlu etkilediğini göstermektedir. Ayrıca öğretmen ve öğrenci rollerine de değinmek önemlidir. Güler'in (2020) odak strateji modelinde, öğretmenler daha çok bir rehber rolü üstlenirken, yapay zeka aracılığıyla öğrencilerin öğrenme süreçleri takip edilir ve yönlendirilir. Erümit'in (2014) yapay zeka tabanlı sisteminde ise öğretmenler, web tabanlı sistemler sayesinde öğrencilere anında geri bildirim sağlayarak problem çözme becerilerini pekiştirirler. Bu durum, teknolojinin öğretmen-öğrenci etkileşimlerini nasıl dönüştürdüğüne dair yeni bir paradigma sunar.

Namlı (2016) çalışmasında, çoklu zekâ kuramına dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Çoklu zekâ kuramı, her öğrencinin farklı öğrenme stillerine sahip olduğu varsayımına dayanır ve eğitimde bireyselleştirilmiş öğrenme stratejilerinin önemini vurgular. Bu çalışmanın sonuçları, çoklu zekâyâ dayalı öğrenme ortamlarının problem çözme becerilerini geliştirmede önemli bir araç olabileceğini göstermektedir.

Demir (2004) çalışması, bilgisayar destekli öğretim ortamlarında yapay zeka tabanlı modüllerin kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmada, yapay zekanın öğretim ortamında pedagojik süreçleri destekleme potansiyeli üzerinde durulmuş, özellikle ders yazılımı değerlendirme süreçleri üzerine yoğunlaşmıştır. Eğitim bilimi perspektifinden bakıldığında, yapay zeka sistemlerinin öğretim süreçlerine entegre edilmesi, bireyselleştirilmiş öğrenme için önemli bir fırsat sunar. Yaratıcı problem çözme becerileri, öğrencilere farklı problem senaryolarında otonom çözümler geliştirme imkânı sağlayan bu tür modüllerle güçlendirilebilir.

Hardalaç (2006), ortaokul öğrencilerinin müzik dersine yönelik tutumları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışma, sanat eğitiminin problem çözme süreçleri üzerindeki etkisini araştırması açısından önemlidir. Müzik eğitimi, öğrencilerin bilişsel ve duygusal süreçlerini geliştirir ve yaratıcı problem çözme süreçlerini destekleyebilir. Müzik, öğrencilerin düşünme esnekliği ve yaratıcı yaklaşım geliştirme kapasiteleriyle ilişkilidir. Bu açıdan bakıldığında, Hardalaç'ın bulguları, sanatın eğitici gücünün problem çözme becerileriyle ne ölçüde ilişkilendirilebileceğine dair derin bir kavrayış sunar. Müzik eğitiminin öğrencilerde soyut düşünme, bilişsel esneklik ve yaratıcı yaklaşım geliştirme kapasitesine dair bulgular, diğer disiplinlerde de yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirme açısından önemli bir model sunmaktadır.

Alptekin (2011), görme engelliler ve görme zorlukları yaşayan bireyler için fazladan donanım gerektirmeyen internet tabanlı bir öğretim sistemi geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu çalışma, eğitimde kapsayıcılık kavramını destekler ve engelli bireylerin öğrenme süreçlerine teknolojinin nasıl katkı sağlayabileceğini gösterir. Yaratıcı problem çözme becerileri açısından, engelli bireylere yönelik öğretim sistemlerinin geliştirilmesi, bu öğrencilerin dijital becerilerini ve çözüm stratejilerini

güçlendirme potansiyeline sahiptir. Bu tür sistemler, bireylerin farklı problem çözme senaryolarında kendi başlarına çözümler geliştirme kapasitelerini artırabilir. Eğitimde kapsayıcılık ve erişilebilirlik bu tür çalışmalarla güçlendirilirken, teknolojinin farklı yeteneklere sahip bireylerin problem çözme süreçlerine nasıl katkı sunduğu daha geniş çaplı araştırmalarla desteklenmelidir.

Kotan (2022), 8. sınıf Türkçe dilbilgisi öğretiminde dijital eğitsel oyunların öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisini incelemiştir. Oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin motivasyonunu artırma ve daha eğlenceli bir öğrenme ortamı sunma açısından önemli bir araçtır. Kotan'ın bulguları, dijital oyunlarla yapılan dil bilgisi öğretiminin, geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Eğitimde oyun temelli yaklaşımlar, öğrencilere farklı problem çözme senaryoları sunarak yaratıcılığı teşvik eder. Yaratıcı problem çözme açısından, dijital oyunlar, öğrencilerin daha yenilikçi düşünme ve çok yönlü çözüm yolları üretme becerilerini geliştirebilir.

Çalışkan (2020) çalışması, öğretmenlerin matematik öğretiminde oynadığı rolün, öğrencilerin yaratıcılık becerilerine olan etkisini incelemiştir. Öğretmen modelleri arasında "kolaylaştırıcı" ve "açıklayıcı" öğretmen modelleri, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır. Öğretmenlerin sadece bilgi aktaran değil, aynı zamanda öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkarmaya yönelik rehberlik eden bir rol oynaması önemlidir. Burada ilginç olan, öğretmenlerin eğitimde oynadığı rehber rolün, öğrencilerin yaratıcılığını ne ölçüde geliştirebileceğidir. Öğrenciler, yaratıcı problem çözme süreçlerinde sadece bireysel değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel bağlamlardan da etkilenirler. Bu nedenle, yaratıcı problem çözme becerileri sadece bireysel bir yetenek olarak değil, aynı zamanda bir toplumsal beceri olarak da ele alınmalıdır.

Tablo 6. Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Ulusal Çalışmaların Analizi

Yazar/Yıl	Amaç	Yöntem	Çalışma Grubu	Veri Toplama Aracı	Sonuç
(Demir, 2004)	Bilgisayar destekli öğretimde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir yapay zeka ders yazılım modülünün değerlendirilmesi	Tarama	26 öğretim elemanı	Ders yazılımı değerlendirme anketi, Yazılım değerlendirme formu	Yazılım; genel, öğretimsel ve ekran tasarım özellikleri açısından eğitsel nitelikler taşımakta ve yeterli düzeyde yapay zeka özellikleri içermektedir.
(Hardalaç, 2006)	Ortaokul öğrencilerinin müzik dersine yönelik tutumları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi	Nicel	5,6,7,8. sınıf 311 öğrenci	Problem çözme becerisi ölçeği Müzik dersi tutum ölçeği	Ortaokul öğrencilerinin müzik dersine yönelik tutumları ile problem çözme becerileri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.
(Erkoç, 2008)	Yapay zeka perspektifinden hareketle, öğretim ortamlarında kullanılabilecek bir öğretim materyali geliştirmek veya mevcut bir öğretim materyalini uzman gibi değerlendirebilecek bir uzman sistemi oluşturmak amaçlanmaktadır.	Tarama	-	Uzman sistemin bilgi tabanının geliştirilmesi sırasında uzmanlık bilgisine başvurulmuş Jeff Johnson tarafından geliştirilen Grafiksel Kullanıcı Arayüzü Kontrol Listesi	Geliştirilen sistem, birçok kullanıcının aynı anda erişebilmesi için web tabanlı olarak geliştirilmiş ve Windows tabanlı bir sunucu üzerinde çevrimiçi olarak yayına alınmıştır.
(Alptekin, 2011)	Görme engelleri ve görme zorlukları yaşayan bireylerin herhangi bir fazladan donanım ihtiyacı duymadan kullanabileceği bir internet tabanlı öğretim sistemi tasarlanması.	Tasarım Tabanlı	-	Ön-Son test Konu testi	Sistem özellikle görme engelliler ve görme zorluğu yaşayanlar için iyi bir alternatif olmaktadır.
(Yavuzalp & Gürol, 2017)	E-öğrenme ortamında kullanılan öğrenme stilleri ve stratejilerinin, web kullanım madenciliği ile analiz edilmesi.	Deneysel	426 öğretmen adayı	Akademik başarı testi Kolb'un öğrenme stili envanteri Güdülenme ve öğrenme stratejileri ölçeği	Yapay zeka modelleri, web tabanlı akıllı öğrenme ortamlarının oluşturulması ve anlamsal web uygulamalarının altyapısında kullanılabilir. Bu araştırmada geliştirilen model, öğrencilerin öğrenme stillerindeki değişimleri algılayarak bireysel farklılıklara uygun öğrenme ortamları sunabilen sistemlerin altyapısında uygulanabilir.

Tablo 6'nın devamı

Yazar/Yıl	Amaç	Yöntem	Çalışma Grubu	Veri Toplama Aracı	Sonuç
(Erümit, 2014)	9.sınıf matematik dersi konularından hareket problemleri için, öğretim ve öğrenme çıktılarının değerlendirilmesine yönelik yapay zeka tabanlı bir sistem hazırlanmıştır. Bu sistem, öğrencilere öğrenme ve alıştırma yapma imkanı sunarken, öğretmenlere de web üzerinden ölçme değerlendirme fırsatı sağlayan bir uzaktan eğitim ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.	Karma	60, 9. sınıf öğrencisi	Öntest-sontest sınavları, öğretmen ve öğrenci mülakatları ile gözlemci notları	ARTIMAT, öğrencilerin problem çözme yöntemlerini geliştirmesi, akademik başarılarını artırması ve ölçme değerlendirme faaliyetlerini başarıyla gerçekleştirmesiyle öğretmenlere önemli fayda sağlamıştır.
(Namlı, 2016)	Programlama Dilleri II dersinde, BM tarafından belirlenen ÇZK'ya dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmaktadır.	Yarı Deneysel	63 BÖTE öğrencisi	Çoklu Zekâ kuramı Ölçeği Akademik Başarı Testi	İki grubun ön-test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı ve karşılaştırma sonucunda her iki grupta da BT son test lehine ve anlamlı bir şekilde farklılık olduğu görülmüştür.
(Çelik, 2017)	Bu çalışmada, özerk öğrenme ve yaratıcı biliş arasında bir ilişki olup olmadığı ile bu iki yapı açısından cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre farklılıklar bulunup bulunmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır.	Karşılaştırmalı ilişkisel tarama	10-13 yaş 266 özel yetenekli öğrenci	Özerk öğrenme ve Yaratıcı biliş ölçeği	Yaratıcı bilişin, özerk öğrenmenin alt boyutları olan ders çalışma alışkanlıkları ve bağımsız öğrenme ile olumlu bir ilişki içinde olduğu gözlemlenmiştir.
(Sabırlı, 2018)	Eğitimde eğitsel dijital oyunların kullanımının, öğrencilerin akademik başarıları, derse yönelik tutum ve motivasyonları ile teknolojiyi kullanma becerilerine etkisini araştırmak amaçlanmaktadır.	Deneysel	45, 2. sınıf öğrencisi	Başarı, tutum ve motivasyon testi	Eğitsel dijital oyunlar kullanılarak yapılan eğitimin, İngilizce dersi "In the Classroom" ve "Numbers" konularında öğrencilerin başarı düzeylerini artırdığı gözlemlenmiştir.
(Günel, 2019)	Öğrencilerin yaşadıkları çevreden esinlenerek geliştirilen dijital eğitsel oyunların, İngilizce derslerindeki kelime öğrenme başarısına, kalıcılığına etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.	Deneysel	98, 6 ve 7. sınıf öğrencisi	Başarı ve Kalıcılık testi	Kalıcılık ve başarı testine göre deney grubundaki öğrencilerin sonuçları anlamlı derecede yüksek çıkmıştır.

Tablo 6'nın devamı

Yazar/Yıl	Amaç	Yöntem	Çalışma Grubu	Veri Toplama Aracı	Sonuç
(Bire, 2019)	İlköğretim ve ortaöğretimde kullanılan dijital eğitsel oyunların örnekleme, oyunun ve onun pedagojik unsurlarının bilişsel ve duyuşsal kazanımlar üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.	Meta-sentez	45 tez 11 makale	-	Hazır veya araştırmaya özel tasarlanan oyunların kullanımı, bilişsel ve duyuşsal kazanımları olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle tek kullanıcıli oyunlar, 2 boyutlu oyunlar ve basit işlevli oyunlar, bu kazanımlar açısından daha etkili bulunmuştur. Oyunun bilişsel ve duyuşsal kazanımları olumlu etkilemesi için kullanım süresi de önemli bir faktördür; en az 6 ders saati boyunca oyun oynanması, kazanımları artırmıştır.
(Güler, 2020)	Açık ve Uzaktan Esnek Öğrenme (AUEÖ) ortamlarının tasarımında, yapay zeka teknikleri kullanılarak odak strateji karar modeli oluşturulması amaçlanmaktadır.	Eylem	12 akademisyen	Delphi tekniği Odak grup görüşmesi	Geliştirilen modelin, Açık ve Uzaktan Öğrenme (AUÖ) ortamlarının tasarım sürecinde kurumlara ve uzmanlara yardımcı olacağı ve rehberlik sağlayacağı düşünülmektedir.
(Çalışkan, 2020)	Öğretmenlerin matematik öğrenme süreçleri ve matematik öğretiminin özellikleriyle ilgili görüşlerinin, öğrencilerin yaratıcılık becerilerini nasıl etkilediğini araştırmak amaçlanmaktadır.	Karma	341, 10. sınıf öğrencisi ve 9 matematik öğretmeni	Bilişsel esneklik ölçeği Derse katılım ölçeği Demografik bilgi formu Öğrenci/öğretmen görüşme formu Öğretmen gözlem formu	Öğretmen modelleri arasında kolaylaştırıcı (facilitator) ve açıklayıcı (explainer) yaklaşımlarının, öğrencilerin yaratıcılık becerilerini belirli bir ölçüde etkilediği görülmektedir.
(Kotan, 2022)	8. sınıf Türkçe dil bilgisi öğretiminde dijital eğitsel oyunların kullanımının, öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemek.	Yarı Deneyisel	32, 8.sınıf öğrencisi	Başarı Testi (TEOG, SBS, LGS sonuçları)	Eğitsel dijital oyunlarla gerçekleştirilen dil bilgisi öğretiminin, geleneksel öğrenme yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

3. YÖNTEM

Bu çalışma bilim ve sanat merkezinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde yaratıcı problem çözme becerilerinin fen bilimleri alanında geliştirilen derin öğrenme merkezli eğitici bilgisayar oyunu yoluyla değerlendirilmesini amaçlayan bir araştırmadır. Bu bölümde; araştırmanın deseni, araştırma grubu, verilerin toplanması, veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin analizi ve araştırmanın geçerliği ve güvenilirliğine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

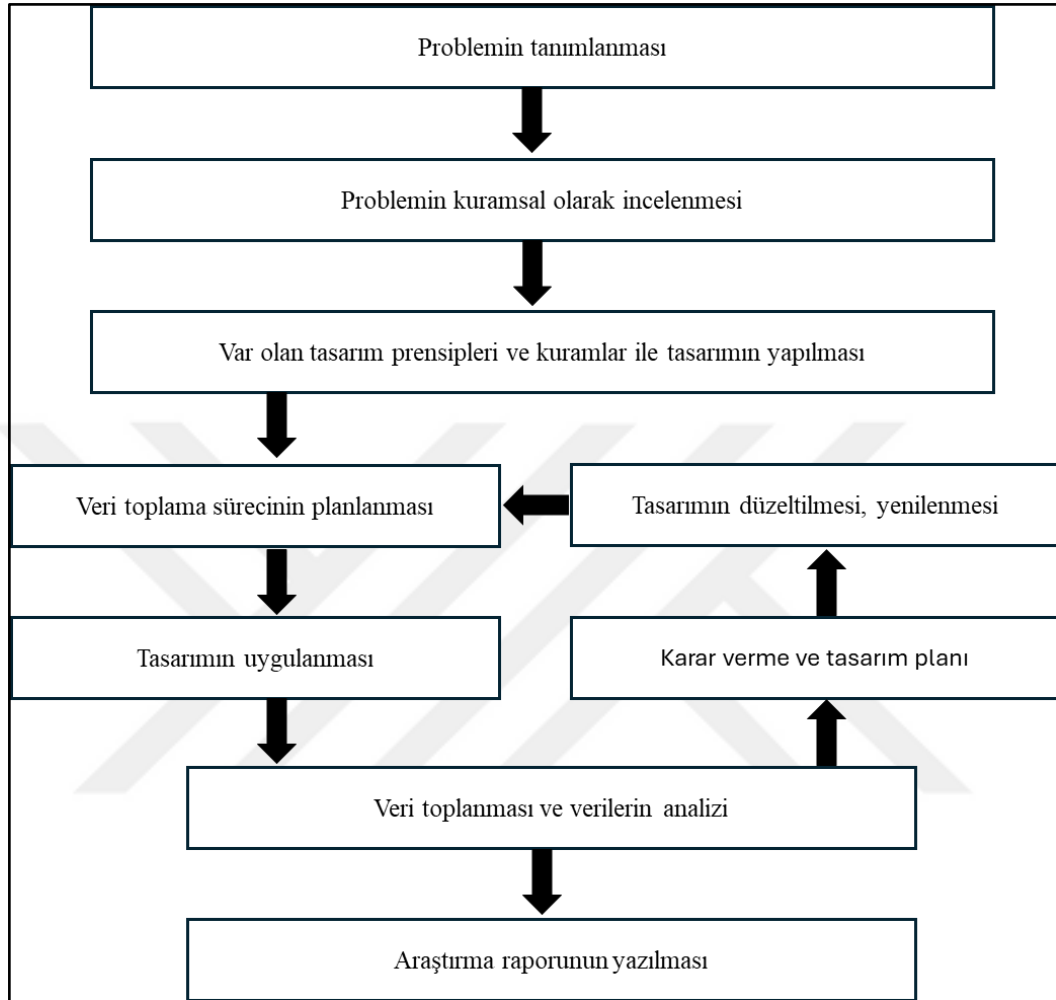
3. 1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerindeki eksiklikleri yapay zeka merkezli derin öğrenme yoluyla belirlemeyi hedeflemektedir. Bu amaçla, bir yapay zeka derin öğrenme sınıflama modeli eğitilmiş ve bu model ile özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme süreci değerlendirilmiştir. Dolayısıyla çalışmada tasarım tabanlı bir araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntem, araştırmacıların belirli bir müdahalenin veya modelin etkililiğinin gerçek yaşam eğitim ortamlarında katılımcılarla birlikte yürüterek incelemelerine olanak tanır. Böylece, araştırmacı elde ettiği verileri doğrudan saha deneyimlerine dayandırarak, modelin pratik uygulanabilirliğini ve etkinliğini değerlendirir. Bu, sınıflama modelinin gerçek yaşam performansını ölçmek için güvenilir bir yöntem olabilir. Tasarım tabanlı araştırma, eğitim tasarımlarının teorik temellere dayalı olarak incelenmesi ve tasarım, teori ve uygulamanın etkileşimini inceleyen bir araştırma yöntemidir (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003; Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004). Araştırma süreci, katılımcıların aktif katılımıyla yürütülür. Bu şekilde, belirlenen müdahalenin veya modelin gerçek yaşam performansı üzerindeki etkisi objektif bir şekilde değerlendirilebilir. Bu, hem müdahalenin veya modelin etkililiğinin anlaşılmasına yardımcı olur, hem de gelecekteki uygulamalar için değerli bilgiler sağlar (Kuzu, Çankaya, & Mısırlı, 2011).

Tasarım tabanlı araştırmalarda, araştırmacı sistematik bir yaklaşımla müdahaleleri tasarlar ve uygular. Ardından, uygulamanın sonuçlarına dayanarak ilk tasarımı gözden geçirir ve iyileştirmeler yaparak tekrar uygular. Bu süreci, uygulamanın yeterince geliştirildiğine inanılıncaya kadar döngüsel olarak sürdürür. Bu yöntem, çeşitli öğrenme şekillerini tasarlama ve bu tasarımları test etme sürecini gerektirir. Tasarlanan yapı sürekli olarak tekrarlayan testlere ve değerlendirmelere tabi tutulur (Fiş Erümit, 2016). Bu nedenle, tasarım tabanlı araştırmaların organik bir yapısı vardır ve gerektiğinde kendilerini yeniden şekillendirme yeteneğine sahiptirler. Bu özellikleriyle, tasarım tabanlı araştırma yöntemi klasik tasarım yöntemlerinden ayrılır. Yöntem, öğrenme ortamlarının tasarlanmasının yanı sıra, yeni kuramların üretilmesi için de kullanılır ve araştırma süreci boyunca sürekli bir analiz, karar

verme ve yeniden değerlendirme döngüsü içerir (Cobb vd., 2003; Collins, 1992). Şekil 2’de tez çalışmasında takip edilen tasarım tabanlı araştırmanın uygulama basamakları verilmiştir.



Şekil 2. Tasarım tabanlı araştırmanın uygulama basamakları

Bu çalışmada öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini tahmin etmek için yapay zekâ derin öğrenme kullanılarak sınıflandırma modeli eğitilmiş ve aşağıdaki basamaklar takip edilerek uygulanmıştır.

1. Müdahalenin Tasarlanması: Araştırmacı, öğrencilerin YPÇ becerilerini tahmin etmek için yapay zekâ tekniklerini kullanan bir eğitsel dijital oyun tasarlamıştır. Oyun, YPÇ becerilerinde karşılaşılan zorlukların göstergelerini içeren bir veri kümesi üzerinde eğitilmiştir. Öğrencilerin YPÇ basamaklarında zorlandıkları basamağı tespit etmek için sınıf içinde etkinlik uygulanmış ve bu etkinlikteki öğrenci cevapları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin zorlandıkları basamaklar dört kategori altında toplanmıştır ve her bir öğrencinin zorlandığı kategori eğitsel dijital oyuna işlenmiştir.

2. Müdahalenin Uygulanması: Araştırmacı eğitsel dijital oyununu özel yetenekli öğrencilerle gerçek bir eğitim ortamında uygulamıştır. Oyun, öğrencilerin YPÇ becerilerinde karşılaştıkları zorlukları tahmin etmek için kullanılmıştır.

3. Veri Toplama: Araştırmacı, iki yolla veri toplamıştır. Bunlardan biri sınıf içi etkinlikle öğrencilerin YPÇ basamaklarındaki karşılaştıkları zorlukların tespiti bir diğeri oynatılan eğitsel dijital oyun log dosyalarıdır.

4. Verilerin Analiz Edilmesi: Toplanan verilerden sınıf içi etkinlik verileri Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı (YPÇDPA) ile puanlanmış ve analiz edilmiştir. Eğitici dijital oyun log dosyaları derin öğrenme modeliyle değerlendirilip analiz edilmiştir.

5. Yinelemeli İyileştirme: Pilot uygulama veri analizinden elde edilen bulgulara dayanarak, sınıflandırma modeli iyileştirilmiştir. Bu yinelemeli süreç, modelin öğrencilerin YPÇ becerilerinde sorun yaşadıkları süreç basamağını tahmin etmedeki etkinliğinin sürekli olarak iyileştirilmesine ve optimize edilmesine olanak tanımıştır.

3. 2. Araştırma Grubu

Araştırmada, çalışma grubunu oluşturan öğrenciler için bazı özel koşullara bakılmıştır. Öncelikle, çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin “Besin zinciri ve enerji akışı” ve “Enerji dönüşümleri” konularını henüz öğrenmemiş olmaları ancak bu konuları kavrayabilecek bilişsel alt yapıya sahip olmaları beklenmektedir. Okul müfredatlarında bu iki konu sekizinci sınıfın altıncı ünitesinde bulunmaktadır. Özel yetenekli öğrencilerin bilişsel gelişimleri bakımından akranlarından önde olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, çalışma grubu 6. ve 7. sınıfa devam eden öğrencilerden seçilmiştir. Öğrencilerin geliştirilen eğitsel dijital oyunu oynayabilmeleri için, bilgisayar fonksiyonlarına aşina olması oldukça önemlidir.

Çalışma grubunu Ankara ili Keçiören ilçesindeki Hezarfen Ahmet Çelebi Bilim ve Sanat Merkezinde bireysel yeteneklerini fark ettirme (BYF) ve özel yetenekleri geliştirme (ÖYG) programında eğitim alan 10-13 yaş aralığındaki 110 öğrenci oluşturmaktadır. BYF programında öğrenim gören öğrencilerin 15’i erkek, 28’i kız ve ÖYG programında öğrenim gören öğrencilerin 31’i erkek ve 36’sı kız öğrencidir. Örneklemin cinsiyete göre dağılımı Tablo 7’deki gibidir. Öğrencilerin araştırmaya katılmaları konusunda gönüllülük esas alınmıştır.

Tablo 7. Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı

	Kız		Erkek		Toplam
	BYF	ÖYG	BYF	ÖYG	
f	28	36	15	31	110
%	25	33	14	28	100

3. 3. Araştırmanın Ön Hazırlığı

3. 3. 1. Eğitsel Oyunun Tasarlanması ve Geliştirilmesi

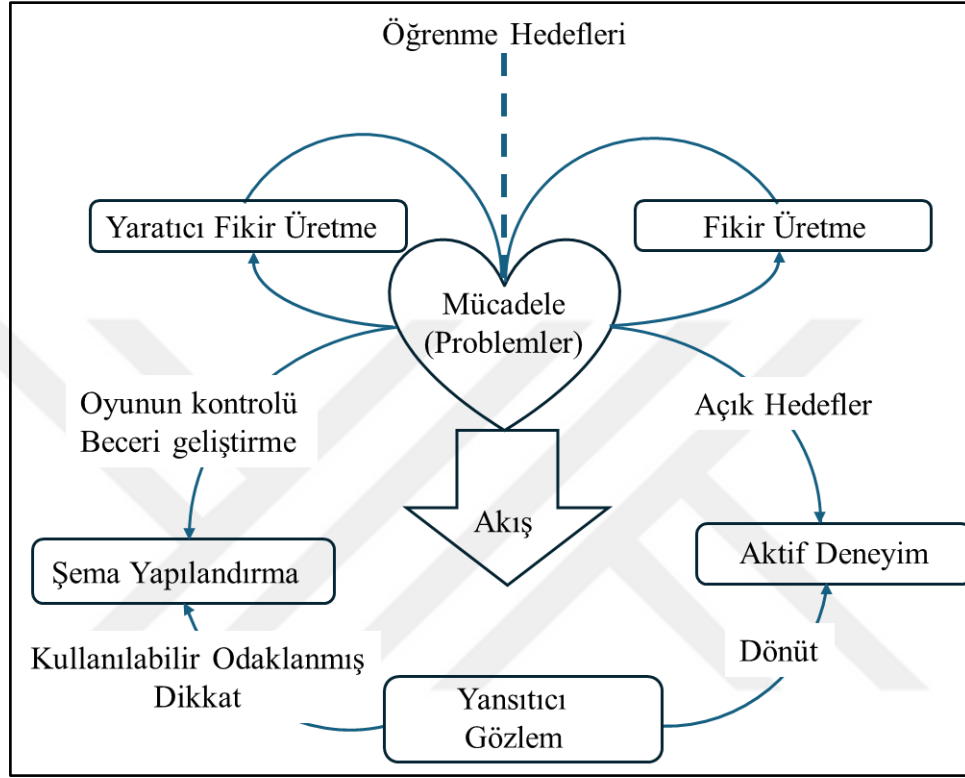
Fen bilimleri eğitiminde, besin zinciri ve enerji akışı ile enerji dönüşümleri konuları, birçok alt konuyla bağlantılıdır ve günlük yaşamla ilişki kurma fırsatı sunmaktadır (Taş, 2019). Bu konular, bu çalışmada kullanılan yaratıcı problem çözme süreciyle kolayca ilişkilendirilebilir özelliklere sahiptir. Özel yetenekli öğrencilerin farklı türleri tanıma ve türlerle ilgili problem durumlarını çözme konusundaki merak ve istekleri, yapılan gözlemler ve alan uzmanlarının görüşleri dikkate alınarak eğitsel dijital oyunun konusu ve kapsamı şekillendirilmiştir.

Alanyazın incelemesi bilimsel araştırmaların en temel unsurlarından biridir ve araştırmanın özgünlüğünü ve alanyazında dolduracağı boşlukların kanıta dayalı gerçekleştirilmesine olanak sunar (Çalık, 2024). Eğitsel dijital oyun geliştirilirken, öncelikle alanyazın incelenmiştir (Korkusuz & Karamete, 2013). En çok sevilen ve oynanan oyunların kuralları, görselleri ve motivasyon unsurları dikkate alınarak bir tasarım oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında geliştirilen eğitsel dijital oyunda, okyanus ekosistemindeki canlıların verilen problem durumlarına göre yaşatılması esas alınmıştır. Okyanus ekosistemindeki canlıların besin zincirindeki ilişkiyi merkeze aldığı ve özel yetenekli öğrencilerin destek eğitimi aldıkları kurumlar BİLSEM’ler olduğu için oyuna “YaşataBİLSEM” adı verilmiştir.

“YaşataBİLSEM” adlı eğitsel dijital oyunun geliştirilme süreci, öncelikle oyun senaryosunun oluşturulmasıyla başlamıştır. Bu senaryo, oyunun genel yapısını ve hedeflerini içerirken oyunla ilişkili tüm bileşenler senaryo çerçevesinde belirlenmiştir. Oyun, deneyimsel oyun modelini temel alarak geliştirilmiştir. Bu model, Kiili (2005) tarafından önerilmiş olup, oyun tasarım sürecine eğitsel kuramları dahil ederek eğitsel oyun tasarımcılarına oyunlarla öğrenme biçimini anlamada yardımcı olmayı amaçlar. Model, oyunun merkezine eğitim hedeflerini, yani problemleri koyar ve problemleri çözerken gösterilen mücadele, oyunculara gerekli motivasyonu sağlar. Ayrıca, oyunda gerekli bilgiler, oyun hedefleri, geribildirimler ve yansıtıcı gözlem açık ve net bir şekilde sağlanmıştır.

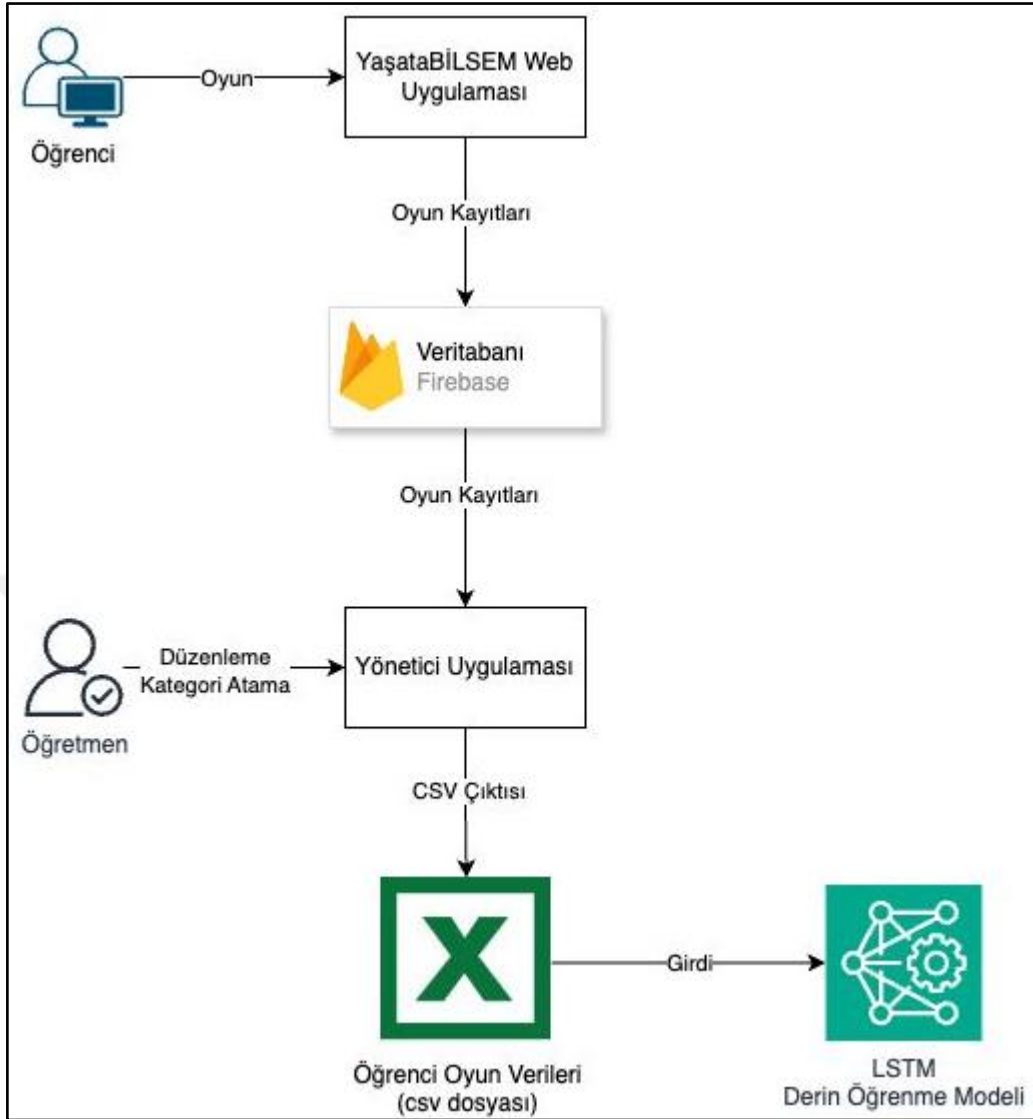
Deneyimsel oyun modeli, fikir üretme döngüsü, deneyim döngüsü ve mücadele olmak üzere üç temel ögeden oluşmaktadır. Bu döngüler yaratıcı problem çözme basamaklarıyla ilişkilendirilebildiğinden bu model tercih sebebi olmuştur. Şekil 3’te modelin yapısı, insan dolaşım sistemine benzetilmektedir (Kiili,2005). Eğitim amaçlarından kaynaklanan güçlükler, modelin kalbini oluşturmaktadır. Kalp, oyuncuya çeşitli mücadele etme fırsatı ve problem durumları sunarak motivasyon sağlamanın yanı sıra oyuncunun oyunu daha fazla benimsemesine olanak sağlar. Oyuncu, oyun boyunca karşılaştığı zorlukların üstesinden gelebilmenin yollarını aramaktadır. Oyuncu bu süreçte kısıtlama olmaksızın yaratıcı fikirler geliştirmektedir. Geliştirilen bu fikirler, çözüm içeren fikirlere dönüştüğünde küçük dolaşım tamamlanır. Bu aşama araştırma için geliştirilen derin öğrenme tabanlı eğitsel dijital oyundaki iraksak düşünme basamağına karşılık gelmektedir.

Fikir üretme aşamasının ardından, oyuncu ürettiği çözümleri büyük dolaşıma karşılık gelen deneyim döngüsünde uygulayarak dener ve tecrübe eder. Modeldeki bu kısım ise yakınsak düşünme ile ilişkilendirilmiştir. Daha sonra oyuncudan eylemlerinin sonuçlarını gözlemlemesi beklenir ki bu da değerlendirme basamağına karşılık gelmektedir.



Şekil 3. Deneyimsel oyun modeli

Deneyimsel oyun modeli kullanılarak geliştirilen yapay zeka derin öğrenme tabanlı eğitsel dijital oyunun öğrenci ile başlayan derin öğrenme modeline kadar olan araştırma adımları Şekil 4 ‘de şematize edilmiştir. Özel yetenekli öğrencilerin “YaşataBİLSEM” eğitsel dijital oyununa girişiyle başlayan süreçte öğrenciye ait tüm oyun verileri veritabanına kaydedilmektedir. Araştırmacı tarafından tasarlanan ve süreç boyunca tüm verilerin takip edildiği yönetici sayfasından öğrenci oyun verileri CSV dosyası olarak alınıp bu çalışmada kullanılan derin öğrenme modeli LSTM’ye yüklenip işlenmesiyle süreç tamamlanmıştır.



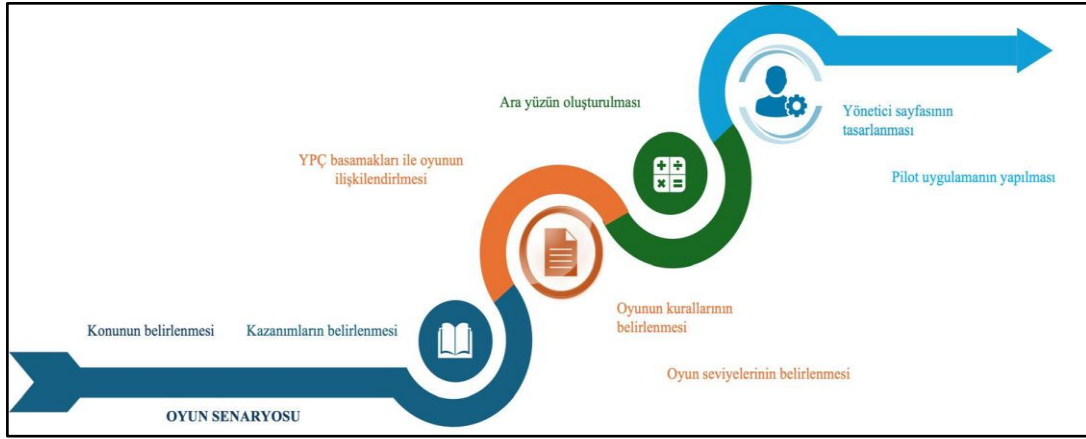
Şekil 4. YaşataBİLSEM oyunu akış diyagramı

3. 3. 1. 1. YaşataBİLSEM Oyununun Web Uygulama Versiyonu

YaşataBİLSEM” oyununun web uygulaması Google Cloud üzerinde hayata geçirilmiş iki boyutlu olarak tasarlanan bir bilgisayar oyunudur. Uygulama arayüzü Javascript ile geliştirilirken arkayüz (backend) olarak Firebase kullanılmıştır. Arayüz yeni bölüm ve canlıların kolay eklenebilmesine olanak sağlamak için modüler olarak tasarlanmıştır.

Yaratıcı problem çözme basamaklarını değerlendirmek üzere tasarlanmış ve geliştirilmiş bu oyun yaratıcı problem çözme sürecinin doğası gereği gerçek yaşam problemlerini içermektedir. Bu bağlamda alan yazında, okyanuslardaki yosunlardan oluşan ormanın yok olmasıyla deniz kestanesi, balıklar, su samuru, diğer okyanus canlıları ve balıkçıl kuşların yok olacağını ön görülmektedir. Okyanuslardaki ekosistemde yakalanan karbon, küresel ısınmanın oluşumu ve ekosistemdeki canlı yaşamı için oldukça önemlidir. Alan yazında farklı coğrafyalarda okyanuslarda ve kıyı

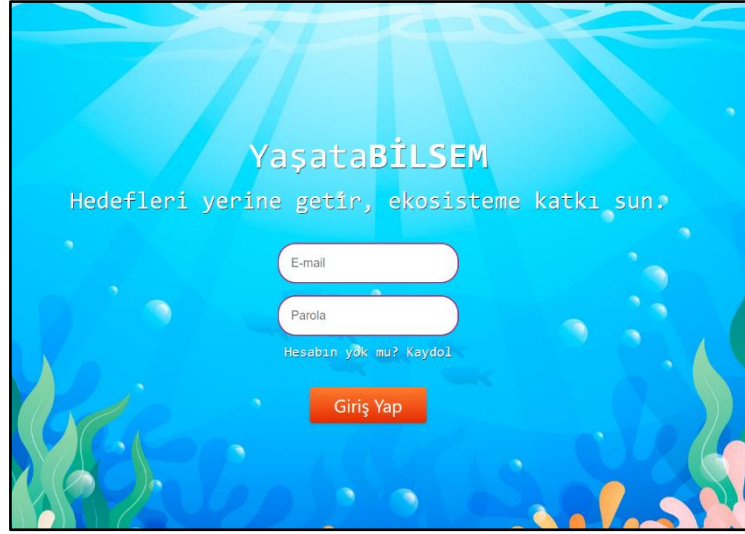
ekosistemlerinde mavi karbon oluşturan yosunların yıllara göre sayılarının değişimi ve bu değişimin deniz kestanesi, su samuru gibi diğer canlılarla olan ilişkisi incelenmiştir. Bu ilişkinin, türlerin sayısının artması veya azalmasını içeren dinamik bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Ülkelerin iklim değişikliği programı kapsamında güncel bir konu olan okyanus ekosistemi ve ekosistemdeki besin zincirini oluşturan canlıların bilinmesi ve korunması oyunun ana konusunu oluşturmaktadır (Eger vd., 2023; Steneck vd., 2002). Böylelikle özel yetenekli öğrenciler birçok güncel problemle ilişkilendirilebilecek bir konu olan okyanus ekosistemi ve bu ekosistemi oluşturan bileşenler hakkında bilgi sahibi olarak yaratıcı problem çözme sürecini işletebileceklerdir. Bununla beraber okyanus ekosistemi çok sayıda bilinmeyen türü içermesi bakımından özel yetenekli öğrenciler için ilgi çekici ve merak uyandırıcıdır. YaşataBİLSEM oyununun tasarım süreci Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 5. YaşataBİLSEM oyununun tasarım süreci

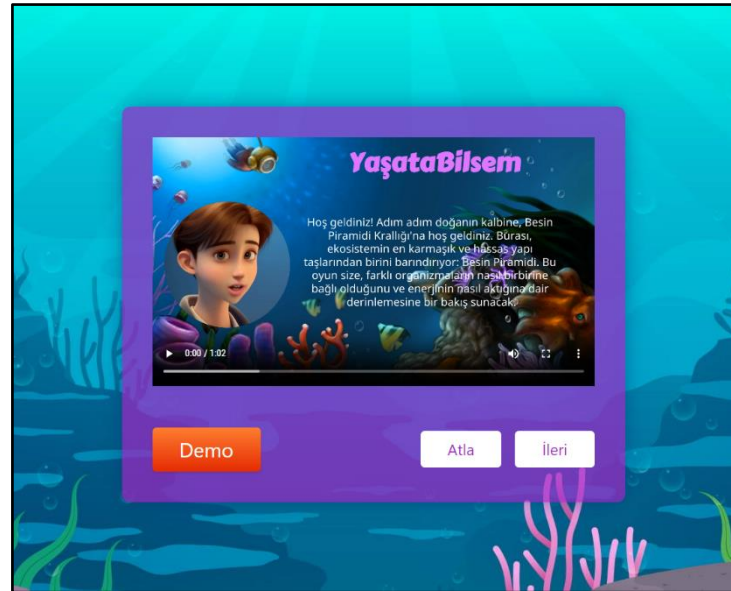
Oyun; oyun sayfası ve yönetici sayfası olmak üzere iki sayfadan oluşmaktadır.

Oyun Sayfası: Bu sayfa, oyuncuların oyunu oynadığı ve etkileşimde bulunduğu ana oyun alanıdır. Oyuncuların oyun içi deneyimlerini yaşadığı, görevleri tamamladığı ve soruları yanıtladığı bölümdür. Oyunun başlangıç sayfasında ilk kez oynayacaklar için “kaydol” daha önce kaydolmuş ve tekrar oynamak isteyenler için ise “giriş yap” butonu bulunmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. YaşataBİLSEM oyunu başlangıç ekranı

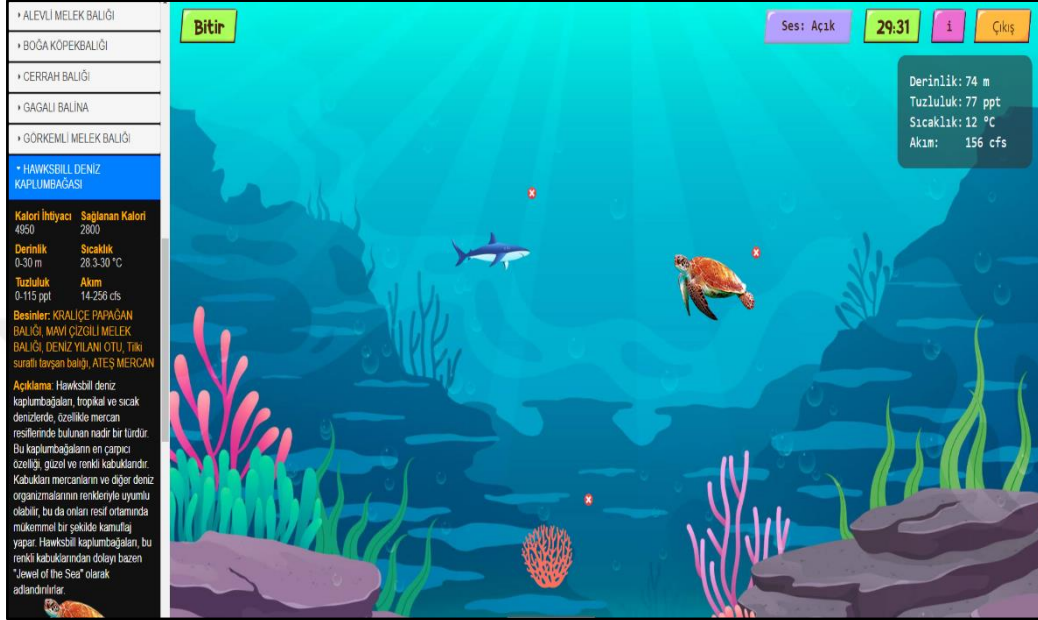
Oyuna geçerli bir elektronik posta adresi ile kaydolunarak kayıt sayfasında öğrencilerin isim ve yaş bilgileri alınmaktadır. Kayıt aşamasından sonra tanıtım, oyunla ilgili bilimsel açıklamalar ve oyun kurallarına erişim sağlanabilecek ekran açılır. Tanıtım bölümünde oyunun genel prensipleri kısa bir video ile paylaşılmaktadır. Oyunla ilişkili açıklamalar ve oyun kuralları hem ekranda akan yazılı metin şeklinde hem de sesli olarak oyuncuya sunulmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Tanıtım ve oyun kuralları ekranı

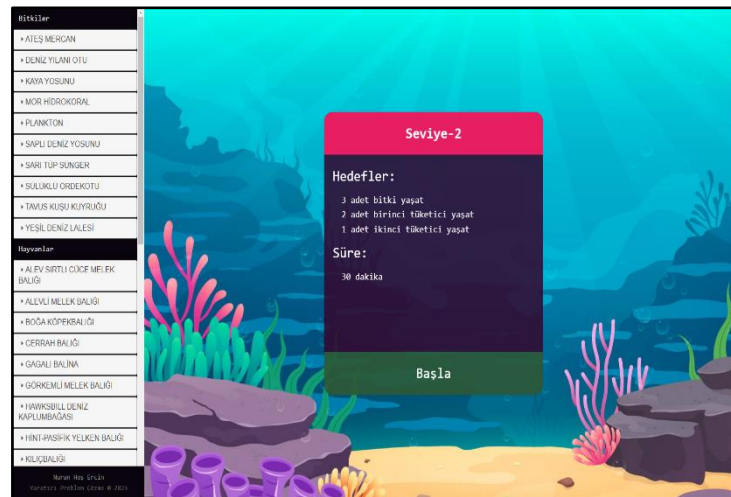
Bu bölümlerin tamamı atlanabilir veya ilerletilebilir şekilde düzenlenmiştir. Oyundaki bu kısımlar oyun içindeki problem durumlarına ilişkin veri toplama amacıyla tasarlanmıştır. Oyun, okyanus ekosisteminde kurgulanmıştır ve bu ekosistemle uyumlu yaşayan canlıları ve bu canlıların

özelliklerini içeren bir panel bulundurmaktadır. Bu panelde türler; bitkiler ve hayvanlar olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıkların altına yerleştirilen türlerin ismi tıklandığında ilgili türe ilişkin bir bölüm açılır. Bu bölümde canlının görseli, ihtiyaç duyduğu kalori, sağladığı kalori, yaşadığı derinlik, tuzluluk, sıcaklık gibi bilgilere yer verilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Tür seçme ekranı

Oyun ekranının ortasına problem durumunu yazılı olarak ifade edilen bir kutu açılarak hedefler ve süre verilen ilk görev oyuncuyla paylaşılmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Oyndaki problem durumlarına örnek ekran

Üç seviyeden oluşan oyunda seviyeler kolaydan zora ilerlemektedir. Her bir seviyede oyuncuların problemi anlayıp verilen süre içerisinde doğru besin zincirini oluşturmaları beklenmektedir. Oyun sol taraftaki türlerin sürüklenmesi ile çalışmaktadır. Oyuncu türlere karar verip kendisine verilen görevi gerçekleştirecek hamleleri tamamladığında tıklama işlemi ile kendisine başarılı ve başarısız olduğuna dair bilgi ekranı açılmaktadır. Bu ekranda öğrencinin kendini ve oyunu değerlendirmesi istenmektedir. Öğrenci bu ekrandan “tekrar dene” seçeneğini tıklarsa oyuna yeniden başlatabilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Seviye sonu geri bildirim ekranı

Görev başarıyla tamamlandığında “Tebrikler” yazılı ekran açılır. Başarıyla tamamlanmış her seviye için öğrenci bir rozet kazanır ve rozeti ekranın sağ üst köşesinde görünür. Bu sayede öğrenci motive edilmeye ve bir sonraki hedefi gerçekleştirme konusunda daha istekli hale getirilmeye çalışılmıştır. Oyun esnasında problem durumunun unutulması halinde ekranın sağ üst köşesinde “i” sembolünün tıklanması ile problem durumu öğrenciye hatırlatılmaktadır. Oyuncunun başarısız olması durumunda yaşatılamayan tür bilgisinin yazılı olduğu ekran açılarak “Tekrar Dene” yazısı görülmektedir.

Yönetici Sayfası: Bu sayfa, oyun yöneticisinin kullanabileceği bir arayüzdür. Yönetici, oyuncuların verilerini depolar ve yönetir. Oyunun tasarlanmaya başladığı andan itibaren kurulan ve süreç boyunca gelişen ve gelişime açık tutulan bu arayüz; oyun, türler ve öğrenciler alt sekmelerini içerir. Oyun sekmesinde mevcut oyun seviyelerine ve bu seviyelerin özelliklerine yer verilmiştir. İstenilmesi halinde oyuna yeni kural ve süre sınırlı yeni seviyeler eklenebilecek kısım da bu sekmenin altındadır. Türler sekmesi; oyuna eklenen tüm türlerin ve o türlere ait tüm özelliklerin bulunduğu sekmedir ve buraya da yeni türler eklemek mümkündür. Son olarak öğrenciler sekmesinde oyuna giriş yapan öğrencilerin tüm bilgi ve hamleleri kaydedilmektedir. Öğrenciler

sekmesinin altında; oyuncuların oyun içi performansı, ilerlemesi, oyuna ait tüm hamlelerini içeren log bilgileri, puanları, yaş, cinsiyet ve diğer istatistik bilgiler toplanmaktadır.

Oyuncuların hesap bilgileri, başarıları ve diğer özelleştirilmiş veriler yönetici sayfasında saklanır. Yönetici sayfasının oyuncuların verilerini depoladığı için oyunun yönetimi kolaylaşır ve oyuncuların ilerlemesini takip edilmiş olur. (Şekil 11).

Gözet	Tür Adı	Statü	Kategori	Habitat	Derinlik Min/Max	Boyut Min/Max	Yen	Hz	Sevki Zicisi	İşlemler
	ZOOPLANKTON	Hayvan	0 cal / 0 cal	0m - 30m	2" - 30"	Sol	20			Görüntüle Düzenle Sil
	PLANKTON	Bitki	0 cal / 100 cal	0m - 60m	33" - 6"	Sağ	9			Görüntüle Düzenle Sil
	VEHR	Hayvan	2500 cal / 1700 cal	0m - 30m	25.3" - 30"	Sağ	50			Görüntüle Düzenle Sil
	KILÇALIĞI	Hayvan	500 cal / 2000 cal	61m - 90m	22" - 24.6"	Sol	100			Görüntüle Düzenle Sil
	KALIN TANG	Hayvan	4800 cal / 2500 cal	61m - 90m	22" - 25.6"	Sol	30			Görüntüle Düzenle Sil
	KALIN TANG	Hayvan	4700 cal / 2000 cal	0m - 30m	25.3" - 30"	Sağ	40			Görüntüle Düzenle Sil
	TUZ MAVİ TANG	Hayvan	4300 cal / 2600 cal	61m - 90m	20" - 24.8"	Sağ	30			Görüntüle Düzenle Sil
	KILÇALIĞI	Hayvan	3000 cal / 2000 cal	31m - 60m	35.7" - 28.2"	Sol	45			Görüntüle Düzenle Sil

Şekil 11. Yönetici sayfasından yeni tür atama bölümü

Oyuncuların yaratıcı problem çözme sürecinde zorlandıkları basamakla ilgili etiketleme yapılan alan da bu sayfada yer almaktadır (Şekil 12).

Öğrencilerin YPÇ basamaklarında zorlandıkları basamaklar dört kategoriyle ifade edilmiştir.

- Kategori 1: Problemin anlaşılması ve veri toplanması
- Kategori 2: Çözüm önerileri bulma
- Kategori 3: İdeal çözümü bulma
- Kategori 4: Değerlendirme

Problem Öğrenci geri bildirimleri bu alanda incelenerek düzeltme ve iyileştirme yapılmaktadır.

Anasayfa
Oyun
Yeni Seviye
Seviyeler
Türler
Yeni Tür
Türler
Oyun
Oyun Listesi
Öğrenciler
Öğrenci Listesi

Adı:

Sınıf:

Cinsiyet:

2. Çözüm önerileri bulmakla ilgili soru... x

Olay	Tarih	Oyun
Seviye Tekrar Denendi	14.05.2024 16:26:59	Oyun
Bitir Tıklandı	14.05.2024 16:26:58	Oyun
Tür Silindi (SAPLI DENİZ YOSUNU)	14.05.2024 16:26:56	Oyun
Tür Eklendi (KAYA YOSUNU)	14.05.2024 16:26:55	Oyun
Seviye Tekrar Denendi	14.05.2024 16:26:51	Oyun
Bitir Tıklandı	14.05.2024 16:26:49	Oyun
level-understand	14.05.2024 16:26:33	Oyun
level-info-lookup	14.05.2024 16:26:26	Oyun
Seviye Tekrar Denendi	14.05.2024 16:26:25	Oyun
Bitir Tıklandı	14.05.2024 16:26:22	Oyun
Seviye Tekrar Denendi	14.05.2024 16:26:14	Oyun
Bitir Tıklandı	14.05.2024 16:26:09	Oyun
Tür Eklendi (SAPLI DENİZ YOSUNU)	14.05.2024 16:26:08	Oyun

Şekil 12. Yönetici sayfasından kategori atama sayfası

3. 3. 1. Eğitsel Oyunun Yaratıcı Problem Çözme Basamaklarıyla İlişkilendirilmesi

Oyun tasarım ve geliştirme sürecinde oyuncunun geçeceği muhtemel basamakların yaratıcı problem çözme basamaklarıyla aşağıdaki gibi ilişkilendirilmiştir;

1. Problemi anlama ve veri toplama: Özel yetenekli öğrenci oyunun ilk aşamasında karşısına gelen intro ekranında problem hakkında bilgi sahibi olabilmektedir. Oyunun başlaması ile birlikte öğrenciye verilen problem karşısında öğrenci problemi tanımlamaya ve problem hakkında bilgi toplamaya başlar. Bu aşamada oyun ekranının sol tarafında türlerin yer aldığı kısım içerisinde türler hakkında yaşam şartları ve besin piramidindeki görevi hakkında detaylı bilgi edinebilmektedir. Özel yetenekli öğrencilerden, oyunun başlangıcı esnasında introda verilen bilgi içerisinde ekosistemdeki besin piramidindeki türlerin sırasını, türler hakkındaki bilgiyi okuyarak karar vermesi ve kategorize etmesi beklenmektedir. Intro kısmında geçirdiği süre, bu kısmı atlama, tür panelindeki türlerle geçirdiği vakit yaratıcı problem çözme sürecindeki bu basamakla ilgili derin öğrenme modeline veri sağlamaktadır.

2. Iraksak düşünme: Iraksak düşünme basamağında öğrenci problemin çözümü için farklı denemeler yapmaktadır. Öğrenci problemi anladıktan sonra çeşitli tür seçme bırakma işlemleri yaparak problemin birden fazla olası çözümünü denemektedir. Bu alanda yaptığı denemeler derin öğrenme modelinde iraksak düşünme basamağıyla ilişkilendirilmektedir.

3. Yakınsak düşünme: Yakınsak düşünme basamağına geçildiğinde en uygun sıralamayı seçer ve çözüme karar verdiğinde çözümü uygulama basamağına geçer. Bu basamakta doğru çözümü bulamadığı takdirde gerideki basamakları kontrol eder. Öğrencinin çözümler arasında ideal olanı bulabilmesi bu basamakla ilişkilendirilmektedir.

4. Değerlendirme: Eksik olan basamağı tespit edip yeniden bir değerlendirme yapması beklenir. Iraksak ve yakınsak düşünme basamaklarını birçok kez deneyerek en ideal çözümü uygun zaman diliminde yapması beklenmektedir. Uygun çözümü bulduktan sonra bir sonraki düzeye geçer. Uygun çözümü bulamadığında geri dönüp çözümündeki hatayı fark etmesi bu basamakla ilişkilendirilmektedir.

3. 4. Verilerin Toplanması

Bu başlık altında verilerin toplanması sürecinde kullanılan veri toplama araçlarına, veri toplama sürecindeki pilot ve esas uygulamalara, araştırmanın geçerliğine ve güvenilirliğine ve araştırmacının rolüne ilişkin bilgilere sırasıyla yer verilmiştir.

3. 4. 1. Veri Toplama Araçları

3. 4. 1. 1. Yaratıcı Problem Çözme Uygulama Kitapçığı

YPÇ Uygulama Kitapçığı, öğrencilerin YPÇ süreçlerini yürütebilmesi için Akdeniz (2021) tarafından hazırlanmış senaryoların uygulama adımlarını içermektedir. Senaryolar sekiz basamaktan oluşmaktadır. Öğrenciler, ilk olarak verilen metni veya görseli inceleyerek "problem alanları" belirler. Ardından, belirlenen problem alanları ile ilgili bilgi toplarlar ve problemin tanımlanması için gerekli verileri elde ederler. Bu adımlardan sonra, belirlenen probleme yönelik fikir üretirler ve bu fikirler arasından çözüm potansiyeline sahip olanları seçip değerlendirirler. Seçilen çözümün uygulanabilmesi için gerekli eylem planını oluştururlar ve sunar. Son olarak, çözüm planının uygulanması sırasında ortaya çıkabilecek sorunlar üzerinde tartışarak gerekli çözümleri belirlerler. YPÇ Uygulama kitapçığındaki senaryo adımları takip edilirken Akdeniz (2021)'den görüş alınarak Donald J. Treffinger'in "Practice Problems for Creative Problem Solving" adlı kitabında yer alan problem durumlarından seçilmiştir. Yaratıcı problem çözme becerilerinin göstergeleri, sınıf ortamında Donald J. Treffinger'in yaratıcı problem çözme basamaklarına (Şekil 13) göre uyarlanan YPÇ uygulama kitapçığı kullanılarak elde edilmiştir (Ergin & İpek, 2017).



Şekil 13. Yaratıcı problem çözme süreci (CPS Versiyon 6.1 TM)

3. 4. 1. 2. Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı (YPÇDPA)

Özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme basamaklarında karşılaştıkları zorlukları saptamak amacıyla veri toplama aracı olarak Akdeniz (2021) tarafında geliştirilen Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı (YPÇDPA) rubriği kullanılmıştır. Rubrikler, yapılandırılmış performans görevlerinde farklı düzeylerde performansa ait karakteristik özellikleri ve kriterleri tanımlayan ve bu özellik ve kriterler doğrultusunda performansa veya ürüne dayalı yargıya varmada kullanılan puanlama rehberleridir. Yaygın olarak yatay ve dikey eksenli tablolardan oluşmaktadır. Dikey eksenle performans kriterleri yer alırken, yatay eksenle alt düzeyden üst düzeye gittikçe artan performans düzeyleri bulunur. Yatay ve dikey eksenlerin kesiştiği noktada performans kriterine ait performans düzeyine ilişkin tanımlamalar bulunur (Bağçeçi, Başaran, Doğan, & Şahin, 2020). YPÇDPA rubriği analitik bir rubriktir. Analitik rubrikler, bir görevin farklı bileşenlerindeki performansın ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi için kullanılır. Öğrencilerin çalışmalarının alt boyutlarına yapılan değerlendirmeler, her bir bölümdeki puanların toplamıyla öğrencinin genel performans seviyesini belirler. Bu rubrikler, öğretmenlere öğrencinin güçlü ve zayıf yönleri hakkında daha ayrıntılı geribildirim sağlar. Bu sayede öğretmen öğrencilerin zayıf ve güçlü yönlerini hakkında bütüncül rubriklerle oranla daha detaylı bilgi edinmiş olur (Özsevgeç, 2017).

Akdeniz (2021) tarafında geliştirilen Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarı (YPÇDPA) ile 8 aşamada öğrencilerin gösterdiği performans puanlanmıştır. Problem bulma aşaması için 6 gösterge, bilgi toplama aşaması için 4 gösterge, problemi tanımlama aşaması için 4 gösterge, fikir bulma aşaması için 4 gösterge, değerlendirme ve seçme aşaması için 3 gösterge, eylem oluşturma aşaması için 3 gösterge, kabul oluşturma aşaması için 3 gösterge ve uygulama aşaması için 3 gösterge belirtilmiştir.

Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarının 8 aşaması eğitsel dijital oyunun basamaklarında takip edilen Donald J. Treffinger'in yaratıcı problem çözme basamaklarıyla

ilişkilendirilerek 4 basamağa indirgenmiştir. Bu süreç tez izleme komite üyelerinin görüşü alınarak gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, YPÇ etkinliklerinde göstermiş oldukları performanslara göre değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme basamaklarında karşılaştıkları zorlukları saptamak için sınıf içi yaratıcı problem çözme etkinliğini değerlendirme aracı olarak seçilen YPÇDPA'nın eğitsel dijital oyunun basamaklarıyla uyumu Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Oyun Basamaklarının YPÇDPA Basamakları ile İlişkilendirilmesi

Donald J. Treffinger'in YPÇ basamakları	Ölçek Basamakları	Oyunda kullanılan kategoriler
Hazırlık Aşaması: Problemlere yönelik bilinçli, sistematik ve mantıklı yürütülen işlemleri içerir. İhtiyaçlar veya gerçekleştirilmek istenen durum belirlenir ve tanımlanır. Gereksinimler doğrultusunda bilgi ve malzeme toplanır. Olaylar, nesneler, düşünceler aktif olarak gözlemlenir.	Problem oluşturma • Problem Bulma • Bilgi toplama • Problemi Tanımlama	Kategori 1
Kuluçka Aşaması: Bu aşamada başka sonuçlar ve işler üzerinde düşünen bireylerin zihinleri aynı zamanda sorun için çalışmasını sürdürmektedir.	Çözüm oluşturma: Mümkün olduğunca fazla sayıda fikir üretimi desteklenir.	Kategori 2
İraksak Düşünme: Belirli bir sorun veya soruya yönelik çok çeşitli fikirler veya çözümler üretmeyi içeren bilişsel bir süreçtir.	Fikir Bulma: Belirlenen problemi çözmek için olası çözüm fikirleri üretilir.	
Yakınsak Düşünme: Belirli bir durumda mümkün olan en iyi cevabı veya çözümü bulmaya dayanır.	Değerlendirme ve Seçme: Objektif bir değerlendirme ile en iyi çözüm seçilir. Eylem Oluşturma: Seçilen ideal çözüm uygulamaya koyulur.	Kategori 3
Değerlendirme: Bir önceki aşamada ortaya konan fikirlerin, çözüm önerilerinin ve yaklaşımların analiz edildiği, denendiği, bunların geçerli ve yeterli olup olmadığının ortaya konulduğu ve gerekli son düzeltmelerin yapıldığı aşamadır.	Çözüm uygulama: Seçilen ideal çözüm eylem planına göre uygulanır. Süreci denetlenir ve değerlendirilir. Tüm süreçte yapılanlar detaylı bir şekilde sunulur.	Kategori 4

Tablo 8'de ifade edilen hazırlık aşaması yaratıcı problem çözme basamağındaki problemi anlama ve problemle ilgili veri toplama basamağına karşılık gelmektedir. Bu basamakta sorun yaşayan öğrenciler eğitsel dijital oyuna “kategori 1” olarak işlenmiştir. Kuluçka aşaması ve İraksak düşünme basamakları problem ile ilgili mümkün olan en fazla fikir veya çözüm üretme ile ilişkili olduğundan birleştirilmiş ve bu basamakta sorun yaşayan öğrenciler eğitsel dijital oyuna “kategori 2” olarak işlenmiştir. Yakınsak düşünme basamağı; çözüm önerileri içinde en ideal olana ulaşmaya çalışılan basamaktır ve bu basamakta sorun yaşayan öğrenciler eğitsel dijital oyuna “kategori 3” olarak işlenmiştir. Değerlendirme basamağı; YPÇ sürecinin değerlendirildiği, analiz yapıp

çıkarmada bulunulan basamaktır ve bu basamakta sorun yaşayan öğrenciler eğitsel dijital oyuna “kategori 4” olarak işlenmiştir.

3. 4. 1. 3. Log Dosyaları

Araştırmanın bir diğer veri toplama aracı eğitsel dijital oyundan elde edilen log dosyalarıdır. Alan yazındaki farklı derin öğrenme modelleri incelenmiş uzman görüşü alınarak araştırma için geliştirilen eğitsel dijital oyunu oynayan öğrencilerin kategorilerini tahmin etmek için uygun modelin LSTM (Uzun Kısa Süreli Bellek) olduğuna karar verilmiştir.

Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağları, özellikle dizisel verilerin modellenmesi ve zaman serisi analizleri gibi görevlerde etkili olan, tekrarlayan sinir ağlarının (RNN) bir çeşididir. LSTM'ler, klasik RNN'lerin yaşadığı uzun dönemli bağımlılık sorunlarını çözmek amacıyla geliştirilmiştir ve bu sayede daha uzun sekanslardaki bilgileri öğrenebilme kapasitesine sahiptir. LSTM'nin temel yapısı, hücre durumu ve çeşitli kapı mekanizmalarından oluşur. Bu kapılar, giriş kapısı, çıkış kapısı ve unutma kapısı olarak adlandırılır. Giriş kapısı, hücreye yeni bilgi eklerken, unutma kapısı gereksiz bilgiyi siler ve çıkış kapısı hücre durumundan çıktı üretir. Bu kapılar sayesinde LSTM, zaman içindeki bilgiyi kontrollü bir şekilde güncelleyebilir ve koruyabilir. LSTM modelleri, dil modelleme, makine çevirisi, konuşma tanıma ve biyoinformatik gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, LSTM ağları, derin öğrenme alanında dizisel verilerin işlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu ağlar, uzun vadeli bağımlılıkları öğrenebilme yetenekleri sayesinde, dil işleme gibi karmaşık görevlerde etkin çözümler sunmaktadır. Bu sebeple, LSTM, günümüzün çeşitli yapay zeka uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır (Otte, Liwicki & Krechel, 2014; Smagulova & James, 2020).

Kod, veri yükleme, ön işleme, model eğitimi ve performans değerlendirmesi aşamalarını içermektedir.

3. 4. 1. 3. 1. Veri Yükleme ve Ön İşleme

Veri Yükleme: Araştırmada, öğrencilerin oyun etkinliklerini içeren bir veri kümesi kullanılmıştır. Bu veri kümesi, “pandas” kütüphanesi kullanılarak CSV dosyasından yüklenmiştir. Pandas, veri analizi ve veri işleme süreçlerinde geniş çapta kullanılan bir Python kütüphanesidir. İlk olarak 2008 yılında Wes McKinney tarafından geliştirilmiş olan Pandas, özellikle veri manipülasyonu ve analizinde esneklik ve etkinlik sağlayarak bilimsel araştırmalarda, finansal analizlerde ve çeşitli veri bilimi projelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Pandas'ın temel yapıları, veri çerçeveleri ve dizilerden oluşur, bu da karmaşık veri yapılarıyla başa çıkmayı kolaylaştırır. Verilerin bu şekilde yüklenmesi, veri manipülasyonunu ve analizi kolaylaştırmaktadır (McKinney, 2011).

Verilerin Normalizasyonu: Modelin daha iyi performans göstermesini sağlamak için veriler [0,1] aralığına ölçeklendirilmiştir. Bu işlem, “MinMaxScaler” kullanılarak gerçekleştirilmiştir. MinMaxScaler, verileri belirli bir minimum ve maksimum değere ölçeklendirmek için kullanılan lineer bir dönüşüm yöntemidir. Bu yöntem, verilerin her bir özelliğini 0 ile 1 arasında bir aralığa dönüştürerek, farklı ölçeklerdeki veri özelliklerinin aynı ölçekte değerlendirilmesini sağlar. Normalizasyon, farklı ölçeklerdeki verilerin modele eşit katkı yapmasını sağlar ve modelin öğrenme sürecini hızlandırır (Pires, Hussain, Garcia, Lameski, & Zdravevski, 2020).

Hedef Değerlerin Sınıflandırılması: “Kategori” sütunundaki sürekli değerler, dört farklı sınıfa dönüştürülmüştür. Bu işlem, “Kategori” değişkeninin “0”, “1”, “2” ve “3” olmak üzere dört sınıfa ayrılmasını sağlamıştır. Bu sınıflandırma, modelin sonuçlarını yorumlamayı ve analiz etmeyi kolaylaştırmaktadır (Alnuaimi & Albaldawi, 2024).

3. 5. Veri Toplama Süreci

3. 5. 1. YPÇ Sınıf İçi Etkinliği ile İlgili Verilerin Toplanma Süreci

Öğrencilerin YPÇ basamaklarında karşılaştıkları sorunları saptamak için planlanan YPÇ etkinlikleri; Donald J. Treffinger’ın “Practice Problems for Creative Problem Solving” adlı kitabında yer alan problem durumlarından seçilerek oluşturulmuştur. Veri toplama sürecine geçmeden 8 ders saati (2 hafta) örnek YPÇ etkinlikleri yapılarak öğrencilerin hazır bulunuşlukları arttırılmaya çalışılmıştır. Veri toplama sürecinde uygulanan etkinlik için de 8 ders saati (2 hafta) zaman ayrılmıştır. Tüm bu süreçte etkinlikler biri araştırmacı diğeri Hezarfen Ahmet Çelebi BİLSEM’de görev yapan biyoloji öğretmeni olmak üzere iki uzman tarafından gerçekleştirilmiştir.

3. 5. 2. Eğitsel Dijital Oyundan Veri Toplama

Eğitim ve Test Setlerinin Oluşturulması

Veri Ayrımı: Veriler, “train_test_split” fonksiyonu kullanılarak eğitim (%80) ve test (%20) setlerine ayrılmıştır. Bu yöntem, modelin eğitim sırasında veri sızıntısını önlemek ve model performansını bağımsız bir veri seti üzerinde değerlendirmek için kullanılır. Eğitim seti, modelin öğrenmesi için kullanılırken, test seti modelin genelleme yeteneğini değerlendirmek için kullanılır. Makine öğrenimi modellerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi süreçlerinde, veri kümesinin doğru bir şekilde bölünmesi, model performansının güvenilir bir şekilde ölçülmesi açısından kritik bir rol oynar. Bu bağlamda, "train-test split" (eğitim-test bölme) yöntemi, yaygın olarak kullanılan ve bilimsel temellere dayanan bir tekniktir. Verilerin “train_test_split” fonksiyonu kullanılarak eğitim ve test setlerine ayrılması, modelin genelleme yeteneğinin ve doğruluğunun güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini sağlar (Bichri, Chergui & Mustapha, 2024; Joseph, 2022).

Train-test split yöntemi, veri kümesinin genellikle rastgele bir şekilde iki alt kümeye ayrılmasını içerir:

1. Eğitim Kümesi (Training Set): Modelin öğrenme sürecinde kullanılan veri alt kümesidir. Model, bu veri kümesi üzerinden parametrelerini ayarlar ve veri içindeki desenleri öğrenir.

2. Test Kümesi (Test Set): Modelin performansını değerlendirmek için kullanılan veri alt kümesidir. Eğitim sürecinde kullanılmayan bu veri kümesi, modelin daha önce görmediği veriler üzerindeki başarısını ölçmek amacıyla kullanılır.

Train-test split yönteminin bilimsel dayanağı, modelin genelleme yeteneğini güvenilir bir şekilde değerlendirebilmesidir. Bir model, sadece eğitim verisi üzerinde yüksek performans gösteriyorsa, bu durum genellikle aşırı öğrenme olarak adlandırılır ve modelin yeni veriler üzerindeki performansının düşük olacağına işaret eder (Xu vd., 2018). Test kümesi, modelin gerçek dünya verisi üzerindeki başarımını tahmin etmek için kullanılır ve bu sayede modelin genelleme kapasitesi objektif bir şekilde ölçülebilir.

Train-test split, makine öğrenimi modellerinin eğitim ve değerlendirilmesi süreçlerinde kritik bir adımdır. Bu yöntem, modelin genelleme yeteneğini güvenilir bir şekilde ölçerek, aşırı öğrenmenin tespit edilmesine ve modelin gerçek dünya verisi üzerindeki performansının değerlendirilmesine olanak tanır. Ancak, veri kümesinin büyüklüğü ve rastgelelik gibi faktörler göz önünde bulundurularak, yöntemin uygulanmasında dikkatli olunmalıdır. Bu bilimsel yöntem, makine öğrenimi projelerinde model başarımını optimize etmek için temel bir araç olarak kullanılmaktadır (Tan, Yang, Wu, Chen, & Zhao, 2021).

3. 6. Pilot Uygulamalar

Oyun tasarımı ve geliştirilmesi sürecinde bir dijital oyun tasarımı alan uzmanı, bir yazılım uzmanı ve üç bilişim teknolojileri öğretmeninden görüşleri alınmıştır. Oyun tasarımı, pilot uygulama ve esas uygulama boyunca bu uzmanlarla sürekli görüşmeler devam ettirilmiştir. Geliştirilen oyunun yaratıcı problem çözme basamaklarıyla ilişkilendirilmesi, fen bilimleri konu ve kazanımlarının oyun tasarım sürecine dahil edilmesi, oyundan elde edilecek verilerin işlenmesi sürecinde fen bilimleri alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur. Bu araştırma için geliştirilmiş olan “YaşataBİLSEM” oyununun pilot çalışması; 40 özel yetenekli öğrenci ile yapılmış olup hem sistemsel aksaklıklar tespit edilip giderilmiş hem de oyun sonu “Kendinizi ve oyunu değerlendirin” bölümünde elde edilen dönütler ile oyun güncellenip son versiyonuna kavuşturulmuştur. Ayrıca oyun geliştirme sürecinde oyun defalarca oynanıp güncel hatalar tespit edilmiş ve giderilmiştir. Pilot uygulamaya dahil edilen öğrenci ve uzman görüşleri alınarak oyundaki türler artırılmış oyun başına bir tanıtım (demo) kısmı eklenmiştir. Başlangıçta yazılı metin şeklinde paylaşılan genel bilgiler ve oyun kuralları son versiyonda hem yazılı hem sesli paylaşılmıştır. Bu çalışmada oyun sistemi üzerinden oyuncuların oyun hamleleri kayıt bilgileri ile eşleştirilerek log izleme verileri ile toplanmıştır. Günlük izleme

verileri, her oyun ögesiyle etkileşime giren katılımcılar tarafından yapılan her tuş vuruşunun ve fare tıklamasının zaman damgalı bir kayıdır. Analiz sürecinde oyun üzerinden yapılan geri bildirimler, log dosyalarının analizi ve uzman görüşü alınarak oyuna son hali verilmiştir. Oyun ileri çalışmalar için geliştirilmeye, yeni problem durumları eklenmesine ve güncellemelere açık olacak şekilde dinamik bir yapıdadır. Araştırmada kullanılan Akdeniz (2021)'in geliştirdiği YPÇ kitapçığı gerekli izinler alınarak kitapçıktaki problem durumları değiştirilmiştir. YPÇ kitapçığının ve Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarının pilot çalışmaları Hezarfen Ahmet Çelebi BİLSEM'e devam eden 15 özel yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

3. 7. Araştırmacının Rolü

Araştırmacının rolü, benimsediği araştırma türüne göre farklılık gösterir. Nicel araştırmalara katılımcı bir tavır yerine daha nesnel bir bakış açısıyla yaklaşılırken, nitel araştırmalara ise daha katılımcı bir tavırla dahil olunur (Yıldırım & Şimşek, 2013). Araştırmacı bu tez çalışmasında fen bilimleri öğretmeni olarak çalıştığı BİLSEM'de eğitim gören öğrencilerle çalışmış olduğundan sürecin uygulayıcısı konumundadır. Araştırmacı geliştirdiği eğitsel dijital oyunun yazılım ve kodlama kısmı hariç oyunun tasarım ve geliştirme sürecini yönetmiştir. Bunun yanında geliştirdiği eğitsel dijital oyunun derin öğrenme yoluyla değerlendirilmeye hazır hale getirilme sürecindeki veri toplama ve analiz etme sürecinde uzman desteği alarak verilerde yanlılık oluşmamasına özen göstermiştir.

3. 8. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmaların güçlü sonuçlar ortaya koyabilmeleri için en önemli ölçütler güvenilirlik ve geçerliktir. Geçerlik, bir ölçme aracının araştırılan konuyu ne kadar doğru bir şekilde yansıttığını ifade eder. Yani ölçme aracının gerçekten ölçmeyi amaçladığı özelliği ne kadar doğru bir şekilde ölçtüğünü ortaya koymaktadır (Çepni, 2007). Araştırmada, veri toplama araçlarının seçimi ve geliştirilmesinden, uygulamasına, verilerin analizinden sonuçların yazımına kadar gerçekleştirilen süreçlerde birden fazla alan uzmanı görüşüne başvurulmuştur. Oyun tasarımı ve yapay zeka derin öğrenme modelinin yazılımı ve verilerin modelde işlenmesi sürecinde; bir dijital oyun tasarımcısı, bir yazılımcı ve üç bilişim teknolojileri öğretmeninden görüş alınmıştır. Tez sürecinde yapılan TİK'lerde; oyunun fen bilimleri konu ve kazanımlarıyla ve yaratıcı problem çözme basamaklarıyla ilişkilendirilmesi, ölçme aracının uygunluğu sürecinde fen eğitimi alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur.

Güvenirlik ise bir ölçme aracının zaman içinde veya farklı puanlayıcılar arasında tutarlılığını veya istikrarını ifade eder (Çakmur, 2012). Araştırmanın güvenilirliğini arttırmak için veri toplama YPÇDPA ile elde edilen puanlar arasındaki tutarlılık incelenmiştir. Araştırmacı ve Hezarfen Ahmet

Çelebi BİLSEM biyoloji öğretmeni tarafından yapılan puanlamalar arasındaki tutarlılık “Cohen’s Kappa” formülü ile hesaplanmıştır. Bu formül iki puanlayıcı arasındaki uyum düzeyini hesaplamak için kullanılmaktadır (McHugh, 2012). Cohen's Kappa, şansa bağlı uyumu hesaba kattığı için basit yüzdelik hesaplamalara kıyasla daha doğru ve güvenilir bilgi sağlar. Cohen’s Kappa -1 ve 1 arasında değişen bir katsayı verir ve bu katsayının 1’e yaklaşması uyum düzeyinin olduğunun göstergesidir (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2017). Kappa değeri şu şekilde yorumlanmaktadır:

- $\kappa = +1$ İki puanlayıcının sonuçları bütünüyle uyumludur.
- $\kappa = 0$ İki puanlayıcı arasındaki uyum şansa bağlıdır.
- $\kappa = -1$ İki puanlayıcı değerlendirmesi bütünüyle birbirinin tersidir (Landis & Koch, 1977).

Elde edilen κ değerlerini yorumlamak için Landis ve Koch (1977) tarafından geliştirilen aralıklar Tablo 9’de gösterilmiştir. İki puanlayıcının Kappa kat sayısı 0,79 olarak hesaplanmıştır. Buna göre analizin iyi düzeyde uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Tablo 9. Kappa Değerine Ait Yorumlar

Kappa Değeri	Yorum
<0	Ters uyum
0,01-0,20	Önemsiz düzeyde uyum
0,21-0,40	Zayıf düzeyde uyum
0,41-0,60	Orta düzeyde uyum
0,61-0,80	İyi düzeyde uyum
0,81-1,00	Çok iyi düzeyde uyum

3. 9. Verilerin Analizi

3. 9. 1. YPÇDPA’dan Elde Edilen Verilerin Analizi

Öğrencilerin YPÇ basamaklarında karşılaştıkları zorlukları tespit etmek amacıyla eğitsel dijital oyunu oynatmadan önce sınıf içi YPÇ etkinliği yapılmış ve YPÇ etkinlik kitapçığındaki aşamalardan oluşan etkinlik kağıtları YPÇDPA kullanılarak araştırmacı ve Hezarfen Ahmet Çelebi BİLSEM’de görev yapan biyoloji öğretmeni tarafından doldurulmuştur. Veriler Excel dosyasına ve SPSS’e kaydedilmiştir. Öğrencilerin YPÇ’nin her bir aşamasındaki toplam puanları gösterge sayısına bölünerek ortalama puan elde edilmiştir. Öğrencilerin performanslarının yorumlanması şu yönergeler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir (Akdeniz,2021):

Başlangıç Düzeyi; 1-1,80

Geliştirilebilir; 1,81-2,60

Kabul Edilebilir; 2,61-3,40

İyi; 3,41-4,20

Çok İyi; 4,21-5,00.

YPÇDPA’da yer alan bölümler YPÇ basamaklarına karşılık gelmektedir. Öğrencilerin etkinlik kağıtları puanlanarak 2,61 (kabul edilebilir) puanın altında kalan YPÇ basamağı sorun yaşanan basamak olarak değerlendirilmiş ve öğrenciler bu basamakla ilişkilendirilen kategori ile oyun yönetici ekranında etiketlenmiştir. Bu sayesinde yapay zeka merkezli derin öğrenme modeli, öğrenci oyun hamleleri ile öğretmenin sınıf içi etkinliğinden elde ettiği verilerle tespit ettiği sorun yaşanan YPÇ basamağı arasında bir ilişki bulmaya çalışacaktır. Bulunan ilişki modelin başarı yüzdesi olarak ortaya çıkacaktır.

3. 9. 2. YaşataBİLSEM Oyunundan Elde Edilen Verilerin Analizi

Verilerin PyTorch Tenzörlerine Dönüştürülmesi

Eğitim ve test verileri, PyTorch framework’ü ile uyumlu hale getirmek için PyTorch tenzörlerine dönüştürülmüştür. PyTorch tenzörleri, PyTorch kütüphanesi tarafından sağlanan çok boyutlu dizilerdir. Bu tenzörler, veri yapıları olarak matematiksel ve istatistiksel işlemleri hızlandırmak için optimize edilmiştir. PyTorch, tenzörleri kullanarak veri işleme, makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerini kolaylıkla oluşturmayı ve eğitmeyi sağlar. PyTorch, derin öğrenme modellerinin oluşturulması ve eğitilmesi için esnek ve güçlü bir kütüphanedir. Makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin geliştirilmesi sürecinde, veri işleme ve veri manipülasyonu kritik adımlardır. PyTorch, derin öğrenme modellerinin geliştirilmesi ve eğitilmesi için yaygın olarak kullanılan bir açık kaynaklı kütüphanedir (Florenco, Valenç, Moreno, & Junior, 2019) PyTorch’un temel veri yapısı olan "tenzör", verilerin verimli bir şekilde saklanması ve işlenmesi için optimize edilmiştir. Tenzörler, çok boyutlu dizileri temsil eden ve PyTorch’ta sayısal verilerin saklanması ve işlenmesi için kullanılan veri yapılarıdır (Hackenberger, 2019). Tenzörler, skalerler (0 boyutlu), vektörler (1 boyutlu), matrisler (2 boyutlu) ve daha yüksek boyutlu diziler gibi çeşitli biçimlerde olabilirler (Janzamin, Ge, Kossaifi, & Anandkumar, 2019). Verilerin PyTorch tenzörlerine dönüştürülmesi, veri analizi ve model eğitim süreçlerinin başlangıç adımıdır. Bu dönüşüm, genellikle numpy dizileri veya doğrudan Python listeleri kullanılarak gerçekleştirilir. PyTorch kütüphanesi, bu veri yapılarından tenzör oluşturmayı kolaylaştıran fonksiyonlar sağlar. Tenzörlerin kullanımı, yüksek performanslı hesaplama gerektiren derin öğrenme modellerinin eğitiminde ve değerlendirilmesinde büyük önem taşır (Mishra, 2023). Tenzörler, GPU’larda paralel hesaplama yapabilme yetenekleri sayesinde, büyük veri kümeleriyle çalışırken hesaplama verimliliğini artırır. PyTorch tenzörleri, matematiksel işlemler ve otomatik türev hesaplamaları için optimize edilmiştir, bu da derin öğrenme modellerinin daha hızlı ve verimli bir şekilde eğitilmesini sağlar. PyTorch tenzörleri, yüksek performanslı hesaplama yetenekleri ve esneklikleri sayesinde veri işleme ve model eğitim süreçlerini optimize eder. PyTorch, derin öğrenme alanında güçlü bir araç olarak, araştırmacılara ve veri bilimcilerine geniş olanaklar sağlar.

Bu araştırma için geliştirilen eğitsel dijital oyundaki log verileri öncelikli olarak matrisler şeklinde ifade edilmiştir. Örneğin;

Bir öğrenci için, oyun adedi: 3, başarılı oyun:1, eklenen tür:12, kategori:1 olduğu durumda bu öğrenciyi makineye girdi olarak “[3 1 12 1]” çevrilmiştir. Bu işlem tüm öğrenciler için tekrarlanmaktadır.

PyTorch Dataset ve DataLoader Sınıflarının Tanımlanması

Dataset Sınıfı: “Dataset” sınıfı, PyTorch'un veri yükleme işlemlerinde kullanılan standart bir yapıdır. Bu sınıf, verilerin özellikler ve hedef değerler olarak yüklenmesini ve indekslenmesini sağlar. Bu yapı, veri yüklemenin modüler ve esnek olmasını sağlar (Chheda, Curtis, Siegmann, & Chapman, 2023).

DataLoader Sınıfı: “DataLoader”, “Dataset” sınıfından oluşturulan veri setlerini belirli batch (küme) boyutlarında yükleyerek eğitim sürecini optimize eder. Batch boyutları, modelin bellekte verimli bir şekilde eğitim almasını sağlar ve eğitim süresini kısaltır (Stevens, Antiga, & Viehmann 2020).

Araştırma için geliştirilen eğitsel dijital oyun log dosyalarından elde ettiğimiz veriler çok büyük olduğu için, süre ve hafıza gibi kısıtlamalar modele doğrudan veri yüklenmesini zorlaştırır. Bunun için bazı yardımcı kütüphaneler kullanılmaktadır. DataLoader/DataSet bunlarından biridir ve veri setimizi küçük parçalara bölmekte bize yardımcı olmaktadır.

LSTM Modelinin Tanımlanması ve Eğitimi

LSTM Modeli: LSTM (Uzun Kısa Süreli Bellek) modelleri, zaman serisi verilerindeki bağımlılıkları ve ilişkileri öğrenmek için yaygın olarak kullanılır. Çocukların oyun etkinlikleri zaman serisi verilerine benzer olduğu için, LSTM modelinin bu ilişkileri yakalaması ve tahminlerde bulunması beklenir. LSTM'ler, geçmiş bilgilere dayalı tahminler yaparak daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar (Van Houdt, Mosquera, & Nápoles, 2020). LSTM modeli, içinde hafıza hücreleri ve kapılar olan bir makine gibi düşünülebilmektedir. Bu kapılar bir önceki hücre durumu ile mevcut durumu karşılaştırıp hangi bilginin hatırlanması gerektiğine ya da unutulması gerektiğine karar verirken bu öğrenme işlemini uzun bir veri seti üzerinde yapabilmektedir. Bu çalışmada eğitsel dijital oyunu oynayan özel yetenekli öğrencilerin verileri 10-11 sütundan oluşan bir dizi şeklinde ifade edilmektedir. Son sütun kategoriden oluşmakta ve bu modelin tahmin etmesini istediğimiz kısmını oluşturmaktadır. LSTM bu şekilde diziler üzerinde öğrenme yapabilmesi ile öne çıkmaktadır.

Kayıp Fonksiyonu ve Optimizasyon

Modelin çıktıları ile gerçek değerler arasındaki farkı hesaplamak için “CrossEntropyLoss” (Çapraz Entropi Kaybı) kullanılmıştır. Kayıp fonksiyonları, modelin tahminlerinin ne kadar hatalı olduğunu ölçer ve modelin ağırlıklarını güncelleyerek öğrenme sürecini yönlendirir. Bu bağlamda, CrossEntropyLoss, sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılan ve etkili sonuçlar sağlayan bir kayıp fonksiyonudur. Bu kayıp fonksiyonu, çok sınıflı sınıflandırma problemlerinde etkilidir.

CrossEntropyLoss, iki olasılık dağılımı arasındaki farklılığı ölçmek için kullanılan çapraz entropi (cross-entropy) kavramına dayanır. Bu kayıp fonksiyonu, modelin tahmin ettiği olasılık dağılımı ile gerçek etiketlerin dağılımı arasındaki farkı hesaplar (Mao, Mohri, & Zhong, 2023). PyTorch gibi derin öğrenme kütüphaneleri, CrossEntropyLoss'un kolay ve etkin bir şekilde uygulanmasını mümkün kılarak, araştırmacılara ve veri bilimcilere güçlü araçlar sunar.

Modelin ağırlıklarını optimize etmek için ise “Adam” (Adaptive Moment Estimation) optimizasyon algoritması kullanılmıştır. Makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin eğitim süreçlerinde optimizasyon algoritmaları, model parametrelerinin güncellenmesi ve en iyi çözümün bulunması için kritik öneme sahiptir. Adam, bu amaçla geliştirilen ve derin öğrenme modellerinde yaygın olarak kullanılan bir optimizasyon algoritmasıdır. Adam, adaptif öğrenme oranları kullanarak model parametrelerini etkin bir şekilde günceller. Adam algoritması, Stochastic Gradient Descent (SGD) yönteminin bir türevi olup, öğrenme oranlarını dinamik olarak ayarlayan ve moment tahmini kullanan bir optimizasyon tekniğidir. Adam, iki temel bileşene dayanır: ilk moment vektörü (momentum) ve ikinci moment vektörü (kareli ortalama). Bu bileşenler, parametre güncellemelerinde önemli rol oynar. Adam, uyarlanabilir öğrenme oranları kullanarak hızlı ve verimli bir şekilde öğrenmeyi sağlar. Adam optimizasyon algoritması, adaptif öğrenme oranları ve moment tahmini kullanarak makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin eğitiminde yüksek performans sağlar (Singarimbun, 2020).

Modelin Eğitimi: Model, eğitim verileri üzerinde belirli sayıda “epoch” boyunca eğitilmiştir. Her “epoch”, eğitim verilerinin modelden geçirilmesi ve ağırlıkların güncellenmesi işlemlerini içerir. Makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin eğitim süreçlerinde "epoch" terimi, modelin tüm eğitim veri kümesi üzerinden bir kez geçiş yapmasını ifade eder (Afaq & Rao, 2020). Bir model, genellikle birden fazla epoch boyunca eğitilir. Her epoch, modelin parametrelerinin güncellenmesi ve modelin performansının iyileştirilmesi için kritik bir adımdır. Bir epoch, modelin tüm eğitim veri kümesini baştan sona bir kez kullanarak öğrenme sürecini tamamladığı eğitim döngüsüdür. Genellikle, veri kümesi, modelin daha verimli ve hızlı öğrenmesi için daha küçük parçalara, yani mini-batch'lere (mini-partiler) bölünür. Bu süreç, Stochastic Gradient Descent (SGD) veya onun varyantları gibi optimizasyon algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir. Epoch boyunca eğitim, modelin performansını artırmak ve aşırı öğrenme (overfitting) ile düşük öğrenme (underfitting) sorunlarını dengelemek için önemlidir. Eğitim sırasında, modelin performansı düzenli olarak kayıp fonksiyonu kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında eğitsel dijital oyundan elde ettiğimiz veriyi LSTM modeline soktuktan sonra modelin eğitimi yapılmaktadır. Modelin her bir sütun (oyun adedi, seçilen tür sayısı, açıklama bölümünü izleme, başarı vb.) ile son sütun(kategori) arasındaki ilişkiyi öğrenmesini beklenmektedir. Eğitim devam ederken modelin tahminleri ile gerçekte olan kategori arasındaki farkı hesaplaması gerekmektedir. Örneğin beklediğimiz sonuç 100 ise ve model 90 tahmin ediyorsa kayıp fonksiyonu

modelin 10 hata yaptığını söyler. Bu hatayı 0'a indirmek içinde optimizasyon algoritmaları kullanılmaktadır. Bu araştırmada sınıflandırma problemi için CrossEntropyLoss ve Adam optimizasyon algoritmasını kullanılmıştır. Model “epoch” ‘lar boyunca eğitilmiştir. Buradaki “epoch” ‘lar tur olarak düşünülebilir. Her bir epoch; öğren, tahmin et, kayıp hesapla, optimize et sırasını içermektedir ve epoch sayısı bu turun kaç defa çalışacağını belirler. Birinci turun sonunda modelin kaybı, kayıp fonksiyonu kullanılarak ölçülmekte ve sonra optimizasyon algoritması uygulanarak modelin parametreleri güncellenmektedir. Sonra tekrar başa dönülür ve bu işlem epoch sayısı kadar tekrarlanır. Modelin eğitim tamamlanınca, modeli daha önce modele sokmadığımız veriler ile test edip skorları hesaplanmakta ve tüm süreç bu şekilde tamamlanmaktadır.

Model Değerlendirmesi

Model, test verileri üzerinde değerlendirildiğinde, “accuracy_score” ve “F1_score” gibi metrikler kullanılarak performansı ölçülmüştür. Doğruluk (accuracy), modelin doğru tahminlerde bulunma oranını gösterirken, F1 skoru modelin hassasiyet ve duyarlılık arasındaki dengesini gösterir. Ayrıca, modelin tahmin hatalarını değerlendirmek için “mean_absolute_error”, “mean_squared_error” ve “r2_score” gibi regresyon metrikleri de kullanılmıştır (Kochukrishnan, Krishnamurthy & Kaliapan, 2024).

Mean Absolute Error (MAE), modelin tahminlerinin gerçek değerlere olan ortalama mutlak hatasını ölçer. MAE, modelin tahminlerinin ne kadar sapma gösterdiğini anlamak için kullanılır ve her bir hata teriminin mutlak değeri alınarak hesaplanır.

Mean Squared Error (MSE), modelin tahminlerinin gerçek değerlere olan ortalama kare hatasını ölçer. MSE, hataların karesini alarak, büyük hatalara daha fazla ağırlık verir ve bu nedenle modelin büyük hataları ne kadar minimize ettiğini anlamak için kullanılır.

R^2 Score (R-Kare), modelin bağımsız değişkenlerin değişkenliğini ne kadar iyi açıkladığını ölçer. R^2 , modelin performansını referans modelle (genellikle ortalama tahmini) karşılaştırarak değerlendirir. R^2 skoru, 0 ile 1 arasında bir değere sahip olup, 1 modelin mükemmel uyumunu, 0 ise modelin bağımsız değişkenlerle hiçbir ilişki kurmadığını gösterir.

Regresyon analizinde modelin tahmin hatalarını değerlendirmek için kullanılan MAE, MSE ve R^2 metrikleri, modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini farklı açılardan ölçer. MAE, hataların ortalama mutlak büyüklüğünü, MSE, hataların ortalama karesini, R^2 ise modelin bağımsız değişkenlerin değişkenliğini ne kadar iyi açıkladığını gösterir. Bu metrikler, model değerlendirme sürecinde birbirini tamamlayıcı bilgiler sunarak, daha kapsamlı ve güvenilir bir performans analizi yapılmasını sağlar.

Doğruluk, F1 değeri, ROC eğrisinin altında kalan alan (AUC) veri analizi ve geliştirilen yapay zekâ modellerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Derin öğrenmede doğruluk (accuracy), bir modelin doğruluk oranını ölçen temel performans metriğidir. Doğruluk, modelin doğru tahmin ettiği örneklerin sayısının, toplam örnek sayısına oranıdır. Bu, modelin ne kadar doğru tahminler

yaptığını genel bir bakış açısıyla anlamamıza yardımcı olur (Kotsiantis, Pierrakeas, & Pintelas, 2004). F1 skoru, derin öğrenmede ve diğer makine öğrenme uygulamalarında kullanılan bir performans metriğidir. F1 skoru, kesinlik (precision) ve duyarlılığın (recall) harmonik ortalaması olarak tanımlanır. Bu metrik, özellikle dengesiz veri setlerinde faydalıdır çünkü modelin hem pozitif örnekleri doğru bir şekilde tanıma kabiliyetini (duyarlılık) hem de tanınan pozitif örneklerin ne kadarının doğru olduğunu (kesinlik) dikkate alır (Asselman & Aammou, 2021). AUC (Area Under the Curve), makine öğreniminde ve özellikle sınıflandırma problemlerinde model performansını değerlendirmek için kullanılan bir metriktir. AUC, ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisinin altındaki alanı ifade eder. ROC eğrisi, bir modelin farklı eşik değerlerinde doğru pozitif oranını (TPR, True Positive Rate) ve yanlış pozitif oranını (FPR, False Positive Rate) grafikte gösterir.

AUC şu şekilde yorumlanır:

1. 0.5 AUC: Model rastgele tahmin yapıyor demektir. Bu, modelin sınıflandırmada herhangi bir bilgi sağlamadığını gösterir.
2. $0.5 < \text{AUC} < 1$: Modelin pozitif ve negatif sınıfları ayırt etme yeteneğinin olduğunu gösterir. AUC değeri ne kadar yüksekse, model o kadar iyi performans gösterir.
3. 1 AUC: Model mükemmel bir performans sergiliyor demektir. Tüm pozitif örnekleri doğru bir şekilde pozitif, tüm negatif örnekleri doğru bir şekilde negatif olarak sınıflandırır.

Alanyazında AUC ve F1 skorlarının değerlendirilmesine yönelik rubrikler de mevcuttur.

Çalışmanın yorumlanmasında kullanılan rubrik, Tablo 10 ile gösterilmiştir.

Tablo 10. Derin Öğrenme Sınıflama Modelinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Metriklerin Yorumlanmasına İlişkin Rubrik

Metrik	AUC	Doğruluk	F1
Çok iyi	>0.8	>0.9	>0.9
İyi	0.7-0.8	0.7-0.9	0.8-0.9
Yeterli	0.5-0.7	0.6-0.7	0.5-0.8
Kötü/yetersiz	0.5	<0.6	<0.5

Tablo 10 ile gösterilen rubrik uyarınca, AUC değerleri için 0.5'ten düşük değerler kötü performans, 0.5 ile 0.7 arasındaki değerler yeterli (orta) performans, 0.7 ile 0.8 arasındaki değerler iyi performans ve 0.8 üzerindeki değerler çok iyi performans olarak sınıflandırılmaktadır (Çorbacıoğlu & Aksel, 2023). F1 değeri için ise 0.5'ten düşük değerler iyi olmayan 118 performans, 0.5-0.8 arası değerler yeterli performans, 0.8 ile 0.9 arası değerler iyi performans, 0.9 üzeri değerler ise çok iyi performans olarak yorumlanmaktadır. Benzer şekilde doğruluk için 0.6'dan küçük değerler iyi olmayan performans, 0.6-0.7 arası değerler yeterli performans, 0.7 ile 0.9 arası değerler iyi performans, 0.9 üzeri değerler ise çok iyi performans olarak yorumlanmaktadır (Çorbacıoğlu &

Aksel, 2023). Bu çalışmada elde edilen bulguların yorumlanmasında da bu ölçütler göz önünde bulundurulmuştur.



4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, özel yetenekli öğrencilerin YPÇ sürecinde sorun yaşadıkları basamaklar ve bu basamaklar ile eğitilmiş eğitsel dijital oyundan derin öğrenme modeliyle elde edilmiş bulgulara yer verilmiştir.

4. 1. Öğrencilerin Sorun Yaşadıkları Yaratıcı Problem Çözme Basamaklarının Ders İçi Etkinlikle Tespit Edilmesine Ait Bulgular

Özel yetenekli öğrencilerin YPÇ sürecinde sorun yaşadıkları basamağın tespit edilmesi amaçlı sınıf içinde uygulanan YPÇ etkinliği YPÇDPA ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçlarından elde edilen veriler Tablo 11’de öğrencilerin sınıf içi etkinlikte YPÇ sürecinde BYF ve ÖYG gruplarında yer alan özel yetenekli kız ve erkek öğrencilerin sorun yaşadıkları basamaklar gösterilmiştir.

Problemin Anlaşılması ve Veri Toplanması:

Bu basamak, problemin anlaşılması ve veri toplanması aşamasını kapsar. BYF grubundaki kız öğrencilerinin 8’i (%28,57), erkek öğrencilerin 8’i(%53,33) bu basamakta sorun yaşarken ÖYG grubundaki kız öğrencilerinin 8’si (%22,22), erkek öğrencilerin 6’sı (%19,35) sorun yaşamıştır. Tüm kız öğrencilerden 16’sı (%25), tüm erkek öğrencilerden 14’ünün (%30,43) bu basamakta sorun yaşadığı görülmüştür. Özellikle BYF grubundaki erkek öğrencilerin bu kategorisinde oldukça yüksek oranda sorun yaşadığı dikkat çekmektedir.

Çözüm Önerileri Bulma:

Bu basamak, öğrencilerin çözüm önerileri bulma aşamasını kapsamaktadır. BYF grubundaki kız öğrencilerinin 7’si (%25), erkek öğrencilerin 2’si(%13,33) bu basamakta sorun yaşarken ÖYG grubundaki kız öğrencilerinin 13’ü (%36,11), erkek öğrencilerin 6’sı (%19,35) sorun yaşamıştır. Tüm kız öğrencilerden 20’si (%31,25), tüm erkek öğrencilerden 8’i (%17,39) bu basamakta sorun yaşamıştır. Kız öğrencilerin çözüm önerileri bulma basamağında erkek öğrencilere kıyasla daha fazla sorun yaşadığı görülmektedir. Özellikle ÖYG grubunda, kız öğrencilerin sorun yaşadığı dikkat çekmektedir.

İdeal Çözümü Bulma:

Bu basamak, öğrencilerin ideal çözümü bulma aşamasını kapsar. BYF grubundaki kız öğrencilerinin 8’i (%28,57), erkek öğrencilerin 2’si(%13,33) bu basamakta sorun yaşarken ÖYG grubundaki kız öğrencilerinin 7’si (%19,44), erkek öğrencilerin 7’si (%22,58) sorun yaşamıştır. Tüm kız öğrencilerden 15’i (%23,43), tüm erkek öğrencilerden 9’u (%19,56) bu basamakta sorun yaşamıştır. BYF grubunda kız öğrencilerin bu basamakta sorun yaşayanları daha fazlayken ÖYG grubunda ise, erkek öğrenciler bu basamakta daha fazla sorun yaşadığı görülmüştür.

Değerlendirme:

Bu basamak, öğrencilerin değerlendirme aşamasını kapsar. BYF grubundaki kız öğrencilerinin 5'i (%17,85), erkek öğrencilerin 3'ü (%20) bu basamakta sorun yaşarken ÖYG grubundaki kız öğrencilerinin 8'i (%22,22), erkek öğrencilerin 12'si (%38,70) sorun yaşamıştır. Tüm kız öğrencilerden 13'ü (%20,31), tüm erkek öğrencilerden 15'i (%32,60) bu basamakta sorun yaşamıştır. BYF ve ÖYG grubunda erkek öğrencilerin bu basamakta daha fazla sorun yaşadıkları görülmüştür.

Tablo 11. Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinliklerde YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamağın Tespitine İlişkin Bulgular

Kategori	YPÇ sürecinde zorlanılan basamak	BYF		ÖYG		Toplam	
		Kız (f/%)	Erkek (f/%)	Kız (f/%)	Erkek (f/%)	Kız (f/%)	Erkek (f/%)
		28	15	36	31	64	46
1	Problemin anlaşılması ve veri toplanması	8/28,57	8/53,33	8/22,22	6/19,35	16/25	14/30,43
2	Çözüm Önerileri bulma	7/25	2/13,33	13/36,11	6/19,35	20/31,25	8/17,39
3	İdeal çözümü bulma	8/28,57	2/13,33	7/19,44	7/22,58	15/23,43	9/19,56
4	Değerlendirme	5/17,85	3/20	8/22,22	12/38,70	13/20,31	15/32,60

Sınıf içi etkinliklerde BYF ve ÖYG gruplarındaki öğrencilerin yaratıcı problem çözme sürecindeki performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirme, problemin anlaşılması ve veri toplanması, çözüm önerileri bulma, ideal çözümü bulma ve değerlendirme olmak üzere dört ana kategori üzerinden gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin performansları 5'li Likert ölçeği kullanılarak, başlangıç düzeyi, geliştirilebilir, kabul edilebilir, iyi ve çok iyi kategorilerinde puanlanmıştır. BYF ve ÖYG gruplarındaki öğrencilerin yaratıcı problem çözme sürecindeki performanslarını ve bu performansların çeşitli aşamalarda nasıl dağıldığına bakıldığında her iki gruptaki öğrencilerin belirli basamaklarda farklı seviyelerde performans gösterdiği ve bu performansların çeşitli kategorilerde dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir. BYF grubundaki öğrencilerin ÖYG grubuna göre daha çok birinci kategoride sorun yaşadıkları, ÖYG grubundaki öğrencilerin ise daha çok ikinci basamakta sorun yaşadıkları görülmüştür (Tablo 12 ve Tablo 13).

Tablo 12. BYF Grubundaki Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinlikte YPÇ Sürecindeki Performansları

Kategori	YPÇ sürecinde sorun yaşanan basamak	Başlangıç düzeyi (f/%)	Geliştirilebilir (f/%)	Kabul Edilebilir (f/%)	İyi (f/%)	Çok İyi (f/%)
1	Problemin anlaşılması ve veri toplanması	9/20,93	7/16,27	12/27,90	9/20,93	6/13,95
2	Çözüm Önerileri bulma	2/4,65	7/16,27	8/18,60	10/23,25	16/37,20
3	İdeal çözümü bulma	4/9,30	6/13,95	7/16,27	11/25,58	15/34,88
4	Değerlendirme	3/6,97	5/11,62	11/25,58	7/16,27	17/39,53

Tablo 13. ÖYG Grubundaki Öğrencilerin Sınıf İçi Etkinlikte YPÇ Sürecindeki Performansları

Kategori	YPÇ sürecinde zorlanılan basamak	Başlangıç düzeyi (f/%)	Geliştirilebilir (f/%)	Kabul Edilebilir (f/%)	İyi (f/%)	Çok İyi (f/%)
1	Problemin anlaşılması ve veri toplanması	5/7,46	9/13,43	19/28,35	20/29,85	14/20,89
2	Çözüm Önerileri bulma	13/19,40	6/8,95	24/35,82	14/20,89	10/14,92
3	İdeal çözümü bulma	11/16,41	3/4,47	21/31,34	19/28,35	13/19,40
4	Değerlendirme	15/22,38	5/7,46	18/26,86	17/25,37	12/17,91

BYF ve ÖYG gruplarındaki öğrencilerin yaratıcı problem çözme sürecindeki performanslarının 5'li likert ölçeğine göre değerlendirilmesi sonucunda aldıkları puanların ortalaması 4 ana kategori üzerinden değerlendirilmiştir. Kabul edilebilir ve üzerinde puanlanan öğrencilerin o kategoride sorun yaşamadığını göstermektedir.

Problemin Anlaşılması ve Veri Toplanması:

Kategori 1 ile temsil edilen problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin 16'sı (%37,20) ÖYG grubu öğrencilerinin ise 14'ü (%20,89) 5'li likert ölçeğine göre kabul edilebilir kategorisinin altında puanlanmıştır. Bu veri BYF grubundaki öğrencilerin ÖYG grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Tüm öğrencilerin sorun yaşadığı tüm basamaklar incelendiğinde %37,20 ile BYF grubundaki öğrencilerin problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağı öne çıkmaktadır.

Çözüm Önerileri Bulma:

Kategori 2 ile temsil edilen çözüm önerileri bulma basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin 9'u (%20,93) ÖYG grubu öğrencilerinin ise 19'u (%28,35) 5'li likert ölçeğine göre kabul edilebilir kategorisinin altında puanlanmıştır. Bu veri ÖYG grubundaki öğrencilerin BYF grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

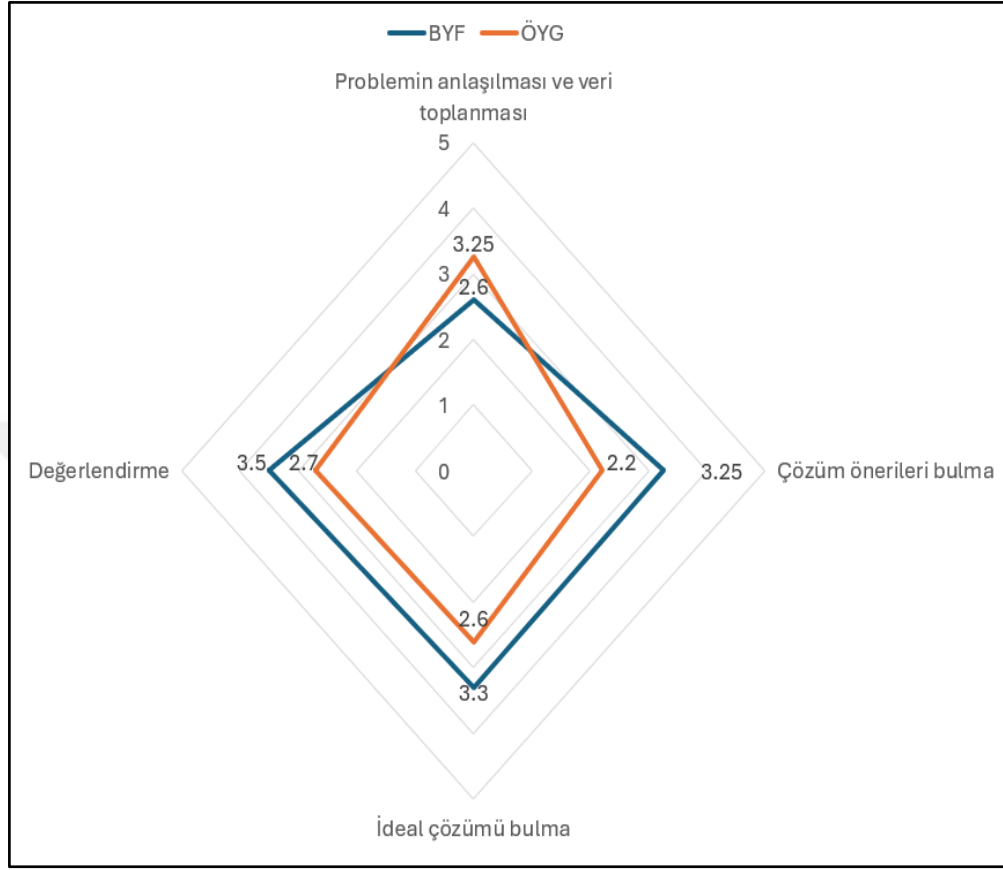
İdeal Çözümü Bulma:

Kategori 3 ile temsil edilen ideal çözüm bulma basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin 10'u (%23,25) ÖYG grubu öğrencilerinin ise 14'ü (%20,89) 5'li likert ölçeğine göre kabul edilebilir kategorisinin altında puanlanmıştır. Bu veri BYF grubundaki öğrencilerin ÖYG grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca ÖYG grubundaki öğrencilerin problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağı ile ideal çözüm bulma basamağında %20,89 ile aynı oranda sorun yaşadıkları görülmektedir.

Değerlendirme:

Kategori 4 ile temsil edilen değerlendirme basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin 8'i (%18,60) ÖYG grubu öğrencilerinin ise 20'si (%29,85) 5'li likert ölçeğine göre

kabul edilebilir kategorisinin altında puanlanmıştır. Bu veri ÖYG grubundaki öğrencilerin BYF grubundaki öğrencilere kıyasla daha fazla sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır.



Grafik 1. Sınıf İçi etkinlikte BYF ve ÖYG grubundaki öğrencilerin YPÇ sürecindeki performanslarının karşılaştırılması

4. 2. Öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme Becerilerindeki Eksikliklerin Derin Öğrenme ile Belirlenmesine Ait Bulgular

Tablo 14 incelendiğinde BYF grubundaki öğrencilerin %39,53'ü tanıtım videosunu izlemişken %60,46'sı izlememiştir. ÖYG grubundaki öğrencilerin ise %34,32'si tanıtım videosunu izlemişken %65,67'si izlememiştir. Toplamda %36,36 öğrenci tarafından oyun tanıtım videosu izlerken % 63,63 izlenmemiştir.

Tablo 14. BYF ve ÖYG Gruplarındaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumunun Dağılımı

Oyun tanıtım videosu izlenme durumu	BYF		ÖYG		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
İzlenme	17	39,53	23	34,32	40	36,36
İzlenmeme	26	60,46	44	65,67	70	63,63

Tablo 15'te BYF ve ÖYG grubundaki öğrencilerin oyun tanıtımını izleme durumlarının sınıf için etkinlikteki YPÇ basamağında sorun yaşadıkları basamakla ilişkisini gösteren bulgulara yer verilmiştir. Tablo 15' problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan öğrencileri temsil eden kategori 1'de yer alan BYF grubu öğrencisinin %75'inin oyun tanıtım videosunu izlemediği aynı kategori için ÖYG grubundaki öğrencilerde bu oranın %68,24 olduğu görülmektedir. Çözüm önerileri bulma ve ideal çözüm bulma basamağını temsil eden kategori 2 ve 3'te BYF ve ÖYG grubundaki öğrencilerin oyunu tanıtım videosunu izleme ve izlememe durumunun birbirlerine çok yakın oranlarda olduğu görülmektedir. Değerlendirme basamağını temsil eden kategori 4' ise BYF grubu öğrencisinin %62,5'inin oyun tanıtım videosunu izlemediği aynı kategori için ÖYG grubundaki öğrencilerde bu oranın %75 olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 15. BYF ve ÖYG Gruplarındaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumunun Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşanan Basamaklara Dağılımı

Kategoriler	BYF		ÖYG		Toplam	
	İzlenme (f/%)	İzlenmeme (f/%)	İzlenme (f/%)	İzlenmeme (f/%)	İzlenme (f/%)	İzlenmeme (f/%)
1	4/25	12/75	5/37,71	9/64,28	9/30	21/70
2	4/44,44	5/55,55	9/47,36	10/52,63	13/56,52	15/53,57
3	6/60	4/40	4/28,57	10/71,42	10/41,66	14/58,33
4	3/37,5	5/62,5	5/25	15/75	8/28,57	20/71,42

Oyun üç seviyeden oluşmaktadır. Oyun seviyelerinde BYF öğrencilerine ait başarı durumları oyun tanıtım videosunun izlenme ve oyun bilgi sembolünün tıklanma durumları kategori bazlı incelenmiş ve elde edilen bulgulara Tablo 16' de yer verilmiştir.

Kategori 1 ile temsil edilen problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin oyun tanıtım videosunu izleme ve oyun bilgi sembolünü tıklama durumu incelendiğinde hem izleyip hem de tıklayan 4 öğrencinin 3'ünün oyunun ilk seviyesinde 2'sinin ikinci ve üçüncü seviyesinde başarılı oldukları görülmüştür. Bu kategoride 9 öğrenci ile yığılmanın izlenmeme ancak tıklanma durumunda olduğu görülmüş ve bu öğrencilerin; 6'sı birinci, 4'ünün ikinci ve 3'ünün üçüncü seviyede başarılı olmuştur. İzlemeyip tıklamayan 2 öğrenci de oyunun hiçbir seviyesinde başarılı olamamıştır.

Kategori 2 ile temsil edilen çözüm önerileri bulma basamağında sorun yaşayan 9 BYF grubu öğrencisinin 5 öğrenci ile izlenmeme-tıklanma durumunda yığılma gösterdiği görülmektedir. Bu öğrencilerin 4'ü birinci seviyede 3'ü ikinci ve üçüncü seviyede başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanma ve izlenmeme-tıklanmama durumlarında 2'ser öğrenci yer almakta olup bu öğrenciler hiçbir oyun seviyesinde başarılı olmadığı görülmüştür. Bu kategoride izlenmeme-tıklanmama durumunda öğrenci bulunmamaktadır.

Kategori 3 ile temsil edilen ideal çözüm bulma basamağında sorun yaşayan 10 BYF grubu öğrencisinin 3'ü izlenme-tıklanma durumunda olup bu öğrencilerin tamamı birinci seviyede başarılı olmuşken 2'si ikinci ve üçüncü seviyelerde başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanmama durumunda yer alan 3 öğrencinin hiçbir oyun seviyesinde başarılı olamadığı görülmektedir. İzlenmeme-tıklanma durumunda yer alan 4 öğrenci birinci seviyede başarılı olurken oyunun ikinci ve üçüncü seviyesinde 2 öğrenci başarılı olmuştur. İzlenmeme-tıklanmama durumunda öğrenci bulunmaktadır.

Kategori 4 ile temsil edilen değerlendirme basamağında sorun yaşayan 8 BYF grubu öğrencisinin 5 öğrenci ile izlenmeme-tıklanma durumunda yığılma gösterdiği görülmektedir. Bu öğrencilerin 5'i oyunun birinci seviyesinde başarılı olurken 3'ü ikinci seviyede 2'si üçüncü seviyede başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanma durumunda yer alan 2 öğrenci oyunun tüm seviyelerinde başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanmama durumundaki 1 öğrencinin de tüm oyun seviyelerinde başarılı olduğu görülmüştür. Bu kategoride izlenmeme-tıklanmama durumunda öğrenci bulunmamaktadır.

Tablo 16. BYF Grubundaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumu ile Oyun Bilgi Sembolüne Tıklanılma Durumunun Oyun Başarısına Etkisi

Kategori	Tanıtım Videosu İzlenme Durumu	Oyun bilgi sembolüne tıklanılma durumu	Toplam	1. Seviye		2. Seviye		3. Seviye	
				Başarılı	Başarısız	Başarılı	Başarısız	Başarılı	Başarısız
1	İzlenme	Tıklanma	4	3	1	2	2	2	2
1	İzlenme	Tıklanmama	1	0	1	0	1	0	1
1	İzlenmeme	Tıklanma	9	6	3	4	5	3	6
1	İzlenmeme	Tıklanmama	2	0	2	0	2	0	2
2	İzlenme	Tıklanma	2	0	2	0	2	0	2
2	İzlenme	Tıklanmama	2	0	2	0	2	0	2
2	İzlenmeme	Tıklanma	5	4	1	3	2	3	2
2	İzlenmeme	Tıklanmama	0	0	0	0	0	0	0
3	İzlenme	Tıklanma	3	3	0	2	1	2	1
3	İzlenme	Tıklanmama	3	0	3	0	3	0	3
3	İzlenmeme	Tıklanma	4	4	0	2	2	2	2
3	İzlenmeme	Tıklanmama	0	0	0	0	0	0	0
4	İzlenme	Tıklanma	2	2	0	2	0	2	0
4	İzlenme	Tıklanmama	1	1	0	1	0	1	0
4	İzlenmeme	Tıklanma	5	5	0	3	2	2	3
4	İzlenmeme	Tıklanmama	0	0	0	0	0	0	0

Oyun seviyelerinde ÖYG öğrencilerine ait başarı durumları oyun tanıtım videosunun izlenme ve oyun bilgi sembolünün tıklanma durumları kategori bazlı incelenmiş ve elde edilen bulgulara Tablo 17’ de yer verilmiştir.

Kategori 1 ile temsil edilen problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan 14 ÖYG grubu öğrencisinin oyun tanıtım videosunu izleme ve oyun bilgi sembolünü tıklama durumu incelendiğinde; izleme-tıklama durumunda 4, izlenme tıklanmama durumunda 1 öğrenci bulunduğu ve bu öğrencilerin oyunun üç seviyesinde de başarılı olamadıkları gözlenmiştir. İzlenmeme-tıklanma durumundaki 4 öğrenciden 1’i oyunun birinci ve ikinci seviyesinde başarılı olurken üçüncü seviyede başarılı öğrenci bulunmamaktadır. İzlenmeme-tıklanmama durumundaki 5 öğrencinin oyunun üç seviyesinde de başarısız olduğu görülmüştür.

Kategori 2 ile temsil edilen çözüm önerileri bulma basamağında sorun yaşayan 19 ÖYG grubu öğrencisinin 5’i izlenme-tıklanma durumunda olup bu öğrencilerin 3’ü oyunun birinci seviyesinde başarılı olmuşken 1’i ikinci ve üçüncü seviyede başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanmama durumunda yer alan 2 öğrencinin oyunun hiçbir seviyesinde başarılı olamadığı görülmüştür. Bu kategoride yer alan izlenmeme-tıklanma durumundaki 5 öğrencinin 2’si oyunun tüm seviyelerinde başarılı olmuştur. İzlenmeme-tıklanmama durumunda yer alan 7 öğrencinin 3’ünün oyunun tüm seviyelerinde başarılı olduğu görülmüştür.

Kategori 3 ile temsil edilen ideal çözüm bulma basamağında sorun yaşayan 14 ÖYG grubu öğrencisinin 7 öğrenci ile izlenmeme-tıklanma durumunda yığılma gösterdiği görülmektedir. Bu öğrencilerin tamamı oyunun birinci seviyesinde başarılı olurken 6’sı ikinci seviyede, 4’ü üçüncü seviyede başarılı olmuştur. Bu kategoride izlenme-tıklanmama durumunda öğrenci bulunmamaktadır. İzlenmeme-tıklanmama durumunda yer alan 3 öğrenci oyunun ilk seviyesinde başarılı olurken ikinci ve üçüncü seviyede başarılı olan 2 öğrenci olmuştur.

Kategori 4 ile temsil edilen değerlendirme basamağında sorun yaşayan 20 ÖYG grubu öğrencisinin 11 öğrenci ile izlenmeme-tıklanma durumunda yığılma gösterdiği görülmektedir. Bu öğrencilerin tamamı oyunun birinci ve ikinci seviyesinde başarılı olurken 8’i üçüncü seviyede başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanma durumunda yer alan 3 öğrencinin 2’si oyunun tüm seviyelerinde başarılı olmuştur. İzlenme-tıklanmama durumundaki 2 öğrenciden 1’i oyunun birinci seviyesinde başarılı olurken ikinci ve üçüncü seviyelerinde başarılı öğrenci bulunmamaktadır. İzlenmeme-tıklanmama durumunda yer alan 5 öğrencinin 2’si oyunun birinci ve ikinci seviyesinde başarılı olurken 1’i üçüncü seviyede başarılı olmuştur.

Tablo 17. ÖYG Grubundaki Oyunun Tanıtım Videosunun İzlenme Durumu ile Oyun Bilgi Sembolüne Tıklanılma Durumunun Oyun Başarısına Etkisi

Kategori	Tanıtım Videosu İzlenme Durumu	Oyun bilgi sembolüne tıklanılma durumu	Toplam	1. Seviye		2. Seviye		3. Seviye	
				Başarılı	Başarısız	Başarılı	Başarısız	Başarılı	Başarısız
1	İzlenme	Tıklanma	4	0	4	0	4	0	4
1	İzlenme	Tıklanmama	1	0	1	0	1	0	1
1	İzlenmeme	Tıklanma	4	1	3	1	3	0	4
1	İzlenmeme	Tıklanmama	5	0	5	0	5	0	5
2	İzlenme	Tıklanma	5	3	2	1	4	1	4
2	İzlenme	Tıklanmama	2	0	2	0	2	0	2
2	İzlenmeme	Tıklanma	5	2	3	2	3	2	3
2	İzlenmeme	Tıklanmama	7	3	4	3	4	3	4
3	İzlenme	Tıklanma	3	3	0	3	0	2	1
3	İzlenme	Tıklanmama	0	0	0	0	0	0	0
3	İzlenmeme	Tıklanma	7	7	0	6	1	4	3
3	İzlenmeme	Tıklanmama	3	3	0	2	1	2	1
4	İzlenme	Tıklanma	3	2	1	2	1	2	1
4	İzlenme	Tıklanmama	2	1	1	0	2	0	2
4	İzlenmeme	Tıklanma	11	11	0	11	0	8	3
4	İzlenmeme	Tıklanmama	5	2	3	2	3	1	4

Tablo 18’de BYF grubundaki öğrencilerin oyundaki seviyeleri oynarken eklediği türler ve seviyedeki başarı durumuyla ilgili bulgular paylaşılmıştır. Tablo 18 incelendiğinde problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan öğrencileri temsil eden kategori 1’de oyunu 1.seviyesinde başarılı olan öğrenciler ortalama 33,88 tür eklemişken bu ortalama oyunun ikinci seviyesinde 25,33 ve oyunun üçüncü seviyesinde 22,60 türe düşmüştür. Artan oyun seviyelerinde başarılı öğrenci sayısı ile birlikte eklenen ortalama tür sayısı da azalmıştır. Öğrencilerin ortalama daha az tür ekleyerek seviyeleri geçtikleri görülmektedir.

Kategori 2 ile temsil edilen çözüm önerileri bulma basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin oyun seviyelerinde başarılı olanlarının ilk iki seviyede 18 ve 17,66 ile birbirine çok yakın ortalamalarda tür ekledikleri ancak oyunun üçüncü seviyesinde ortalama eklenen tür sayısının 25,33 ile arttığı görülmektedir.

Kategori 3 ile temsil edilen ideal çözüm bulma basamağında sorun yaşayan BYF grubu öğrencilerinin oyunun ilk seviyede başarılı olanlarının ortalama 34 tür eklediği oyunun ikinci seviyede eklenen tür ortalamasının 57,75 yükseldiği üçüncü seviyede ise ortalama 53 tür eklenmiştir.

Kategori 4 ile temsil edilen değerlendirme basamağında sorun yaşayan 8 BYF grubu öğrencisinin tamamının oyunun ilk seviyesinde başarılı olarak ortalama 36,5 tür eklemiş, ikinci seviyede başarılı öğrencisi sayısı 6 ya düşerken eklenen ortalama tür sayısı 40 olmuştur. Oyunun üçüncü seviyesinde 5 başarılı öğrencinin ortalama 33 tür eklediği görülmektedir.

Tüm kategoriler ve oyun seviyeleri birlikte değerlendirildiğinde oyunun her bir seviyesinde başarılı olan öğrencilerin aynı kategori ve seviye dikkate alındığında başarısız olan öğrencilerden daha fazla ortalama tür eklediği görülmektedir.

Tablo 18. BYF Grubunun Oyun Seviyelerindeki Tür Ekleme Sayılarının Ortalamalarının Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamaklarındaki Dağılımı

Kategori	BYF											
	1. seviye				2. seviye				3. seviye			
	Başarılı		Başarısız		Başarılı		Başarısız		Başarılı		Başarısız	
	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması
1	10	33,88	6	8	6	25,33	3	13	5	22,60	1	12
2	4	18	5	9,75	3	17,66	1	7	3	25,33	0	0
3	8	34	4	14,66	4	57,75	3	8,33	3	53	1	0
4	8	36,5	0	0	6	40	2	37,5	5	33	3	6,33

Tablo 19’de ÖYG grubundaki öğrencilerin oyundaki seviyeleri oynarken eklediği türler ve seviyedeki başarı durumuyla ilgili bulgular paylaşılmıştır. Tablo 19 incelendiğinde problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında sorun yaşayan öğrencileri temsil eden kategori 1’de oyunu sorun yaşayan 14 ÖYG öğrencisinden sadece 1 tanesi oyunun üç seviyesini de başarıyla tamamlamış ve üç oyun seviyesi için sırasıyla; 6, 8 ve 12 tür eklemiştir.

Kategori 2 ile temsil edilen çözüm önerileri bulma basamağında sorun yaşayan ÖYG grubu öğrencilerinin oyun seviyelerinde başarılı olanlarının ilk seviyede ortalama 21,14 ikinci seviyede 19,4 üçüncü seviyede ise ortalama 29,8 tür eklediği görülmüştür. Bu basamakta sorun yaşayan ÖYG öğrencilerinin ilk iki seviyede birbirine yakın ortalama tür ekleyerek üçüncü seviyede eklenen ortalama tür sayısı artmıştır.

Kategori 3 ile temsil edilen ideal çözüm bulma basamağında sorun yaşayan 14 ÖYG grubu öğrencisinin tamamı oyunun ilk seviyesinde başarılı olurken ortalama 25,53 tür eklemiştir. Bu öğrencilerin 11’inin ikinci seviyede de başarılı olarak ortalama 31,09 tür eklediği görülmektedir. Oyunun son seviyesinde 8 öğrenci başarılı olup ortalama 29,12 tür eklemiştir. Bu oyun seviyesinde başarısız olan 3 öğrencinin ortalama 62,33 tür eklediği görülmüştür.

Kategori 4 ile temsil edilen değerlendirme basamağında sorun yaşayan ÖYG grubu 20 öğrencinin 14’ü oyunun ilk seviyesinde başarılı olurken ortalama 16,8 tür eklemiştir. Bu öğrencilerin 13’ü oyunun ikinci seviyesinde de başarılı olurken ortalama 22,42 tür ile eklenen tür sayısı artmıştır. Oyunun üçüncü seviyesinde başarılı olan 11 öğrenci ortalama 33,54 tür eklemiştir. Oyun bu seviyesinde başarısız olan 3 öğrencinin ortalama 43 tür eklediği görülmüştür. BYF grubu öğrencilerden farklı olarak ÖYG grubu öğrencilerinde oyunun üçüncü seviyesine ulaşmış ancak başarısız olmuş öğrencilerin başarılı olanlardan daha fazla tür eklediği görülmektedir.

Tablo 19. ÖYG Grubunun Oyun Seviyelerindeki Tür Ekleme Sayılarının Ortalamalarının Sınıf İçi Etkinlikteki YPÇ Sürecinde Sorun Yaşadıkları Basamaklarındaki Dağılımı

Kategori	ÖYG											
	2. seviye				3. seviye				4. seviye			
	Başarılı		Başarısız		Başarılı		Başarısız		Başarılı		Başarısız	
	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması	Öğrenci sayısı	Eklenen tür sayısı ortalaması
1	1	6	13	5,6	1	8	0	0	1	12	0	0
2	7	21,14	12	10,18	5	19,4	1	23	5	29,8	0	0
3	14	25,53	0	0	11	31,09	2	16,5	8	29,12	3	62,33
4	14	16,8	6	16,66	13	22,42	1	10	11	33,54	3	43

Tablo 20’de BYF ve ÖYG grubundaki öğrencilerin oyuna gereksiz tür ekleme ortalamalarının cinsiyete göre dağılımına ilişkin bulgular paylaşılmıştır. BYF grubunda gereksiz tür ekleyen 28 kız ve 15 erkek öğrenci iken ÖYG grubunda 36 kız ve 31 erkek öğrencidir. Eklenen gereksiz tür ortalamaları incelendiğinde; BYF grubundaki kız öğrencilerin ortalama 5,5 ve erkek öğrencilerin ortalama 5,6 tür eklediği görülmüştür. ÖYG grubundaki kız öğrenciler ise ortalama 2,4 gereksiz tür eklerken erkek öğrenciler 5,19 gereksiz tür eklemiştir.

Tablo 20. BYF ve ÖYG Grubundaki Öğrencilerin Gereksiz Tür Ekleme Ortalamalarının Cinsiyetlere Göre Dağılımı

	Kız		Erkek	
	BYF	ÖYG	BYF	ÖYG
Gereksiz eklenen tür ortalaması	5,5	2,4	5,6	5,19
f	28	36	15	31

Tablo 21’de BYF grubundaki öğrencilerin oyundaki türleri kullanma sıklığına ilişkin bulgular paylaşılmıştır. BYF grubundaki öğrencilerin oyuna eklenen 40 türü de kullandığı görülmüştür. Tablo 21 incelendiğinde; Ateş mercan, Deniz yılanı otu, Kaya yosunu, Sülüklü ördekotu türlerinin hem kız hem de erkek öğrencilerinin oyunda en fazla tercih ettikleri türler olmuştur. Bu türlerin tamamı üretici tür basamağındadır. Erkek öğrencilerin en az tercih ettiği türlerin; Kuzey kırlangıç balığı, Zeytin yeşili deniz kaplumbağası ve Sailfin tang olduğu görülmüştür. Kız öğrencilerin en az tercih ettiği türler ise; Hint-pasifik yelken balığı, Sailfin tang, Toz mavi tang ve Vahu’dur. BYF grubundaki kız öğrencilerin oyundaki bütün türleri erkek öğrencilere oranla daha fazla tercih ettiği görülmüştür.

Tablo 21. Oyundaki Türlerin BYF Gruplarında Kullanılma Sıklığı

Sıra	Tür Adı	Toplam	Kız	Erkek
1	Ateş mercan	135	94	41
2	Kaya yosunu	88	58	30
3	Deniz yılanı otu	97	67	30
4	Sülüklü ördekotu	84	54	30
5	Alevli melek balığı	75	43	32
6	Alev sırtlı cüce melek balığı	73	46	27
7	Saplı deniz yosunu	72	44	28
8	Küçük zebra balığı	69	48	21
9	Lambuka balığı	69	50	19
10	Yeşil deniz lalesi	67	46	21
11	Mor hidrokorall	67	50	17
12	Plankton	67	47	20
13	Kraliçe papağan balığı	66	47	19
14	İki renkli papağan balığı	64	47	17
15	Tavus kuşu kuyruğu	64	40	24

Tablo 21'in devamı

Sıra	Tür Adı	Toplam	Kız	Erkek
16	Hawksbill deniz kaplumbağası	63	48	15
17	Kılıçbalığı	62	43	19
18	Sarı tüp sünger	60	43	17
19	Boğa köpekbalığı	54	34	20
20	Tilki suratlı tavşan balığı	53	41	12
21	Cerrah balığı	53	33	20
22	Görkemli melek balığı	52	34	18
23	Zooplankton	51	36	15
24	Gagalı balina	50	37	13
25	Çift renkli melek balığı	49	33	16
26	Kirpi balığı	49	38	11
27	Kısa kuyruklu vatoz	49	34	15
28	Mavi çizgili melek balığı	47	34	13
29	Kraliçe melek balığı	46	34	12
30	Uzun kanatlı pilot balina	45	34	11
31	Mercan güzeli	44	31	13
32	Kral melek balığı	44	34	10
33	Vahu	43	30	13
34	Kuzey kırlangıç balığı	43	34	9
35	Mercan alabalık	42	32	10
36	Pasifik üçlü kuyruk	42	32	10
37	Toz mavi tang	42	30	12
38	Zeytin yeşili deniz kaplumbağası	41	32	9
39	Hint-pasifik yelken balığı	39	28	11
40	Sailfin tang	38	29	9

Tablo 22'de ÖYG grubundaki öğrencilerin oyundaki türleri kullanma sıklığına ilişkin bulgular paylaşılmıştır. ÖYG grubundaki öğrencilerin oyuna eklenen 40 türü de kullandığı görülmüştür. Tablo 22 incelendiğinde; Ateş mercan, Deniz yılanı otu, Plankton, Alev sırtlı cüce melek balığı, Kaya yosunu türlerinin hem kız hem de erkek öğrencilerinin oyunda en fazla tercih ettikleri türler olduğu görülmüştür. Erkek öğrencilerin en az tercih ettiği türlerin; Sailfin tang, Mercan güzeli, Mercan alabalık, Kuzey kırlangıç balığı ve Kılıçbalığı olduğu görülmüştür. Kız öğrencilerin en az tercih ettiği türler ise; Pasifik üçlü Kuyruk, Kısa kuyruklu vatoz, Uzun kanatlı pilot balina ve Gagalı balina'dır. ÖYG grubundaki erkek öğrencilerin oyundaki bütün türleri kız öğrencilere oranla daha fazla tercih ettiği görülmüştür.

Tablo 22. Oyundaki Türlerin ÖYG Gruplarında Kullanılma Sıklığı

Sıra	Tür Adı	Toplam	Kız	Erkek
1	Ateş Mercan	160	44	116
2	Deniz yılanı otu	117	28	89

Tablo 22'nin devamı

Sıra	Tür Adı	Toplam	Kız	Erkek
3	Plankton	115	30	85
4	İki renkli papağan balığı	104	26	80
5	Kaya yosunu	97	27	78
6	Sülüklü ördekotu	97	26	77
7	Alev sırtlı cüce melek balığı	97	28	71
8	Boğa köpekbalığı	93	13	70
9	Alevli melek balığı	89	12	69
10	Zooplankton	85	24	62
11	Mor hidrokorall	85	34	61
12	Sapli deniz yosunu	81	30	59
13	Yeşil deniz lalesi	79	22	57
14	Kraliçe papağan balığı	74	27	51
15	Çift renkli melek balığı	72	25	51
16	Kısa kuyruklu vatoz	72	10	49
17	Sarı tüp sünger	71	12	47
18	Tavus kuşu kuyruğu	70	31	47
19	Lambuka balığı	68	21	47
20	Cerrah balığı	66	17	45
21	Zeytin yeşili deniz kaplumbağası	64	22	42
22	Hawksbill deniz kaplumbağası	63	18	42
23	Tilki suratlı tavşan balığı	60	18	42
24	Kraliçe melek balığı	58	19	41
25	Toz mavi tang	55	27	39
26	Vahu	55	14	39
27	Görkemli melek balığı	54	22	39
28	Gagali balina	53	11	39
29	Küçük zebra balığı	53	14	38
30	Kirpi balığı	51	12	36
31	Kral melek balığı	48	13	35
32	Uzun kanatlı pilot balina	47	11	35
33	Mavi çizgili melek balığı	47	12	32
34	Pasifik üçlü Kuyruk	47	9	32
35	Hint-pasifik yelken balığı	45	13	31
36	Kılıçbalığı	42	11	28
37	Kuzey kırlangıç balığı	39	13	27
38	Mercan alabalık	39	15	26
39	Mercan güzeli	38	11	25
40	Sailfin tang	38	13	24

Tablo 23 incelenmiş, oyunun üç seviyesinde BYF ve ÖYG grubundaki kız ve erkek öğrencilerin başarı ve başarısızlık durumlarına yer verilmiştir. Oyunun birinci seviyesinde BYF grubundaki 16 (%57) kız ve 12 (% 80)erkek öğrenci başarılı olurken, 12 (%43) kız ve 3 (%20) erkek öğrenci başarısız olmuştur. ÖYG grubunda ise 15 (%42) kız ve 21 (%67) erkek öğrenci başarılı

olurken, 21 (%58) kız ve 10 (%32) erkek öğrenci başarısız olmuştur. Oyunun ikinci seviyesinde BYF grubundaki 13 (%46) kız ve 6 (%40) erkek öğrenci başarılı olurken, 15 (%54) kız ve 9 (%60) erkek öğrenci başarısız olmuştur. ÖYG grubunda ise 13 (%36) kız ve 19 (%61) erkek öğrenci başarılı olurken, 23 (%64) kız ve 12 (%39) erkek öğrenci başarısız olmuştur. Oyunun üçüncü seviyesinde BYF grubundaki 11 (%39) kız ve 4 (%26) erkek öğrenci başarılı olurken, 17 (%61) kız ve 11 (%73) erkek öğrenci başarısız olmuştur. ÖYG grubunda ise 11 (%30,5) kız ve 13 (%42) erkek öğrenci başarılı olurken, 25 (%69) kız ve 18 (%58) erkek öğrenci başarısız olmuştur. Oyunun birinci seviyesinde 110 öğrencinin 64'ü başarılı 46'sı başarısız, oyunun ikinci seviyesinde 51'i başarılı 50'u başarısız, oyunun üçüncü seviyesinde 13'ü başarılı 71'i başarısız olmuştur.



Tablo 23. BYF ve ÖYG Grubundaki Öğrencilerinin Oyun Seviyelerindeki Başarı Durumunun Cinsiyetle İlişkisi

Oyun seviyeleri	Başarılı					Başarısız				
	Kız		Erkek		Toplam	Kız		Erkek		Toplam
	BYF (f/%)	ÖYG (f/%)	BYF (f/%)	ÖYG (f/%)		BYF (f/%)	ÖYG (f/%)	BYF (f/%)	ÖYG (f/%)	
1	16(%57)	15(%42)	12(%80)	21(%67)	64	12 (%43)	21(%58)	3(%20)	10(%32)	46
2	13(%46)	13(%36)	6(%40)	19(%61)	51	15(%54)	23(%64)	9(%60)	12(%39)	59
3	11(%39)	11(%30,5)	4(%26)	13(%42)	39	17(%61)	25(%69)	11(%73)	18(%58)	71

Oyunda kullanılan modelin sınıflandırma performansı AUC değeri 0.72 olarak ölçülmüştür. Modelin doğruluğu % 68 olarak bulunmuştur. F1 değeri ise 0.607 olarak hesaplanmıştır. Kesinlik ve duyarlılık değerleri sırasıyla 0.606 ve 0.608'dir. Bu sonuçlar, modelin yaratıcı problem çözme becerilerini yordamada kabul edilebilir fakat yüksek olmayan bir performans gösterdiğini ortaya koymaktadır.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada bilim sanat merkezinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde yaratıcı problem çözme becerilerinin fen bilimleri alanında geliştirilen derin öğrenme merkezli eğitici bilgisayar oyunu yoluyla değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmamızda özel yetenekli öğrencilerin sınıf içi etkinliklerde YPÇ sürecinde zorlandıkları basamaklar incelendiğinde problemin anlaşılması ve veri toplanması basamağında, BYF grubundaki erkek öğrencilerin bu basamakta daha fazla zorlandığı görülmektedir. ÖYG grubunda ise kız ve erkek öğrenciler arasında benzer zorluk oranları gözlemlenmiştir. Bu durum düşük sınıf seviyesinde kız öğrencilerin yaratıcı problem çözme etkinliklerini daha iyi anladığı ve daha etkili uygulama gerçekleştirmeleri ile uyumlu olabilir. Ayrıca sınıf seviyesi arttıkça eğitim sistemdeki sınav kaygısı her iki cinsiyette içsel motivasyonu azaltarak yaratıcı problem çözme becerilerinde düşüşe neden olmuş olabilir. Alan yazında yaratıcı problem çözme etkinliklerinin kız öğrenciler tarafından daha iyi anlaşıldığı ve uygulama kısmında daha etkili olduklarını ve yapılan testlerde kızlar lehine anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Dervişoğulları, 2019). Başka bir çalışmada ise problem çözme beceri testinde özel yetenekli erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre daha yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür (Pathak, 2020). Bununla birlikte bazı çalışmalarda özel yetenekli 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür (Sıdar, 2011). Benzer şekilde problem çözme becerileri açısından özel yetenekli öğrencilerde cinsiyet açısından önemli bir fark olmadığı ve sınıf seviyesi arttıkça problem çözme becerilerinde azalma meydana geldiği görülmüştür (Uçar, 2017).

Araştırmada yer alan özel yetenekli öğrencilerin büyük bir kısmının oyunun tanıtım videosunu izlememeleri ve bu kısmı atlayarak bir an önce oyuna başlamayı seçtikleri görülmüştür. Bu durum mevcut eğitim sisteminde doğru bilgiye en kısa sürede erişim beklentisinden kaynaklanıyor olabilir. Özel yetenekli öğrenciler genellikle yüksek düzeyde bir bilgiye hızlı erişim ve anlama kapasitesine sahiptirler (Aubry,2021). Bu öğrenciler, çoğu zaman geleneksel eğitim yöntemleriyle karşılanamayan öğrenme ihtiyaçlarına sahiptir (Barnett, 2019). Geleneksel eğitim sistemi, genellikle herkes için standart bir hız ve yöntem belirlerken, özel yetenekli öğrenciler daha hızlı ilerleyebilir ve bu durum onların sabırsızlık veya daha fazla bilgiye erişim ihtiyacı hissetmelerine neden olabilir (Schroth & Helfer, 2009). Araştırmalar, özel yetenekli öğrencilerin genellikle daha yüksek bir içsel motivasyona sahip olduklarını ve öğrenme süreçlerinde daha bağımsız olma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu öğrenciler, çoğu zaman kendileri için en uygun öğrenme yolunu belirleme konusunda daha fazla özerkliğe sahip olmayı tercih ederler. Bu nedenle, tanıtım videoları gibi öğretici materyallerin kendilerine uygun olmadığını düşündüklerinde, doğrudan oyuna geçmeyi tercih edebilirler (Redenius & Skaar, 2017). Ayrıca, bu durum, eğitim sisteminin dijital ve teknolojik

araçlarla entegrasyonunun yetersizliği ile de ilişkilendirilebilir. Dijital çağda doğan ve büyüyen öğrenciler, bilgiye hızlı erişim konusunda yüksek bir beklentiye sahiptirler (Prensky, 2010). Eğitim sisteminin bu beklentilere yanıt vermekte gecikmesi, öğrencilerin alternatif yollar aramasına neden olabilir. Sonuç olarak, özel yetenekli öğrencilerin tanıtım videolarını izlemeyerek doğrudan oyuna başlamayı tercih etmeleri, bilgiye hızlı erişim ihtiyacının ve mevcut eğitim sisteminin bu ihtiyacı karşılamada yetersiz kalmasının bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Bu durum, eğitim sisteminde daha esnek ve öğrenci merkezli yaklaşımların benimsenmesi gerektiğini göstermektedir (Plucker & Callahan, 2014).

Çalışmada kullanılan oyun, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini doğru bir şekilde sergileyebilmeleri için ideal süreler içermesine rağmen, öğrencilerin büyük bir kısmının veri toplama aşamasını etkili bir şekilde kullanmaması sınırlı zaman kullanımının özel yetenekli öğrencilere uygun olmadığını göstermektedir. Bu durum, özel yetenekli öğrencilerden kısa süre içerisinde ürün beklentisinin olduğu proje, yarışma ve olimpiyatlar gibi platformların etkisiyle açıklanabilir. Bu tür etkinliklerde zaman baskısı, öğrencilerin veri toplama ve problem tespiti basamaklarına yeterli süre ve dikkati verememelerine yol açabilir. Amabile'nin (1996) Yaratıcılık ve Yenilik Teorisi, yaratıcı düşüncenin zaman baskısı altında olumsuz etkilendiğini ve bireylerin yaratıcı problem çözme yeteneklerinin bu koşullarda azalabileceğini öne sürmektedir. Csikszentmihalyi'nin (1997) Akış Teorisi, yaratıcı faaliyetlerin derinlemesine odaklanma ve dikkat gerektirdiğini belirtir. Ancak, zaman baskısı bu derin odaklanmayı zorlaştırabilir ve öğrencilerin yaratıcı süreçten tam anlamıyla faydalanmalarını engelleyebilir. Gardner'ın (1983) Çoklu Zekâ Teorisi ise, farklı zekâ türlerinin (örneğin, yaratıcı zekâ) gelişimi için farklı öğrenme ve düşünme süreçlerine ihtiyaç duyduğunu savunur. Ancak, kısa sürede sonuç beklentisi bu süreçleri olumsuz etkileyerek öğrencilerin yaratıcı potansiyelini tam olarak ortaya koyamamasına neden olabilir.

Özel yetenekli öğrencilerin veri toplama aşamasında zorlanmaları, zaman baskısı ve hızlı sonuç beklentisinin yarattığı olumsuz etkilerle ilişkilendirilebilir. Eğitimcilerin, bu öğrencilerin yaratıcı problem çözme süreçlerinde daha derinlemesine ve dikkatli bir şekilde çalışabilmeleri için uygun ortamlar ve süreler sağlamaları gerekmektedir. Bu, öğrencilerin yaratıcılıklarını tam anlamıyla ortaya koyabilmeleri ve öğrenme süreçlerinde daha başarılı olmaları açısından önemlidir.

Özel yetenekli öğrenciler, birçok açıdan diğer öğrencilerden farklılık gösterebilirler. Bu farklılardan biri, yaratıcı problem çözme yeteneklerindeki üstün kapasiteleridir (Keleş, 2022). Yaratıcı problem çözme sürecinde, özel yetenekli öğrenciler çok yönlü düşünme yetenekleri sayesinde sorunları daha geniş bir perspektiften değerlendirebilir ve çeşitli çözüm yollarını keşfetme eğilimindedirler. Bu öğrenciler, sıradışı ve yaratıcı düşünme yeteneklerine sahip olduklarından, standart çözüm yollarının ötesine geçebilir ve yenilikçi çözümler üretebilirler. Literatürde, özel yetenekli öğrencilerin diğer öğrencilere göre ıraksak düşünme yeteneklerinin daha kuvvetli olduğu vurgulanmaktadır (Sanchez & Blanc, 2022). Bu araştırmada kullanılan derin öğrenme tabanlı

bilgisayar oyununun log verileri incelendiğinde, özel yetenekli öğrencilerin çözüm önerileri bulma ve ideal çözüm bulma basamaklarında az zorlandıkları görülmüştür. Bu bulgu, literatürde belirtilen ıraksak düşünme yeteneklerinin pratik bir yansıması olabilir. Yaratıcı problem çözme sürecinde, bu öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirerek sorunları daha derinlemesine analiz edebildikleri ve bu nedenle daha etkili çözümler üretebildikleri düşünülebilir. Özel yetenekli öğrencilerin bu tür düşünme becerilerini nasıl geliştirdikleri ve eğitim ortamlarında nasıl desteklenebileceği, alandaki birçok araştırmanın odak noktası olmuştur. Yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, sadece bu öğrencilerin akademik başarısı için değil, aynı zamanda onların potansiyellerini tam anlamıyla gerçekleştirmeleri için de kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini daha iyi anlamak ve desteklemek, onların eğitim süreçlerini daha etkili hale getirebilir. YaşataBİLSEM oyunu ile öğrencilerin potansiyellerini ortaya koyabilmeleri için fırsatlar sunduğu ve onları sadece standart çözüm yollarına değil, aynı zamanda yenilikçi ve yaratıcı düşünme yollarına da yönlendirdiği söylenebilir.

Problem çözme becerilerinin öğretimi ve değerlendirilmesi karmaşık ve çok aşamalı bir süreçtir. Geleneksel öğretim yöntemleri, öğrencilerin bu becerileri etkin bir şekilde geliştirmeleri için sınırlı bir destek sunabilir (Jonassen, 2000). Yaratıcı problem çözme becerilerinin kazandırılması, her öğrencinin bireysel farklılıkları ve düşünme biçimleri nedeniyle daha da karmaşık hale gelir (Torrance, 1974). Öğretmenlerin sınıf ortamında her öğrencinin yaratıcı problem çözme basamaklarında zorlandığı alanları tespit etmesi hem zaman alıcı hem de oldukça zordur (Feldhusen, 1995). Bu zorluğun üstesinden gelinmemesi, üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini tam olarak ortaya koyamamalarına neden olabilir. Yeni tanımlanan öğrenciler için problem çözme sürecinde hangi basamaklarda zorlanabileceklerini belirlemek, öğretmenlerin uzun süreli gözlem ve değerlendirme yapmasını gerektirebilir. Bu tür bir süreç, öğrenciye özgü destek sağlamak için gerekli olsa da pratik uygulamada zaman ve kaynak açısından sınırlamalar yaratır. Ayrıca, öğretmenlerin bu tür değerlendirmeleri objektif ve sistematik bir şekilde yapabilmeleri de her zaman mümkün olmayabilir (Sternberg & Grigorenko, 2000). Bu noktada, derin öğrenme tabanlı bilgisayar oyunları, öğrencilerin problem çözme becerilerini daha kısa sürede ve objektif bir şekilde değerlendirmek için etkili bir araç olarak kullanılabilir (Shute, 2016). Öğrencilerin oyun içi hamleleri ve stratejileriyle eğitilmiş olan bu tür oyunlar, yeni başlayan öğrencileri kısa süreli oyun oynanmasıyla kategorize edebilir ve öğretmenlere öğrencilerin hangi problem çözme basamaklarında zorlandıklarına dair önemli bilgiler sağlayabilir. Bu, eğitim sürecinde daha objektif, stressiz ve kapsamlı bir değerlendirme aracı sunar (Rajendran, Zakeri, Xia, & Frangi, 2024). Bu noktada YaşataBİLSEM oyununun %68'lik başarı oranı, yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde kabul edilebilir bir araç olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu tür araçların sınıf içi etkinliklerin tamamen yerine geçip geçemeyeceği, bu oranların ve değerlendirme yöntemlerinin uzun vadede

öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini nasıl etkilediği konusunda daha fazla araştırma yapılmasını gerektirir (Kim, Choe, & Kaufman, 2019).

Oyundaki tür seçimleri ve gereksiz tür seçimleri, cinsiyetler arası farklılıkları ve yaratıcı problem çözme yaklaşımlarını yansıtabilir. Kız ve erkek öğrencilerin farklı türleri tercih etmeleri, onların problem çözme süreçlerinde farklı stratejiler ve yaklaşımlar benimsediklerini gösterebilir. Literatürde, cinsiyetler arasında yaratıcı düşünme ve problem çözme yaklaşımlarında belirgin farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Örneğin, kız öğrencilerin daha çok planlama ve dikkatli veri toplama eğiliminde oldukları, erkek öğrencilerin ise daha doğrudan ve risk alıcı stratejilere yönelebileceği görülmektedir (Baer & Kaufman, 2008; Hyde, 2014). Bu durum, ıraksak düşünme becerilerinin cinsiyetler arası farklılıklarını ortaya koymaktadır. ıraksak düşünme, bir problemin farklı yönlerden ele alınarak çeşitli çözüm yollarının keşfedilmesini içerir (Runco, 2008). Kız öğrenciler, bu süreçte daha çok ayrıntılara odaklanabilir ve alternatif çözüm yollarını dikkatle değerlendirebilirler. Erkek öğrenciler ise, problem çözme sürecinde daha hızlı ve doğrudan yaklaşımlar benimseyerek, çözüm yollarını daha çabuk bulma eğiliminde olabilirler (Halpern, 2012). Bu farklılıklar, her iki cinsiyetin de yaratıcı problem çözme süreçlerine farklı ve değerli katkılarda bulunduğunu göstermektedir.

BYF grubunda oyunun birinci seviyede erkek öğrenciler daha fazla bulunurken, kız öğrencilerin başarı yüzdesi ileri seviyelerde erkek öğrencilere göre artış göstermektedir. ÖYG grubunda ise başarılı erkek öğrencilerin yüzdesi ileri seviyelerde kız öğrencilerden daha yüksektir. Bu farklılıklar, cinsiyetler arası bilişsel ve sosyal gelişim hızlarına bağlanabilir. Kız çocukları genellikle erken yaşlarda daha hızlı bilişsel ve sosyal gelişim gösterirler. Bu erken gelişim, onların problem çözme becerilerini daha etkili bir şekilde kullanmalarına olanak tanır (Slot, Bleses, & Jensen, 2020). Meece, Glienke ve Burg (2006) çalışmalarında kız çocuklarının dil ve sosyal becerilerinin erken yaşlarda erkek çocuklarına göre daha ileri olduğunu belirtmektedirler. Hyde (2014) ise, kızların daha yüksek dil becerilerine sahip olmasının karmaşık problemleri daha iyi anlama ve çözme yeteneklerini desteklediğini vurgulamaktadır. Bu durum, yaratıcı problem çözme oyunlarında da kendini gösterebilir; erken yaşlarda kız öğrencilerin bu oyunlarda daha yüksek seviyelere ulaşmasının bir nedeni olabilir. Ayrıca, küçük yaşlardaki kızlar genellikle daha yüksek motivasyon gösterebilirler ve öğretmenlerinden ve ebeveynlerinden daha fazla sosyal ve duygusal destek alabilirler. Bu destek, onların problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Eccles ve Roeser (2011), kız öğrencilerin daha fazla sosyal ve duygusal destek aldıklarını ve bu desteğin akademik başarılarına olumlu etkileri olduğunu belirtmektedir. Ergenlik dönemine gelindiğinde, erkek öğrenciler genellikle daha hızlı fiziksel ve bilişsel gelişim göstermeye başlarlar. Blakemore ve Choudhury (2006), ergenlik döneminde erkeklerin bilişsel becerilerinde önemli gelişmeler olduğunu ifade etmektedir. Bu gelişim, erkek öğrencilerin ileri yaşlarda problem çözme becerilerini daha etkili bir şekilde kullanmalarına olanak sağlayabilir. Halpern (2013) çalışmasında erkeklerin genellikle stratejik düşünme ve mekânsal becerilerde daha başarılı olduklarını

belirtmektedir. Bu beceriler, erkek öğrencilerin yaratıcı problem çözme oyunlarında daha yüksek seviyelere ulaşmasına katkıda bulunabilir. Bu bulgular, yaratıcı problem çözme becerilerinin gelişiminde yaş ve cinsiyet farklılıklarının önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Küçük yaşlardaki kızların bu becerilerde daha hızlı ilerleme göstermesi, ileri yaşlardaki erkek öğrencilerin ise bu alanda daha başarılı olması, bu farklılıkların hem biyolojik hem de çevresel faktörlerin bir kombinasyonu olabileceğine işaret etmektedir. Bu durum, eğitimcilerin öğrencilerin yaş ve cinsiyet farklılıklarını göz önünde bulundurarak, bireysel ihtiyaçlara yönelik öğrenme stratejileri geliştirmeleri gerektiğini göstermektedir.

Eğitsel oyunların, özellikle derin öğrenme tabanlı oyunların, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğu kabul edilmektedir (Eck, 2006). Derin öğrenme algoritmaları, öğrencilerin oyun içi etkileşimlerini analiz ederek bireysel öğrenme ihtiyaçlarını belirleme ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunma potansiyeline sahiptir (Holmes vd., 2019). Bu çalışmada kullanılan YaşataBİLSEM oyunu, %68 başarı oranı ile öğrencilerin problem çözme becerilerini değerlendirmede etkili bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak, bu tür araçların sınıf içi etkinliklerin yerine tamamen geçmemesi, aksine bunları tamamlayıcı bir araç olarak kullanılması önerilmektedir (Clark & Mayer, 2016).

Oyun tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilere gerçek dünyadaki problem çözme durumlarını simüle ederek, derin ve anlamlı öğrenme deneyimleri sunma potansiyeline sahiptir. Bu tür ortamlarda, öğrenciler güvenli bir şekilde hata yapma olanağına sahip olur ve bu hatalardan öğrenirler. Bu özellik, özellikle yaratıcı düşünme ve problem çözme sürecinin kritik bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Öğrenciler, hata yapmanın öğrenmenin doğal bir parçası olduğunu fark ederler ve bu farkındalık, onları daha fazla risk almaya ve yenilikçi çözümler aramaya teşvik eder (Gee, 2003; Shute & Ventura, 2013). Çalışmada YaşataBİLSEM oyunun ana konusunu ülkelerin iklim değişikliği programı kapsamında güncel bir konu olan okyanus ekosistemi ve ekosistemdeki besin zincirini oluşturan canlıların bilinmesi ve korunması oluşturmaktadır. Özel yetenekli öğrenciler gerçek yaşam problemlerine karşı farklı denemeler yaparak farklı oyun seviyelerinde yenilikçi çözümler denemişlerdir. Oyun içerisindeki okyanus ekosistemini oluşturan farklı türler hakkında bilgi sahibi olup birbirleri arasındaki besin zinciri kapsamında ilişkilerini öğrenebilmişlerdir.

Oyunlar ayrıca, öğrencilere güvenli bir öğrenme ortamı sağlayarak, hata yapmanın sosyal veya akademik bir risk olmaktan çıktığı bir atmosfer oluşturur. Sawyer (2012) bu bağlamda, hata yapmanın yaratıcı problem çözme sürecinde ne denli önemli olduğuna dikkat çekmiştir. Oyunlar, öğrencilerin keşfetme ve deneme yanılma yoluyla öğrenmelerine olanak tanıyarak, yaratıcı düşünme süreçlerini geliştirmelerine katkıda bulunur. Bu ortamda, öğrenciler sürekli olarak geribildirim alır ve hatalarından öğrenerek stratejilerini tekrar gözden geçirirler. Böylelikle hem bireysel hem de iş birliğine dayalı öğrenme süreçleri zenginleştirilir (Sawyer, 2012). YaşataBİLSEM oyununda alınan

anlık geri bildirimler sayesinde hatalarını öğrenerek ve oyun stratejilerini değiştirerek farklı çözümleri denemişlerdir.

Öğrencilerin oyunlar yoluyla elde ettikleri beceriler, sınıf içi etkinliklerdeki gibi yalnızca akademik başarı ile sınırlı kalmaz, aynı zamanda gelecekte karşılaşacakları karmaşık sorunlar karşısında etkili çözüm yolları geliştirmelerini sağlar. Oyun tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilere problem çözme sürecini deneyimleme ve kendi öğrenmelerini yönlendirme fırsatı sunar (Shute & Ventura, 2013). Bu da öğrencilerin yalnızca bilgiyi pasif bir şekilde alıcı olmaktan çıkıp, aktif bir şekilde bilgiyle etkileşimde bulunmalarını ve yaratıcı çözüm yolları geliştirmelerini sağlar (Gee, 2003). YaşarBİLSEM oyununda öğrenciler okyanus ekosistemi hakkında oyunun başlangıcında ve istenildiğinde oyun esnasında eğitici materyalleri inceleyebilmekte ve elde ettiği bilgiyi karşılaşılan problemin çözümünde değerlendirilme kaygısı olmadan deneyebilmektedir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6. 1. Sonuçlar

BİLSEM öğrencilerinin yaratıcı problem çözme becerilerini sergilemeleri gereken proje, yarışma ve olimpiyatlar gibi platformlarda, genellikle kısa sürede ürün beklentisinin olması öğrencilerin veri toplama ve problem tespiti gibi kritik aşamalara yeterince zaman ayıramamalarına ve bu süreçlere gerekli dikkati verememelerine neden olmaktadır. Hızlı sonuç beklentisi, öğrencilerin bu önemli aşamaları atlamalarına ve yüzeysel çözümler üretmelerine yol açmaktadır. Bu ise, uzun vadede öğrencilerin yaratıcı düşünme ve eleştirel analiz kapasitelerinin tam olarak gelişmemesine sebep olabilmektedir.

Çalışmada, özel yetenekli öğrencilerin oyun tabanlı öğrenme ortamlarında sergiledikleri davranışların, mevcut eğitim sisteminin bilgiye hızlı erişim beklentisinden büyük ölçüde etkilendiği görülmektedir. Oyun tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilere hızlı bilgi erişimini sağlayarak, problem çözme süreçlerini hızlandırmakta ve yaratıcı düşünme yetilerini geliştirmektedir. Özel yetenekli öğrenciler, oyunlar aracılığıyla bilgiye erişimin ötesinde, bu bilgiyi aktif olarak kullanma ve yeni çözümler üretme fırsatı bulmaktadır. Mevcut sistem, hızlı bilgi akışını desteklerken, oyunlar da öğrencilerin bu bilgiyi deneyimleyerek uygulamalarına olanak tanımaktadır.

BİLSEM 'deki kız ve erkek öğrencilerin aynı yaşlarda olmasına rağmen biyolojik gelişimlerin farklı dönemlerde olması cinsiyetler arasında bilişsel becerilerinde de farklılıkların olmasına neden olmaktadır.

Yaratıcı problem çözme etkinliklerinin etkili bir şekilde uygulanabilmesinde zaman baskısı önemlidir çünkü problem çözme süreçleri, derinlemesine düşünme, veri toplama ve çeşitli stratejilerin değerlendirilmesini engellemekte ve öğrencilerin yüzeysel çözümler üretmesine neden olmaktadır.

Oyun tabanlı öğrenme ortamları öğrencilerin güvenli bir şekilde hata yapmalarına olanak tanırken, aynı zamanda yaratıcı düşünme süreçlerini de teşvik etmektedir. Öğrenciler, bu süreçte farklı stratejiler geliştirip, sonuçlarını gözlemleyerek derin ve kalıcı öğrenme deneyimleri yaşamaktadırlar. Bu açıdan oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bir yol olabilmektedir.

Oyun tabanlı öğrenme ortamlarında, öğrencilerin ıraksak düşünme becerilerini aktif olarak kullanmaları, yaratıcı çözümler üretmelerine olanak tanımaktadır. YaşataBİLSEM oyunundaki ıraksak yaratıcılık senaryoları öğrencilerin bu becerilerinin gelişmesini sağlamıştır.

YaşayaBİLSEM oyunu, dijital araçlar ve platformların, öğrenci performansını anlık olarak takip etme ve geri bildirim sağlama imkanı sunması öğrencilerin problem çözme süreçlerinin daha verimli bir şekilde izlenmesine olanak tanımaktadır.

YaşatabİLSEM oyununda yer alan log dosyaları ile öğrencilerin oyun içi performanslarının analiz edilmesi, öğretmenlere bireysel öğrenme ihtiyaçları hakkında önemli bilgiler sağlarken her öğrencinin hangi alanlarda zorlandığı, hangi stratejileri kullandığı ve öğrenme süreçlerinin hangi aşamalarında ek desteğe ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

Yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin sadece bilgiyi ezberlemeleri yerine, bilgiyi uygulayarak öğrenmelerini sağlaması öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etki oluşturmaktadır.

Dijital oyunların, öğrencileri aktif bir şekilde katılıma teşvik ederek problem çözme görevlerini eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmesi yaratıcı problem çözme sürecinde öğrencilerin motivasyonunu artırmada etkilidir.

Oyunlar, geri bildirim mekanizmaları ve ödül sistemleri aracılığıyla öğrencilerin çabalarını anında ödüllendirmesi, öğrencilerin başarı duygusunu arttırmakta ve onları daha fazla denemeye teşvik etmektedir.

Oyunların sunduğu etkileşimli ve dinamik ortamlar, öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini geliştirirken risk almaktan çekinmemelerini sağlar. Bu durum, öğrencilerin problem çözme süreçlerine daha motive ve kararlı bir şekilde katılmalarına yol açmaktadır.

Yaratıcı problem çözme süreçleri, öğrencilerin zorlukları aşarak başarı duygusu yaşamalarını sağlar ve özgüvenlerini artırır. Bu sayede, öğrenciler farklı stratejiler deneyip hatalarından öğrenerek öğrenme süreçlerine daha aktif ve bağımsız katılırlar.

Özel yetenekli öğrencilerin motivasyonu, oyun tabanlı öğrenme ortamlarında bilişsel yeteneklerine uygun zorluklar ve ödüller sunulmasıyla artar. Bu ortamlar, öğrencilere aktif katılım ve yaratıcı problem çözme fırsatları tanırken, içsel motivasyonlarını destekler. Geri bildirim mekanizmaları ve başarı duygusu, öğrencilerin öğrenmeye daha hevesli katılmalarını sağlamaktadır.

Oyun tabanlı öğrenme ortamları özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme süreçlerinde farklı çözüm yollarını denemelerine olanak tanıyarak yenilikçi ve esnek düşünme becerilerini ortaya çıkarmaktadır. Oyun içi gerçek zamanlı düşünme süreçlerinin ve tercih ettikleri yaklaşımların açığa çıkmasıyla problem çözme stratejileri hakkında önemli ipuçları elde edilmektedir.

YaşatabİLSEM oyunu, öğrencilerin hata yapma korkusu olmadan yeni stratejiler denemelerine olanak tanır ve risk almayı teşvik etmektedir. Oyun tabanlı öğrenme, deneme-yanılma yoluyla farklı çözüm yollarını keşfetmeyi sağlar ve hatalar, öğrenme sürecinin doğal bir parçası haline gelir. Anlık geri bildirimler, stratejilerin hızla gözden geçirilip geliştirilmesine olanak tanıyarak problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini güçlendirmektedir.

Oyun tabanlı öğrenme, aktif katılım ve strateji geliştirme fırsatları sunarak öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirir. Esnek ortamlar, öğrencilerin yaratıcı yollar

denemelerini teşvik ederken, anlık geri bildirim ve ödüller motivasyonlarını artırır. Bu sayede, öğrenciler daha derinlemesine düşünme ve problem çözme süreçlerine daha etkin katılım sağlarlar.

Öğrencilerin eğitici materyalleri atlaması, öğrenme sürecini olumsuz etkileyerek temel bilgi ve becerilerin eksik öğrenilmesine veya tamamen göz ardı edilmesine yol açmaktadır. Bu durum yaratıcı problem çözme becerilerini olumsuz etkilemektedir.

Eğitici materyallerin öğrencilere daha ilgi çekici ve etkileşimli bir şekilde sunulması, onların katılımını artırmakta ve materyali atlamalarını engellenmektedir. Oyun tabanlı öğrenme ve dijital araçlar bu konuda etkili çözümler sunarak öğrencilerin öğrenmeye daha aktif katılmalarını teşvik eder ve materyalle daha fazla etkileşime girmelerine olanak tanır.

Özel yetenekli öğrenciler problem çözme süreçlerinde hızlı ve sonuç odaklı davranışları nedeniyle derinlemesine analiz gerektiren aşamaları ihmal etme eğiliminde olabilmektedirler. Bu yüzden yaratıcı problem çözme sürecinin yeterli süre ayırmadıkları aşamalarının öğretmenler tarafından desteklenmesi gerekmektedir.

Yaratıcı problem çözme süreçlerine yeterince zaman ayıramamak, öğrencilerin potansiyellerini tam kullanmalarını engellemektedir. Bireysel farklılıklar göz ardı edildiğinde, bilişsel esneklik ve derinlemesine düşünme becerileri zayıflar. Bu durum, öğrencilerin daha fazla yönlendirme ve desteğe ihtiyaç duyduğunu gösterir. Oyun tabanlı öğrenme ve kişiselleştirilmiş geri bildirim, bu eksiklikleri gidermede etkili olmaktadır.

6. 2. Öneriler

Bu bölümde yapılan öneriler; araştırma sonuçlarına dayandırılan öneriler ve ileride yapılabilecek araştırmalara yönelik öneriler olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Özel yetenekli öğrencilerin hızlı ve etkili bilgiye erişim ihtiyaçlarının olması daha çeşitli ve uyarlanabilir öğrenme materyallerinin sunulması ve aynı zamanda bu öğrencilerin bağımsız öğrenme yeteneklerinin desteklenmesi gerekmektedir. Dijital öğrenme ortamlarının daha etkileşimli ve öğrenci tercihlerini dikkate alacak şekilde tasarlanması, bu öğrencilerin motivasyonlarını ve katılımlarını artırabilir.

BİLSEM eğitim sürecinde, problemi anlama ve yeterli veri toplamayı destekleyici etkinliklerin sayısının ve niteliğinin artırılması, öğrencilerin bu becerilerini geliştirmede kritik öneme sahip olabilir. Yaratıcı problem çözme sürecinin özellikle veri toplama aşamasında yeterli gelişimi gösteremeyen öğrencilerin, bir üst basamağa geçmesine izin verilmemesi, bu becerilerin daha sağlam bir şekilde kazandırılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, eğitim programlarının, öğrencilerin derinlemesine odaklanmalarına olanak tanıyacak şekilde tasarlanması, yaratıcı

düşüncenin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Özellikle zaman baskısını azaltacak ve öğrencilerin kendi hızlarında çalışmasına izin verecek esnek öğrenme ortamları, onların problem çözme becerilerini daha etkili bir şekilde geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

Derin öğrenme tabanlı bilgisayar oyunları, yaratıcı problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi sürecinde öğretmenlere önemli bir destek sağlayabilir. Ancak, bu araçların sınıf içi uygulamalarla dengeli bir şekilde entegre edilmesi ve öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulunduracak şekilde kullanılması gereklidir.

Oyundaki tür seçimleri ve bu seçimlerin cinsiyetler arası farklılıkları, yaratıcı problem çözme yaklaşımlarını anlamada önemli bir araç olabilir. Cinsiyetler arasındaki bu farklılıklar ortaya çıkarak etkili ve kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturabilir, böylece her öğrencinin yaratıcı potansiyeli en üst düzeye çıkarabilir.

Derin öğrenme tabanlı oyunlar, sınıf içi etkinliklerin yerine kullanılabilir ve öğrencilerin yaratıcı potansiyellerini ortaya çıkarmak için önemli bir rol oynayabilir. Bu, eğitimde daha objektif, stressiz ve kapsamlı bir değerlendirme aracı sunabilir.

Öğretmenlerin, öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmek için onların bireysel ihtiyaçlarına dikkat etmeleri gerekmektedir. Özellikle yeni tanılanan öğrencilerin takılabileceği basamakları belirlemek için öğretmenler gizil değerlendirme kapsamında derin öğrenme tabanlı dijital oyunu kullanabilirler.

Öğrencilerin tanıtım videolarını atlayarak doğrudan oyuna geçmeleri, dijital ve teknolojik araçların eğitim sistemine daha fazla entegre edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Eğitimciler, öğrencilere uygun öğrenme materyalleri sunarak onların bağımsız öğrenme yeteneklerini desteklemelidir.

Çalışmada, oyun tanıtım videosunun izlenmesi veya atlanması oyuncuya bırakılarak öğrenci tercihleri veri olarak kullanılmıştır. Oyun eğitim amaçlı kullanılacağından daha sonraki araştırmalarda en azından bir kez tanıtım videosunun izlenmesi zorunlu tutulabilir veya oyun kurallarına ilişkin ipuçları oyun içine gizlenebilir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen dijital oyun daha büyük örneklemelerde denenebilir.

Dijital oyunun seviyeleri veya oynanma sayıları artırılarak sınıflama modelinin eğitilmesinde kullanılacak veri sayısını arttırabilir.

Dijital oyunu oynayan özel yetenekli öğrencilere bireysel veya grup ile oynama seçeneği sunularak rekabet ortamı zenginleştirilebilir.

Oyunu oynayan öğrencilerin diğer öğrenciler arasındaki sırasını gösteren bir panel eklenerek oyuncuların birbirlerinden haberdar olmaları sağlanabilir.

Dijital oyunun oynanması sırasında oyun, öğrenciye anlık geri bildirim vererek öğrenciyi seviyesine uygun yeni problem durumuna yönlendirecek şekilde tasarlanabilir.



7. KAYNAKLAR

- Acar, D. (2018). *FETEMM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Adams, E., & Dormans, J. (2012). *Game mechanics: Advanced game design*. Berkeley: New Riders Games.
- Afaq, S., & Rao, S. (2020). Significance of epochs on training a neural network. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(6), 485-488.
- Aguilera, E., & de Roock, R. (2022). Digital game-based learning: Foundations, applications, and critical issues. In *Oxford research encyclopedia of education* (pp. 1-21). New York: Oxford University Press.
- Ahmed, M. R., & Ahmed, B. E. (2023). Artificial intelligence and product development. *American Academy of Business Journal*, 27(2), 10-18.
- Akçay, B. (2009). Problem-based learning in science education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 28-38.
- Akdeniz, H. (2021). *Bilim ve sanat merkezinde yaratıcı problem çözme çalışmaları: Bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akın, E., & Şahin, M. E. (2024). Derin öğrenme ve yapay sinir ağı modelleri üzerine bir inceleme. *EMO Bilimsel Dergi*, 14(1), 27-38.
- Akkaş, E., & Öztürk, F. (2018). Farklılaştırılmış problem çözme öğretiminin üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 47(1), 201-224.
- Akram, B., Min, W., Wiebe, E.N., Mott, B.W., Boyer, K.E., & Lester, J.C. (2018). *Improving stealth assessment in game-based learning with lstm-based analytics*. Paper presented at the Eleventh International Conference on Educational Data Mining, Buffalo.
- Alkan, A. & Mertol, H. (2019). Teacher candidates' state of using digital educational games. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(2), 344-350.
- Alnuaimi, A. & Albaldawi, T. (2024). An overview of machine learning classification techniques. *BIO Web of Conferences*, 97(4), 1-24.
- Alptekin, O. (2011). *Görme engelliler için zeki bir öğretim sistemi tasarımı* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Oxford: Westview Press.

- Andreja, D. V. (2007). Types of problems in problem-based learning. *Pedagoska Obzorja*, 22(3-4), 13-27.
- Annaggar, A. (2019). Design and development of a video game to assess problem-solving competence in chemistry education. *ChemRxiv*, 1, 1-25.
- Arlene, J. (2020). Preferred learning methods of generation Z. *Faculty and Staff - Articles & Papers*, 74, 1-10.
- Arslan, K. (2017). Eğitimde yapay zeka ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.
- Arslan, R. S., Barışçı, N., Arıcı, N., & Koçer, S. (2021). Detecting and correcting automatic speech recognition errors with a new model. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 29(5), 2298-2311.
- Aslan, A.E. (2002). Yaratıcı problem çözme. A.E.Aslan (Ed.), *Örgütte kişisel gelişim içinde* (s.327-368). Ankara:Nobel Yayıncılık.
- Asselman, A., Khaldi, M., & Aammou, S. (2021). Enhancing the prediction of student performance based on the machine learning xgboost algorithm. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3360–3379.
- Aubry, A., Gonthier, C., & Bourdin, B. (2021). Explaining the high working memory capacity of gifted children: Contributions of processing skills and executive control. *Acta Psychologica*, 218, 103358.
- Baer, John & Kaufman, James. (2008). Gender differences in creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 42(2), 75-105.
- Bağçeçi, B., Başaran, M., Doğan, E., & Şahin, A. (2020). Öğretme-öğrenme sürecinde yapılandırmacı öğretmen performans değerlendirme ölçeği: Bir rubrik çalışması. *International Journal of Current Approaches in Language, Education and Social Sciences*, 2(1), 232-256.
- Bajaj, K., Singh, D., & Ansari, M. (2020). Autoencoders based deep learner for image denoising. *Procedia Computer Science*, 171, 1535-1541.
- Bal İncebacak, B., & Ersoy, E. (2018). Ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme becerileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 1-24.
- Barnett, Kelly. (2019). Challenging gifted students in the general education classroom. *Education: Student Scholarship & Creative Works*, 16, 1-40.
- Baygöl, S. (2020). Küreselleşme ve teknoloji üzerine bir değerlendirme. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 6(13), 395-411.
- Baykul, Y. (1987). Matematik ve fen eğitimi yönünden okullarımızdaki durum. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 154-168.

- Bayrakçı, S., & Albayrak, M. A. (2019). Büyük verinin akademik çalışmalarda kullanımı üzerine mukayeseli bir veri tabanı araştırması. *AJIT-E: Academic Journal of Information Technology*, 10(36), 73-94.
- Bıçakçı, M., & Baloğlu, M. (2018). Türkiye’de özel yeteneklilerle yapılan araştırmalarda yaratıcılık. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 327-343.
- Bichri, H., Chergui, A., & Mustapha, H. (2024). Investigating the impact of train / test split ratio on the performance of pre-trained models with custom datasets. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(2), 331-339.
- Bieber, D., Sutton, C., Larochelle, H., & Tarlow, D. (2020). Learning to execute programs with instruction pointer attention graph neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 8626-8637.
- Bire, F.N. (2019). *İlköğretim ve ortaöğretimde kullanılan dijital eğitsel oyunların etkilerinin meta-sentez yoluyla incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. J. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Child Psychology and Psychiatry*, 47(3), 296-312.
- Canpolat, S., Güler, O., Ökcü, M., & Köksal Konik, A. (2023). Özel yetenekli çocukların problem çözme becerilerinin yordayıcıları: Aile ilişkileri ve mizah. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1490-1507.
- Chheda, S., Curtis, A., Siegmann, E., & Chapman, B. (2023). *Performance study on cpu-based machine learning with pytorch*. Paper presented at the International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region Workshops, Raffles Blvd.
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79-122.
- Clark, R. E., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon & T. O’Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp.15–22). Berlin: Springer.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42.
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1-22.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Basic Books.

- Çakır, T. & Doğan, Y. (2024). Investigation of pre-school teachers' creativity levels. *International Journal of Trends and Developments in Education*, 4(1), 74-87.
- Çakmur, H. (2012). Araştırmalarda ölçme - güvenirlik - geçerlilik. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 11(3), 339-344.
- Çal, Ü. T. (2019). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin çevreye yönelik görsel algılarının incelenmesi. *Journal of Innovative Research in Social Studies*, 2(2), 135-148.
- Çalık, M. (2024). Alanyazın tarama. Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri içinde* (s.35). Ankara:Pegem Akademi.
- Çalışkan, Ç. (2020). *Onuncu sınıf öğrencilerinin yaratıcı problem çözme becerisini etkileyen öğrenci ve öğretmen özellikleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çelik, K. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerde yaratıcı biliş ve özerk öğrenme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çiftçi, S. (2018). The studies on educational digital games regarding children: A new word analysis approach. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(2), 158-168.
- Çitil, M. (2018). Türkiye’de üstün yeteneklilerin eğitimi politikalarının değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 47(220), 143-172.
- Çorbacıoğlu, Ş. K., & Aksel, G. (2023). Receiver operating characteristic curve analysis in diagnostic accuracy studies: A guide to interpreting the area under the curve value. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 23(4), 195–198.
- Davaslıgil, Ü. (2004). Üstün Çocuklar. R. Şirin, A. Kulaksızoğlu & A.E. Bilgili (Ed.), *Üstün Yetenekli Çocuklar: Seçilmiş Makaleler Kitabı* içinde, (s. 211-218). İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları.
- Dawani, S. (2023). *Integrating artificial intelligence into creativity education: Developing a creative problem solving course for higher education* (Unpublished master’s thesis). Buffalo State University, New York.
- De Freitas, S. I. (2006). Using games and simulations for supporting learning. *Learning, Media and Technology*, 31(4), 343–58.
- Delipetrev, B., Tsinaraki, C., & Kostić, U. (2020). *Historical evolution of artificial intelligence*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Demir, M. D. (2004). *Bir eğitim yazılımının temelini oluşturan yapay zeka programı geliştirme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Dervişoğulları, M. (2019). *Özel yetenekli öğrencilerin problem çözme ve yaşam boyu öğrenme becerileri arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

- Dolunay, A., & Karamustafaoğlu, O. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin eğitsel oyunlar hakkında görüşleri: En süratli ses oyunu. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2021(16), 48-69.
- Dönmez, A. (2001). Bilgisayarcı matematikçiler. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2(2), 29-38.
- Eccles, J. S., & Roeser, R. W. (2011). Schools as developmental contexts during adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 225-241.
- Eck, R.N. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *Educational Review*, 41(2), 1-16.
- Eger, A. M., Marzinelli, E. M., Beas-Luna, R., Blain, C. O., Blamey, L. K., Byrnes, J. E. K., ... Vergés, A. (2023). The value of ecosystem services in global marine kelp forests. *Nature Communications*, 14(1), 1894.
- Eltem, Ö. & Berber, A. (2021). Fen bilimleri öğretiminde eğitsel oyun örnekleri. C. Filik İşcen (Ed.), *Alan eğitimi çalışmaları içinde* (s. 143-161). Lyon:Livre de Lyon.
- El Khoury, S., & Al-Hroub, A. (2018). *Gifted education in Lebanese schools integrating theory, research, and practice*. Switzerland: Springer.
- Enç, M. (2005). *Outstanding brain power*. Ankara: Gündüz Education and Publications.
- Ergin, H., & İpek, J. (2017). Programlama dili öğretiminde işbirlikli yaratıcı problem çözme modeli: Bir durum çalışması. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 135-148.
- Erkoç, M. F. (2008). *Yapay zeka perspektifinde eğitime yönelik uzman sistem modellemesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Erümit, A. K. (2014). *Polya'nın problem çözme adımlarına göre hazırlanmış yapay zeka tabanlı öğretim ortamının öğrencilerin problem çözme süreçlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eryılmaz, H. E. (2023). Yapay zeka çağında kişisel veri mahremiyeti. *UMAY Sanat ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 6-25.
- Esdeira, F. A. A. (2017). *Bilgi yönetimi için anlamsal öğrenme ortamlarının incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Feldhusen, J. F. (1995). Creativity: A knowledge base, metacognitive skills, and personality factors. *The Journal of Creative Behavior*, 29(4), 255-268.
- Fiş Erümit, S. (2016). *Oyunlaştırma yaklaşımlarının eğitimde kullanımı:tasarım tabanlı bir araştırma* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Florencio, F., Valenç, T., Moreno, E. D., & Junior, M. C. (2019). Performance analysis of deep learning libraries:Tensorflow and pytorch. *Journal of Computer Science*, 15(6), 785-799.
- Galway, L., Charles, D., & Black, M. (2008). Machine learning in digital games: A survey. *Artificial Intelligence Review*, 29(2), 123-161.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy? *Computers in Entertainment*, 1(1), 20-20.
- Gillani, N., Eynon, R., Chiabaut, C., & Finkel, K. (2023). Unpacking the black box of AI in education. *Educational Technology & Society*, 26(1), 99-111.
- Gros, B. (2016). The design of smart educational environments. *Smart Learning Environments*, 3(1), 15-25
- Gupta, Richa. (2018). *Analysis of flow of signals in neuron network*. Paper presented at the Second International Conferenced on Materials, Applied Physics and. Engineering, Indore.
- Gül, M. D., & Ayık, Z. (2024). Comprehensive science mapping of STEM studies in gifted education. *Journal of Turkish Science Education*, 21(1), 153-174.
- Güler, E. (2020). *Açık ve uzaktan esnek öğrenme ortamlarında yapay zekâ tekniğiyle strateji karar modelinin oluşturulması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Güler, O., & Erdem, O. A. (2014). Mesleki eğitimde etkileşimli 3B eğitimin uygulanması ve stereoskopik 3B teknolojisi kullanımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 7(3), 1-11.
- Günel, E. (2019). *Gerçek çevre tabanlı dijital eğitsel oyunların İngilizce kelime bilgisi ile kalıcılığı üzerine etkilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Gür, Ç. (2017). *Eğitimsel ve sosyal-duygusal bakış açılarıyla üstün yetenekli çocuklar* (1.bs.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Hackenberger B. K. (2019). Tensors all around us. *Croatian Medical Journal*, 60(4), 369–374.
- Halpern, D. F. (2012). *Sex differences in cognitive abilities*. New York: Psychology Press.
- Halpern, D. F. (2013). *Thought and knowledge*. New York: Psychology Press.
- Hardalaç, N. (2006). *Melodi tekrarına yönelik müziksel algılamada sayısal ve sözel eğitimli öğrencilerin performanslarının yapay zeka ortamında karşılaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hazar, Z. (2018). Eğitsel oyunlara yönelik öğretmen görüşleri ve yeterliliklerinin incelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(1), 52-72.
- Hodges, J. (2019). Machine learning in gifted education: A demonstration using neural networks. *Gifted Child Quarterly*, 63(4), 243–252.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- Hooijdonk, M., Mainhard, T., Kroesbergen, E., & Tartwijk, J. (2022). Examining the assessment of creativity with generalizability theory: An analysis of creative problem solving assessment tasks. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 1-12.

- Hyde, J.S. (2014). Gender similarities and differences. *Annual Review of Psychology*, 65, 373-398.
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: the basic course*. Buffalo: Bearly.
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). *Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change*. California: Sage Publications.
- İnce, H., İmamoğlu, S.E., & İmamoğlu, S.Z. 2021. Yapay zeka uygulamalarının karar verme üzerine etkileri: Kavramsal bir çalışma. *International Review of Economics and Management*, 9(1), 50-63.
- Jagirdar, R. (2020). Deep learning approach for identification of students emotion. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*, 12(5), 1193-1203.
- Janzamin, M., Ge, R., Kossaifi, J. & Anandkumar, A. (2019). Spectral learning on matrices and tensors. *Foundations and Trends in Machine Learning*, 12(5-6), 393-536.
- Jonassen, H. D. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Joseph, V. Roshan. (2022). Optimal ratio for data splitting. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, 15(4), 531-538.
- Kalbfleisch, M. L. (2009). The neural plasticity of giftedness. In L. V.Shavinina (Ed.), *International handbook of giftedness* (pp. 275–293). New York, NY: Springer.
- Kalik, G., & Kırındı, T. (2022). Fen bilimleri dersinde okul dışı stem etkinliklerinin üstün/özel yetenekli öğrencilerin stem'e karşı tutumlarına ve girişimcilik becerileri üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(1), 38-63.
- Kalota, F. A (2024). Primer on Generative Artificial Intelligence. *Education Sciences*, 14(2), 172-186.
- Kavruk, S. Z., & Seyitoğlu, M. N. (2022). Okul öncesi dönemde üstün yetenekli çocukların özellikleri, tanınması ve eğitimleri. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 7(2), 25-37.
- Kaya, N. G., & Mertol, H. (2022). The importance of technology in the education of gifted in the context of 21st century skills. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 18-25.
- Kaya, Ü., Oğuz, Y., & Şenol, Ü. (2018). An assessment of energy production capacity of Amasra town using artificial neural networks. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 3(1), 22- 26.
- Keleş, T. (2022). Investigation of high school students'creative problem-solving attributes. *Journal of Pedagogical Research*, 6(4), 66-83.

- Kelvington, B. A., Nickl-Jockschat, T., & Abel, T. (2022). Neurobiological insights into twice-exceptionality: Circuits, cells, and molecules. *Neurobiology of Learning and Memory*, 195, 107684.
- Kılıç, V. C. (2016). Türkiye’de üstün ve özel yetenekli çocuklara yönelik bir eğitim politikası oluşturulamaması sorunu üzerine bir değerlendirme. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 4(12), 145-154.
- Kılınç, H. Ç., & Polat, A. (2022). Comparison of long-short term memory and gated recurrent unit based deep-learning models in prediction of streamflow using machine learning. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 38, 158-164.
- Kiili, Kristian. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24.
- Kim, J. Y., Choi, D. S., Sung, C. S., & Park, J. Y. (2018). The role of problem solving ability on innovative behavior and opportunity recognition in university students. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1), 1-13.
- Kim, S., Choe, I., & Kaufman, J. C. (2019). The development and evaluation of the effect of creative problem-solving program on young children’s creativity and character. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 100590.
- Kipf, T. N., & Welling, M. (2016). *Semi-supervised classification with graph convolutional networks*. Paper presented at the Fifth International Conference on Learning Representations, Toulon.
- Kirişçi, N., & Demirel Dinceç, Ş. (2024). Erken çocukluk döneminde özel yeteneğin tanınmasına ilişkin eleştirel değerlendirme. *Milli Eğitim Dergisi*, 53(241), 613-634.
- Kotsiantis, S., Pierrakeas, C., & Pintelas, P. (2004). Predicting students’ performance in distance learning using machine learning techniques. *Applied Artificial Intelligence*, 18(5), 411–426.
- Kochukrishnan, S., Krishnamurthy, P., D., Y., & Kaliapan, N. (2024) Comprehensive study on the Python-based regression machine learning models for prediction of uniaxial compressive strength using multiple parameters in charnockite rocks. *Scientific Reports*, 14, 7360.
- Korkusuz, M. E., & Karamete, A. (2013). Eğitsel oyun geliştirme modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 78-109.
- Kotan, A. (2022). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerine Türkçe dilbilgisi öğretiminde dijital eğitici oyunların kullanılmasının akademik başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Enstitüsü, Ağrı.
- Krishnamoorthy, S., Weifeng, Y., Luo, J., & Kadry, S. (2023). Go-dbn: Gannet optimized deep belief network based wavelet kernel elm for detection of diabetic retinopathy. *Expert Systems with Applications*, 229, 119274.
- Kuhn, T., Blades, R., Gottlieb, L., Knudsen, K., Ashdown, C., Martin-Harris, L., ... Bookheimer, S. Y. (2021). Neuroanatomical differences in the memory systems of intellectual giftedness and typical development. *Brain and Behavior*, 11(11), e2348.

- Kutlu, Ö., Doğan, C. D., & Karakaya, İ. (2017). *Öğrenci başarısının belirlenmesi- Performansa ve portfolyoya dayalı durum belirleme*. Ankara:Pegem.
- Kuzu, A., Çankaya, S., & Mısırlı, Z. A. (2011). Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
- Lau, E.T., Sun, L.J., & Yang, Q. (2019). Modelling, prediction and classification of student academic performance using artificial neural networks. *SN Applied Sciences*, 1, 1-10.
- Leikin, R., Leikin, M., & Waisman, I. (2017). What Is Special About the Brain Activity of Mathematically Gifted Adolescents?. In R. Leikin, & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and Giftedness. Advances in Mathematics Education* (pp.165-182). Switzerland: Springer.
- Li, Y., Tarlow, D., Brockschmidt, M., & Zemel, R. S. (2016). *Gated graph sequence neural networks*. Paper presented at the Fifth International Conference on Learning Representations, Toulon.
- Li, Y. & Chen, D. & Deng, X. (2024). The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment. *PloS One*, 19(1), 1-21.
- Liu, T. & Israel, M. (2022). Uncovering students' problem-solving processes in game-based learning environments. *Computers & Education*, 182(3).
- Lu, F., Chen, G., Li, Z., Zhang, L., Liu, Y., Qu, S., & Knoll, A. (2021). Monet: Motion-based point cloud prediction network. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(8), 13794-13804.
- Lumsdaine, M., & Lumsdaine, E. (1995). Thinking preferences of engineering students: Implications for curriculum restructuring. *Journal of Engineering Education*, 84(2), 193–204.
- Malaia, E. & Newman, S. (2013). Neural bases of giftedness. In J. A. Plucker&C.M.Callahan(Eds.), *Critical issues and practices in gifted gducation: What the research says* (pp.451-464).Waco:Profrock Press.
- Malta, S. E. (2010). *İlköğretimde kullanılan eğitsel bilgisayar oyunlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Mao, A., Mohri, M.,&Zhong, Y. (2023). *Cross-entropy loss functions: Theoretical analysis and applications*. Paper presented at the Fortieth International Conference on Machine Learning,Hawaii.
- Mateos-Aparicio, P., & Rodríguez-Moreno, A. (2019). The impact of studying brain plasticity. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13, 66-70.
- McHugh M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282.

- Mckinney, Wes. (2011). Pandas: A foundational python library for data analysis and statistics. *Python for High Performance Science Computer*, 14(9), 1-9.
- Meece, J. L., Glienke, B. B., & Burg, S. (2006). Gender and motivation. *Journal of School Psychology*, 44(5), 351–373.
- Mishra, Pradeepta. (2019). Introduction to neural networks using pytorch: A problem-solution approach. In P. Mishra (Ed.), *Pytorch recipes* (pp.111-126). Berkeley: Apress.
- M.E.B. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- M.E.B. (2023). *Bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. Ankara:Milli Eğitim Bakanlığı.
- M.E.B. (2024). *Bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. Ankara:Milli Eğitim Bakanlığı.
- Min, W., Frankosky, M.H., Mott, B.W., Rowe, J.P., Smith, A., Wiebe, E.N., ...Lester, J.C. (2020). Deepstealth: game-based learning stealth assessment with deep neural networks. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13, 312-325.
- Mishra, P. (2023). Introduction to pytorch, tensors, and tensor operations. In P. Mishra (Ed.), *Pytorch recipes, a problem-solution approach to build, train and deploy neural network Models* (pp.1-28). Berkeley: Apress.
- Molina Del Río, J., Guevara, M. A., Hernández González, M., Hidalgo Aguirre, R. M., & Cruz Aguilar, M. A. (2019). EEG correlation during the solving of simple and complex logical–mathematical problems. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 19(4), 1036–1046.
- Namlı, N. A. (2016). *Bulanık mantık ile belirlenmiş çoklu zekâ alanlarına göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Orhon, E. N. (2021). Süper zekâ: yapay zekâ uygulamaları, tehlikeler ve stratejiler. *TRT Akademi*, 6(13), 942-947.
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination: principles and procedures of creative problem solving*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Otte, S., Liwicki, M., & Krechel, D. (2014). *Investigating long short-term memory networks for various pattern recognition problems*. Paper presented at the International Conference on Machine Learning and Data Mining, St. Petersburg.
- Ökcü, M., & Emir, S. (2024). Dördüncü sınıf olağan gelişim gösteren ve özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı okuma ve okuduğunu anlama becerilerinin incelenmesi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 12(1), 111-136.
- Özkök, A. (2005). Disiplinler arası yaklaşıma dayalı yaratıcı problem çözme öğretim programının yaratıcı problem çözme becerisine etkisi . *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (28), 159-167.

- Özpinar, İ., & Arslan, S. (2023). Teacher-based evaluation of students' problem solving skills. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(2), 543-560.
- Özsevgeç, T. (2017). Bilim eğitiminde ölçme ve değerlendirme. Ö. Taşkın (Ed.), *Fen eğitiminde güncel konular içinde* (s.217). Ankara: Pegem Akademi.
- Papastergiou, M. (2009). Exploring the potential of computer and video games for health and physical activity education: A literature review. *Computers & Education*, 53, 603-622.
- Park, I.-S. & Kang, S.-H. (2012). The development of assessment tools to measure scientific creative problem solving ability for middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 32(2).
- Patel, R., Zeinali, M., & Passi, K. (2021). *Deep learning-based robot control using recurrent neural networks (lstm;gru) and adaptive sliding mode control*. Paper presented at the Eighth International Conference of Control, Dynamic Systems, and Robotics, Niagara Falls.
- Pathak, N. (2020). A Study of gender difference in problem solving ability of mathematically gifted students. *Indian Journal of Applied Research*, 10(4), 1-2.
- Pelletier, K., McCormack, M., Muscanell, N., Reeves, J., Robert, J., & Arbino, N. (2024). *Educause horizon report: Teaching*. Boulder: Educause.
- Pires, I. M., Hussain, F., Garcia, N. M., Lameski, P., & Zdravetski, E. (2020). Homogeneous data normalization and deep learning: A case study in human activity classification. *Future Internet*, 12(11), 194.
- Plucker, J., & Callahan, C. (2014). Research on giftedness and gifted education: Status of the field and considerations for the future. *Exceptional Children*, 80, 390-406.
- Polat, Ö., Akay, D., & Aydın, E. (2021). MEB 2013 okul öncesi eğitim programı'nın beyin temelli öğrenme yaklaşımı açısından incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(229), 419-444.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Prensky, M. (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*. Thousand Oaks: Corwin.
- Puccio, G.J., & Cabra, J.F. (2008). *Creative problem solving: past, present and future*. New York: Routledge.
- Rajendran, D., & Santhanam, P. (2024). Leveraging ensemble learning for stealth assessment model with game-based learning environment. *Soft Computing*, 28(4), 3509-3517.
- Ravikumar, N., Zakeri, A., Xia, Y. & Frangi, A. (2024). *Deep learning fundamentals*. London: Academic Press.
- Redenius, J., & Skaar, N. (2017). Challenges of meeting the needs of gifted students within an RTI system. *Journal of Teacher Action Research*, 4(1), 20-42.
- Renzulli, J.S. (1978). What makes giftedness? Re-examining a definition. *Phi Delta Kapan*, 60(3), 180-184.

- Richter, Z. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16.
- Rocha, A., Almeida, L. S., & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397-1409.
- Rodrigues, F., & Pereira, F. (2018). *Deep learning from crowds*. Paper presented at the Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence, New Orleans.
- Rouse, R. (2001). *Game design: Theory & practice* (2nd ed.). Plano: Wordware Publishing.
- Runco, M. A. (2008). Commentary: Divergent thinking is not synonymous with creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 93–96.
- Sabırlı, Z.E. (2018). *Dijital eğitsel oyunların eğitimde kullanımının farklı değişkenler açısından incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Salakhutdinov, R.R. & Hinton, G.E. (2012). *A better way to pretrain deep boltzmann machines. Advances in neural information processing systems*. Paper presented at the Twenty-Sixth Annual Conference on Neural Information Processing Systems, Lake Tahoe.
- Salı, G. (2015). A longitudinal study on the development of creativity in children. *Anthropologist*, 20(1,2), 93-100.
- Sanchez, C., & Blanc, N. (2022). Abstract graphic creativity, feelings about school, and engagement in the school environment: what are the interindividual differences between gifted and non-gifted children?. *Journal of Intelligence*, 11(1), 2.
- Saranlı, A. G. (2017). Eş zamanlı olmayan gelişimin üstün yetenekli çocuklardaki görünümü üzerine bir örnek olay çalışması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 18(1), 89-108.
- Savaş, S., Güler, O., Kaya, K., Çoban, G., & Güzel, S. (2021). Eğitimde dijital oyunlar ve oyun ile öğrenme. *International Journal of Active Learning*, 6(2), 117-140.
- Saygılı, S. (2017). Examining the problem solving skills and the strategies used by high school students in solving non-routine problems. *E-International Journal of Educational Research*, 8(2), 91-114.
- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation* (2nd ed.). New York: Oxford University.
- Scaradozzi, D., Cesaretti, L., Screpanti, L., & Mangina, E. (2020). Identification of the Students Learning Process During Education Robotics Activities. *Frontiers in Robotics and Ai*, 7, 21.
- Schroth, S. & Helfer, J. (2009). Practitioners' conceptions of academic talent and giftedness: essential factors in deciding classroom and school composition. *Journal of Advanced Academics*, 20, 384-403.

- Shiha, J. (2008). *Analyzing children's cognitive activities in digital problem-solving learning games "William Adventure": An in-depth case study*. Paper presented at Sixteenth International Conference on Computers in Education, Taipei.
- Shute, V. (2016). Measuring problem solving skills via stealth assessment in an engaging video game. *Computers in Human Behavior*, 63, 106-117.
- Shute, V. J., & Ventura, M. (2013). *Stealth Assessment: Measuring and Supporting Learning in Games: Stealth Assessment*. Cambridge:MIT.
- Shute, V. J., & Rahimi, S. (2021). Stealth assessment of creativity in a physics video game. *Computers in Human Behavior*, 116, 106647.
- Sıdar, R. (2011). *Bilim sanat merkezinde okuyan öğrencilerin yaratıcılıklarının problem çözme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Singarimbun, R. N. (2020). Adaptive moment estimation to minimize square error in backpropagation algorithm. *Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics*, 4(1), 27-46.
- Slot, P. L., Bleses, D., & Jensen, P. (2020). Infants' and toddlers' language, math and socio-emotional development: Evidence for reciprocal relations and differential gender and age effects. *Frontiers in Psychology*, 11, 580297.
- Smagulova, K. & James, A. (2020). Overview of Long Short-Term Memory Neural Networks. In A.P. James (Ed.), *Deep Learning Classifiers with Memristive Networks* (pp.139-153). Germany: Springer Verlag.
- Smith, Susen. (2021). *Handbook of giftedness and talent development in the Asia-Pacific*. Singapore: Springer.
- Sönmez, V. (1993). Yaratıcı Eğitim. A. Ataman (Ed.) *Yaratıcılık ve Eğitim içinde* (s.145-154). Ankara: Şafak.
- Steneck, R. S., Graham, M. H., Bourque, B. J., Corbett, D., Erlandson, J. M., Estes, J. A., & Tegner, M. J. (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation*, 29(4), 436–459.
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2000). Practical intelligence and its development. In R. Baron & J. D. A. Parker (Eds.), *The handbook of emotional intelligence: Theory, development, assessment, and application at home, school, and in the workplace* (pp. 215–243). New Jersey:Wiley.
- Stevens, E., Antiga, L., & Viehmann, T. (2020). *Deep learning with pytorch*. New York:Manning.
- Süzen, A. (2018). *Derin öğrenme ve Türkiye'deki uygulamaları*.Türkiye:IKSAD.
- Tan, J., Yang, J., Wu, S., Chen, G., & Zhao, J. (2021). A critical look at the current train/test split in machine learning. *ArXiv*, 04525.

- Taş, H. (2019). 8. sınıf öğrencilerinin “besin zinciri” konusundaki akademik başarı ve fene karşı tutumlarına yaratıcı drama yönteminin etkisi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 234-245.
- Tekin, N. (2023). Eğitimde yapay zekâ: Türkiye kaynaklı araştırmaların eğilimleri üzerine bir içerik analizi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5, 387-411.
- Tian, C., Zhang, X., Lin, C., Zuo, W., & Zhang, Y. (2022). Generative adversarial networks for image super-resolution: A survey. *ArXiv*, 13620.
- Tokarieva, A.V., Volkova, N.P., Harkusha, I.V., & Soloviev, V.N., 2019. Educational digital games: models and implementation. *Educational Dimension*, 53(1), 5–26.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance tests of creative thinking: norms-technical manual*. Princeton: Personal Press.
- Treffinger, D. J. (1994). *The real problem solving handbook*. New York: Center for Creative Learning.
- Treffinger, D. J. (2005). Creative problem solving: the history, development, and implications for gifted education and talent development. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 342–353.
- Tsiakmaki, M., Kostopoulos, G., Kotsiantis, S.B., & Ragos, O. (2020). Transfer learning from deep neural networks for predicting student performance. *Applied Sciences*, 10(6), 2145.
- Uçar, F.M. (2017). Investigation of gifted students' problem-solving skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 5(3), 15-28.
- Ülger, B. B. (2019). *Üstün yetenekli öğrencilere yönelik farklılaştırılmış sorgulama temelli fen bilgisi ders modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ünal, A., & Kılınç, İ. (2020). Yapay zeka işletme yönetimi ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 6(1), 51-78.
- Üstünel, H. (2015). Gifted and non-identified as gifted students' preferred pc game types and pc game perceptions: a descriptive study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 3(2), 9-21.
- Van Houdt, G., Mosquera, C., & Nápoles, G. (2020). A review on the long short-term memory model. *Artificial Intelligence Review*, 53, 5929-5955.
- Van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: a systematic literature review. *Sage Open*, 10(1).
- Vrábel, J., Pořízka, P., & Kaiser, J. (2020). Restricted boltzmann machine method for dimensionality reduction of large spectroscopic data. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 167, 105849.
- Wang, H.-C., Chang, C.-Y., & Li, T.-Y. (2008). Assessing creative problem-solving with automated text grading. *Computers & Education*, 51(4), 1450–1466.

- Winner, E. (1996). *Gifted children myths and realities*. New York: Basic Books.
- Whitton, N. (2010). *Learning with digital games*. New York, Routledge.
- Xu, Y., & Goodacre, R. (2018). On splitting training and validation set: a comparative study of cross-validation, bootstrap and systematic sampling for estimating the generalization performance of supervised learning. *Journal of Analysis and Testing*, 2, 249–262.
- Yaman, Y., & Emir, S. (2019). Beyin temelli öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarına ve eleştirel düşüncelerine etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 414-427.
- Yao, L., Mao, C., & Luo, Y. (2019). *Graph convolutional networks for text classification*. Paper presented at the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence, Hawaii.
- Yavuzalp, N., & Gürol, M. (2017). E-öğrenme ortamlarında kullanılan öğrenme stillerinin web kullanım madenciliği ile analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 987-1015.
- Yazgan Sağ, G., & Argün, Z. (2016). The motivational forethoughts of gifted students in mathematical problem solving situations. *Kastamonu Education Journal*, 24(3), 1165-1182.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. bs.). Ankara: SeçkinYayınılık.
- Yıldırım, A. (2020). Yaratıcı problem çözme etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının yaratıcılığına etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 10(1), 399-431.
- Yılmaz, T. Y., & Gök, M. (2024). Öğretmen adaylarının üstün yetenekli öğrencilere matematik öğretimi dersinde ters yüz öğrenme deneyimleri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 230-255.
- Yiğit-Tekel, K., & Yaman, Y. (2023). Metaverse risk perceptions of gifted students. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 10(4), 1035-1049.
- Yu, H., & Guo, Y. (2023). Generative artificial intelligence empowers education reform: Current status, issues and prospects. *Frontiers in Education*, 8, 1183162.
- Zarr, N., & Brown, J.W. (2023) Foundations of human spatial problem solving. *Scientific Reports*, 13(1), 1485.
- Zhao, Y., Gao, W., & Ku, S. (2023). Optimization of the game improvement and data analysis model for the early childhood education major via deep learning. *Scientific Reports*, 13(1), 1-14.



8. EKLER

Ek 1. Araştırma ve Veri Toplama İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-14588481-605.99-104040904
Konu : Araştırma İzni

07.06.2024

TRABZON ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE (Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) 29.05.2024 tarihli ve 2400025450 sayılı yazımız.

Üniversiteniz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doktora Öğrencisi []'in "**Üstün Yetenekli Öğrencilerin Fen Eğitiminde Problem Çözme Becerilerinin Derin Öğrenme İle Değerlendirilmesi**" başlıklı tezi kapsamında Keçiören ilçesine bağlı okullar ile bilim sanat merkezlerinde yapılacak uygulama talebi ilgi (a) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Milli Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda, gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüş olup çalışma tamamlandıktan sonra çalışmanın bir nüshasının 30 iş günü içerisinde arge06_arastirma@meb.gov.tr adresine PDF olarak gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

[]
Vali a.
Milli Eğitim Müdür V.

Ek: Uygulama Araçları (2 Sayfa)

Dağıtım:
Gereği:
Trabzon Üniversitesi

Bilgi:
Keçiören İlçe MEM

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Emniyet Mah. Alpursan Türkes Cad. 4/A Yenimahalle

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: []

Telefon No : 0 (312) 306 89 30

E-Posta: iletisim06@meh.gov.tr

Kep Adresi : mebi@h01.kep.tr

İnternet Adresi: ankara.meb.gov.tr

Unvan : Şef

Faks: []

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.meb.gov.tr> adresinden: e638-f692-3279-b14e-be1e kodu ile teyit edilebilir.

Ek 1'in devamı



T.C.
TRABZON ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : E-99699167-302.08.01-2400028466
Konu : Bilimsel Araştırma İzni

12.06.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : Ankara Valiliğinin (Milli Eğitim Müdürlüğü) 07.06.2024 tarihli ve E-14588481-605.99-104040904 sayılı yazısı.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Programı 380039 nolu öğrencisi 'in bilimsel araştırma izniyle ilgili gelen İlgi'de kayıtlı yazı gönderilmektedir.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr.
Rektör Yardımcısı

Ek: İlgi Yazı ve Ekleri (3 Sayfa)

Belge Doğrulama Kodu: PFFTUTE.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi:

<http://blys.trabzon.edu.tr/ERMS/Record/ConfirmationPage/index>

Adres: Trabzon Üniversitesi Rektörlüğü, Siğirtli Mah. Adnan Kahveci Bulvarı, 61335 – Akçaabat-
Trabzon / TÜRKİYE
Telefon No: (0 462) 4551000
e-Posta:
Kep Adresi: trabzonuniversitesi@ilb01.kep.tr

Faks No:
İnternet Adresi:

Bilgi için :
Telefon No:
Direkt Hat:

Öğrenci İşleri
(0 462) 4551509 - 1509



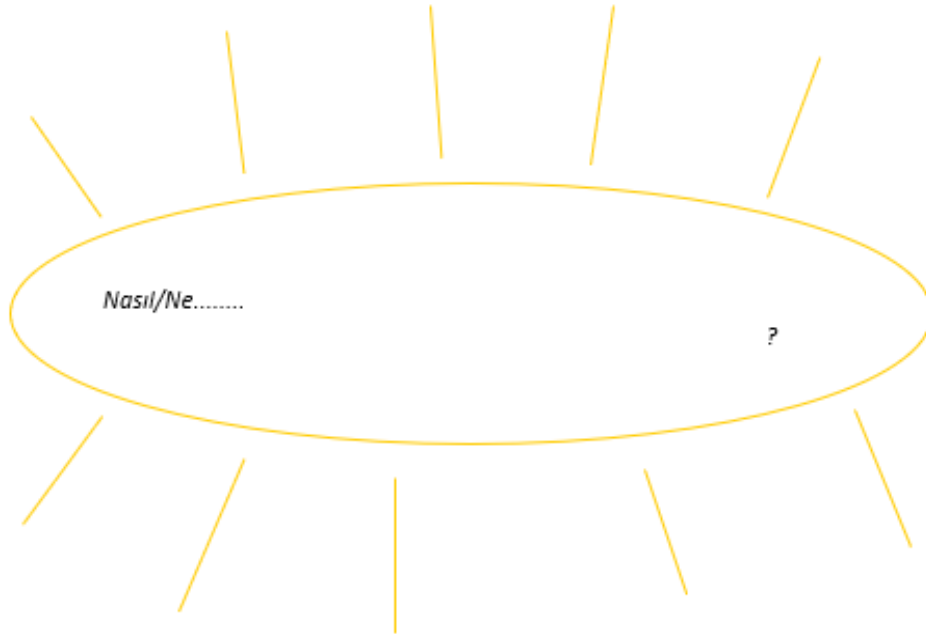
Ek 2. Sınıf İçi YPÇ Etkinliği

Yaratıcı Problem Çözücüler

Adı Soyadı:

Dışarısı çok sıcak. Beyza ve Akif'in canları dondurma yemek istiyor. Süpermarkete bisikletle gidiyorlar ve dondurma alıyorlar. Eve gelip ambalajı açtıklarında, çubuklu dondurmalar tamamen yumuşak oluyor. Buz, dondurma paketinden yavaşça damlıyor. Buzlar eriyor!

1. Bu sorunun bir zihin haritasını çizin. Hangi unsurlar rol oynar? Aklınıza geldiği kadar çok şey yazın. İsterseniz şeritler ekleyebilirsiniz.



2. Şimdi çözmemiz gereken sorunun ne olduğunu keşfedeceğiz. Sorunu elipsin ortasına bir soru olarak yazın. Nasıl veya ne soru kalıplarını içersin.

Ek 2'nin devamı

3. Bu sorunu çözmek için mümkün olduğunca çok, farklı ve orijinal fikir düşünün. Daha önce kimsenin düşünmediği şeyleri düşünmeye çalışın. Çözüm önerilerinizi sizin için ayrılan kutulara yazabilir veya çizebilirsiniz. Kutucuklar yetersiz gelirse ek kağıt isteyiniz.

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

4. Şimdi de en yaratıcı olduğu düşündüğünüz üç çözüm önerinizi seçiniz. Yaratıcı bir çözüm orijinaldir, eksiksizdir ve pratikte kullanılabilir. En yaratıcı çözümünüzün yanındaki kutucuğa 1, bir sonrakine 2 ve 3 yazarak sıralayınız.

Ek 3. Ölçek Kullanım İzni

Yanıtla
Tümünü yanıtla
İlet
...

23.04.2024 Sal 23:34

Değerli Hocam;

Ankara Hezarfen Ahmet Çelebi BİLSEM’de fen bilimleri öğretmeniyim. Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesinde yürüttüğüm doktora tezimde, 2021 tarihli tezinizde kullandığınız **YPÇ Uygulama Kitapçıkları ve Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarını** izniniz dahilinde kullanmak istiyorum. Etik kurul başvurusunda kullanmak amacıyla izin verdiğinizde dair cevap mailinize ihtiyacım var. İlginiz için teşekkür ederim.

Yanıtla
İlet

Yanıtla
Tümünü yanıtla
İlet
...

24.04.2024 Çar 00:23

Kime: Siz

Yanıtla şununla başla: Çok teşekkür ederim. Anladım, çok teşekkür ederim. Tamam, çok teşekkür ederim.

Merhaba hocam,

YPÇ Uygulama Kitapçıkları ve Yaratıcı Problem Çözme Dereceli Puanlama Anahtarını tezinizde kullanabilirsiniz. Çalışmalarınızda kolaylıklar dilerim.

Ek 4. YPÇDPA

YPÇDPA

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:						
YPC AŞAMALARI	GÖSTERGELER	PERFORMANS DÜZEYİ				
		Çok İyi	İyi	Kabul Edilebilir	Geliştirilebilir	Başlangıç Düzeyi
1) PROBLEM BULMA	1. Durum hakkında bilinenleri analiz eder.	5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		Toplam/6				
2) BİLGİ TOPLAMA	1. Seçtiği amaç ile ilgili farklı türden veri toplar.	5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		Toplam/4				
1) PROBLEMİ TANIMLAMA	1. Problem alanı ile ilgili çok fazla sayıda problem belirler.	5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		5	4	3	2	1
		Toplam/4				

Ek 4'ün devamı

2) FİKİR BULMA	1. Belirlenen problemi çözmek için fazla sayıda olası çözüm fikirleri üretir.	5	4	3	2	1	Toplam/4
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
1) DEĞERLENDİRME VE SEÇME	1. Üretilen çözüm fikirlerini analiz eder.	5	4	3	2	1	Toplam/3
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
2) EYLEM PLANI OLUŞTURMA	1. Eylem planını, ayrıntılı olarak hazırlamıştır	5	4	3	2	1	Toplam/3
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
1) KABUL OLUŞTURMA	1. Çözümün sunulacağı paydaşların beklentilerini dikkate alarak planlama yapar.	5	4	3	2	1	Toplam/3
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
2) UYGULAMA	1. Çözümü eylem planına göre uygular.	5	4	3	2	1	Toplam/3
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	
		5	4	3	2	1	

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

***** doğumludur. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programından 2007 yılında mezun oldu. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisansını tamamladı. 2012 yılında MEB'da fen bilimleri öğretmeni olarak Diyarbakır ilinin Kulp ilçesinde göreve başladı. Sırasıyla; Kırıkkale Fatih Ortaokulu, Mardin Gökçe Ortaokulu ve Trabzon Sürmene İmam Hatip Ortaokulunda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yaptı. 2018 yılında Trabzon Faruk Başaran Bilim ve Sanat Merkezine fen bilimleri öğretmeni olarak atandı. Aynı yıl Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Araştırmacı halen Ankara Hezarfen Ahmet Çelebi Bilim ve Sanat Merkezinde fen bilimleri öğretmeni olarak çalışmakta olup evli ve iki çocuk annesidir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : *****

E-Posta : *****

Tel : *****