

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN ÖZEL
YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN 21. YY BECERİLERİ YETERLİLİĞİ
İLE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : Arif DAMAR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

**Enstitü Anabilim Dalı : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri
Eğitimi**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Necla DÖNMEZ USTA

**Ocak 2026
GİRESUN**

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN ÖZEL
YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN 21. YY BECERİLERİ YETERLİLİĞİ
İLE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arif DAMAR

**Enstitü Anabilim Dalı : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri
Eğitimi**

Bu tez 30/12/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Doç.Dr.
Servet KILIÇ**

Jüri Başkanı

**Prof. Dr.
Necla DÖNMEZ USA**

Üye

**Doç.Dr.
Ebru TURAN
GÜNTEPE
Üye**

**Prof.Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Arif DAMAR

20/01/2026

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının konusunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar geçen süreçte; engin bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, her zaman güler yüzü ve anlayışıyla yanımda olan, akademik bakış açımı zenginleştiren çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Necla DÖNMEZ USTA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Akademik gelişimime büyük katkı sağlayan, karşılaştığım her sorunda desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen, tecrübeleriyle bana ışık tutan değerli hocam Doç. Dr. Ebru TURAN GÜNTEPE'ye şükranlarımı sunarım.

Bu yoğun çalışma sürecinde bana gösterdikleri anlayış, sabır ve desteklerinden dolayı, çalışma arkadaşlarım Derya ERDEMİR YILMAZ ve Emine GÜR SOY'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, bugünlere gelmemde en büyük emek sahibi olan, varlıklarıyla her daim arkamda uyar kıymetli annem Ayşe DAMAR ve değerli babam Saffet DAMAR'a minnettarım.

Son olarak; bu zorlu süreçte sabrı, sevgisi ve fedakarlığıyla her zaman yanımda olan, en büyük motivasyon kaynağım, hayat arkadaşım ve biricik eşim Tuğba ÖZTÜRK DAMAR'a; hayatıma neşe katan, çalışma azmimi güçlendiren canım evlatlarım Ahsen Sare DAMAR ve Muhammet Sirac DAMAR'a en derin sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım. İyi ki varsınız.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLOLAR LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	9
1.1. Problem Durumu.....	9
1.2. Araştırmanın Amacı	12
1.3. Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi.....	13
1.4. Sınırlılıklar	15
1.5. Varsayımlar	15
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	16
2.1. 21. Yüzyıl Becerileri	16
2.2. Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD)	18
2.3. Bilgi İşlemsel Düşünme Öz Yeterliği.....	22
2.4. STEM Eğitimi	24
2.5. Robotik Eğitimi ve Blok Kodlama	27
2.6. Eğitimde Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Uygulamaları	35
2.7. Özel Yetenekli Öğrenciler ve Eğitimleri	38
2.8. Blok Tabanlı Yapay Zekâ ile STEM'e yönelik Ulusal Çalışmalar	41
2.9. Blok Tabanlı Yapay Zekâ ile STEM'e yönelik Uluslararası Çalışmalar.....	45

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM	48
3.1. Araştırma Modeli	48
3.2. Katılımcılar	49
3.3. Veri Toplama Araçları	50
3.4. Uygulama Süreci.....	57
3.5. Verilerin Analizi	71
3.6. Geçerlilik ve Güvenirlik	74
 BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI	76
4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	76
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular.....	78
4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular	80
4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular	89
 BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	97
5.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç	97
5.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	99
5.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	100
5.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç	102
 KAYNAKLAR.....	108
EKLER.....	128
ÖZGEÇMİŞ	141

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AI	: Yapay zekâ (Artificial Intelligence)
BİD	: Bilgi İşlemsel Düşünme
BİDBÖA	: Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği
BİLSEM	: Bilim ve Sanat Merkezi
CSTA	: Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Birliği
DMGT	: Ayrıcalıklı ve Yetenekli Model (Differentiated Model of Giftedness and Talent)
EV3	: LEGO Mindstorms EV3 Robotik Eğitim Seti
ICSP	: Devre Üzeri Seri Programlama (In-Circuit Serial Programming)
ISTE	: Eğitimde Teknoloji Standartları Birliği
K-12	: Anaokulundan lise son sınıfa kadar olan eğitim düzeyi
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
P21	: (Partnership for 21st Century Learning)
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
USB	: Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus)
YEĞİTEK	: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri
YZ	: Yapay Zekâ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Pictoblox uygulamasının arayüzüne ait görsel	30
Şekil 2.2. Arduino Uno Kartına Ait Pin Yapısı	33
Şekil 2.3. LEGO Mindstorms EV3 seti ve ürün içeriği	34
Şekil 3.1. Uygulama Süreci.....	60
Şekil 3.2. Bilgi Temelli Hayat Problemi	63
Şekil 3.3. Kullanılan Malzemelere ait görsel sunulmaktadır.	65
Şekil 3.4. Bayrak Kartları ve Eğitim Aşamasına ait görseller.....	65
Şekil 3.5. Öğrencilerin Lego ve Arduino tasarım aşamalarına ait görseller	66
Şekil 3.6. Ülke Bayraklarını Tanıyorum Etkinliğinde Kullanılan Kod Bloklarına Ait Örnek Görsel	67
Şekil 3.7. Etkinlikteki Farklı Çözüm Yollarına Örnek Görüntüler	69
Şekil 3.8. Öğrencilerin Sunumları.....	71
Şekil 4.1. Ö1, Ö5, Ö13 ve Ö15'in Çizme-Yazma Tekniğine Ait Örnek Resimleri... 84	
Şekil 4.2. Ö3, Ö4, Ö7 ve Ö11'in Çizme-Yazma Tekniğine Ait Örnek Resimleri..... 89	
Şekil 4.3. Yapay Zekâ ve STEM Odaklı Etkinliklerden Elde Edilen Kodların Kelime Bulutu Görselleştirmesi.....	95

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Frekans Dağılımları	49
Tablo 3.2. Araştırmanın Alt Problemleri ve Veri Toplama Araçları	51
Tablo 3.3. Cronbach's Alpha, Spearman-Brown ve Guttman Split-Half Güvenirlik Testi	53
Tablo 3.4. Kazanımlar ve İlgili Etkinlikler	58
Tablo 3.5. Ön test–son test puanlarına ilişkin Shapiro–Wilk normalite testi sonuçları (n=18).....	72
Tablo 4.1. 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Ön Test–Son Test Puanlarına İlişkin İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları	76
Tablo 4.2. İlişkili Örneklem t-Testi İçin Etki Büyüklükleri (η^2)	77
Tablo 4.3. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ön Test–Son Test Puanlarına İlişkin İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları.....	78
Tablo 4.4. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi İçin Etki Büyüklükleri (η^2)	79
Tablo 4.5. Metafor Belirleme Formuna Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Ön-Test Bulguları.....	80
Tablo 4.6. Metafor belirleme Formunun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniğinden Elde Edilen Ön-Test Bulguları	82
Tablo 4.7. Metafor Belirleme Formuna Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Son-Test Bulguları.....	84
Tablo 4.8. Metafor belirleme Formunun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniğinden Elde Edilen Son Test Bulguları	87
Tablo 4.9. STEM Tabanlı Yapay Zekâ Uygulamaları Sürecine İlişkin Öğrenci Görüşlerinin Analizi	90

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN 21. YY BECERİLERİ YETERLİLİĞİ İLE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME ÖZ YETERLİĞİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, yapay zekâ destekli STEM etkinliklerinin özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri yeterlilikleri, bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algıları ve yapay zekâyâ ilişkin metaforik algıları üzerindeki etkisini belirlemektir. Araştırmanın çalışma grubunu 2024–2025 eğitim öğretim yılında bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 18 özel yetenekli ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı karma yöntem benimsenmiş, uygulamalar 12 hafta boyunca PictoBlox, Arduino ve LEGO EV3 setlerinin entegre edildiği STEM etkinlikleri aracılığıyla yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak “21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği”, “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği”, “Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu” ve açık uçlu anket formu kullanılmıştır. Nicel verilerin analizi SPSS 27.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermesi nedeniyle analizlerde parametrik bir test olan İlişkili (Bağımlı) Örneklem t-Testi kullanılmış, ayrıca farkın gücünü belirlemek için etki büyüklükleri (Eta Kare) hesaplanmıştır. Nitel veriler ise içerik analiziyle çözümlenmiştir. Araştırma bulguları; bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik genel öz yeterlik algısının ve özellikle algoritma tasarlama, veri işleme ve temel programlama alt boyutlarının son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ve geniş etki büyüklüğüyle arttığını göstermektedir. Buna karşın problem çözme ve özgüven yeterliği alt boyutlarında gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte 21. yüzyıl becerilerinin bazı alt boyutlarında artış eğilimi görülse de bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir. Nitel bulgular, öğrencilerin blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli etkinlikleri eğlenceli, özgün, motive edici ve öğrenmeyi kalıcı hâle getiren bir süreç olarak değerlendirdiklerini; uygulama sonrasında yapay zekâyı daha işlevsel, akıllı, yardımcı ve üretken bir teknoloji olarak tanımlamaya başladıklarını ortaya koymuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak, yapay zekâ destekli STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini teknik ve bilişsel boyutta güçlendirdiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, STEM eğitimi, özel yetenekli öğrenciler, 21. yüzyıl becerileri, bilgi işlemsel düşünme, yapay zekâ metaforları.

THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE–ASSISTED STEM ACTIVITIES ON GIFTED STUDENTS’ 21ST-CENTURY SKILLS COMPETENCE AND COMPUTATIONAL THINKING SELF-EFFICACY

SUMMARY

The purpose of this study is to determine the effect of artificial intelligence–assisted STEM activities on gifted middle school students’ 21st-century skills competencies, their self-efficacy perceptions toward computational thinking skills, and their metaphorical perceptions of artificial intelligence. The study group consists of 18 gifted middle school students studying at a Science and Art Center during the 2024–2025 academic year. In the study, a mixed-methods approach in which quantitative and qualitative data were used together was adopted, and the implementations were carried out for 12 weeks through STEM activities integrating PictoBlox, Arduino, and LEGO EV3 sets. As data collection tools, the “21st Century Skills Competence Scale,” the “Computational Thinking Skills Self-Efficacy Perception Scale,” the “Artificial Intelligence Metaphor Identification Form,” and an open-ended questionnaire were used. The analysis of quantitative data was conducted using the SPSS 27.0 software. Since the data showed a normal distribution, the Paired (Dependent) Samples t-Test, which is a parametric test, was used in the analyses, and effect sizes (Eta Squared) were calculated to determine the strength of the difference. Qualitative data were analyzed using content analysis. The findings of the study show that the overall self-efficacy perception toward computational thinking skills, and especially the sub-dimensions of algorithm design, data processing, and basic programming, increased at a statistically significant level in favor of the post-test with a large effect size. On the other hand, the increase observed in the problem-solving and self-confidence competence sub-dimensions was not found to be statistically significant. However, although an increasing trend was observed in some sub-dimensions of 21st century skills, this change was not statistically significant. Qualitative findings revealed that students evaluated block-based coding and machine learning–based activities as enjoyable, original, motivating, and as a process that makes learning permanent; and that after the implementation they began to define artificial intelligence as a more functional, intelligent, supportive, and productive technology. The results obtained from the study generally show that artificial intelligence–assisted STEM activities strengthen gifted students’ computational thinking skills in technical and cognitive dimensions.

Keywords: Artificial intelligence, STEM education, gifted students, 21st century skills, computational thinking, artificial intelligence metaphors.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim, öğrencilerin yalnızca bilgi tüketen bireyler olmaktan çıkıp teknolojiyle üreten, analiz eden ve problem çözen bireyler olarak yetişmesini gerekli kılmaktadır (Trilling ve Fadel, 2009). Bu dönüşüm, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği, dijital okuryazarlık ve bilişsel esneklik gibi 21. yüzyıl becerilerinin eğitim sistemlerinde merkezi bir konuma yerleşmesine yol açmıştır (Partnership for 21st Century Learning, 2015). Bu gelişmeler doğrultusunda, 21. yüzyıl becerilerini destekleyen temel düşünme süreçlerinden biri olan bilgi işlemsel düşünmenin eğitimde giderek daha fazla önem kazandığı belirtilmektedir (Voogt ve ark., 2015).

Bilgi işlemsel düşünme, 21. yüzyıl becerilerinin önemli bir bileşeni olarak görülmekte ve bilgisayar biliminin kavramsal temelleriyle problem çözme süreçlerini bir araya getiren bir üst düzey düşünme biçimi olarak tanımlanmaktadır (Wing, 2006). Bilgi işlemsel düşünmenin soyutlama, algoritmik akıl yürütme, modelleme ve düzenli problem çözme gibi çok yönlü bilişsel unsurlar içerdiği belirtilmektedir (Grover ve Pea, 2013). Ayrıca bu becerinin kavramsal bilgi, uygulama becerisi ve tutumdan oluşan üç boyutlu bir yapıya sahip olduğu ifade edilmektedir (Shute ve ark., 2017). Bu çerçevede, bilgi işlemsel düşünmenin disiplinler arası öğrenme ortamları için neden kritik olduğunu göstermektedir (Grover ve Pea, 2013). Bilgi işlemsel düşünmenin bu özellikleri nedeniyle, onu geliştirmeye yönelik öğrenme ortamlarında programlama etkinliklerinin kritik bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Yadav ve ark., 2016).

Programlama eğitimi bilgi işlemsel düşünmenin geliştirilmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Lye ve Koh, 2014). Özellikle blok tabanlı programlama ortamlarının

başlangıç düzeyindeki öğrencilerin algoritmik düşünme süreçlerini desteklediği ortaya konmuştur (Hsu ve ark., 2018). Ayrıca blok tabanlı kodlama ortamlarında çalışan öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği becerilerini daha etkin geliştirdikleri belirlenmiştir. (Sáez-López ve ark., 2016). Bu durum, blok tabanlı programlamanın bilgi işlemsel düşünmeyi geliştirmede güçlü bir pedagojik araç olduğunu göstermektedir (Lye ve Koh, 2014). Bu doğrultuda, programlama temelli etkinliklerin STEM bağlamına entegrasyonu; Scratch, robotik ve Arduino odaklı uygulamalarda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ve ilgili STEM kazanımlarını anlamlı biçimde artırmaktadır (Sáez-López ve ark., 2016; Chen ve ark., 2017).

STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütüncül bir çerçevede birleştirerek öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine disiplinler arası çözümler üretmesine imkân tanımaktadır (English, 2016). STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım süreçleri aracılığıyla üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği ifade edilmektedir (Bybee, 2013). Türkiye’de hazırlanan STEM ile ilgili rapor ise eğitiminin yaratıcılık, problem çözme ve kariyer farkındalığı üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Akgündüz ve ark., 2015). Alanyazında, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen bilgi işlemsel düşünme ve kodlama becerilerinin, öğrencilerin yapay zekâ ve makine öğrenmesi temelli teknolojileri anlamaları için kritik bir temel oluşturduğu vurgulanmaktadır (Ng ve ark., 2021; Zawacki-Richter ve ark., 2019).

Yapay Zekâ (YZ) teknolojilerinin eğitimde giderek daha önemli hâle gelmesi, öğrencilerin erken yaşlarda yapay zekâ okuryazarlığı kazanmasını gerekli kılmaktadır (Long ve Magerko, 2020). Yapay zekâ okuryazarlığının, öğrencilerin YZ’nin nasıl çalıştığını, nerelerde kullanıldığını ve toplumsal etkilerini anlayabilmesini içerdiği belirtilmektedir (Chen ve ark., 2020). Küçük yaş gruplarının (7–12 yaş) makine öğrenmesi temelli blok programlama ortamlarında yapay zekâ kavramlarını daha kolay anlamlandırdıkları da ortaya konmuştur (Druga ve Ko, 2021). Bu gelişmelere paralel olarak, öğrencilerin yaş düzeylerine uygun biçimde hangi temel yapay zekâ kavramlarını öğrenmeleri gerektiğini tanımlayan ve öğretim süreçlerine yön vermeyi amaçlayan uluslararası öğretim çerçevelerinin geliştirildiği rapor edilmektedir (Kong

ve ark., 2024). Alanyazında, yapay zekâ okuryazarlığının gerektirdiği bilgi işlemsel düşünme, veri analizi ve algoritmik akıl yürütme gibi temel bilişsel süreçlerin STEM temelli öğrenme ortamlarında gelişen becerilerle yakından ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Holmes ve ark., 2019; Wing, 2006). Bu bulgular, yapay zekâ okuryazarlığının bilgi işlemsel düşünme ve STEM ile bütünleştirilmesinin önemini göstermektedir (Xu ve Ouyang, 2022). STEM eğitiminin geliştirdiği analitik düşünme, modelleme ve üst düzey problem çözme becerilerinin yüksek bilişsel kapasite gerektiren öğrenen profilleri için güçlü bir temel oluşturduğu belirtilmektedir (Bybee, 2013). Özel yetenekli öğrencilerde üstbilişsel farkındalık ve özerk öğrenme becerilerinin önemli bir yer tuttuğu; bu nedenle yapay zekâ gibi soyut ve süreç temelli kavramların öğretiminde öğrencinin öğrenmeyi yönetebilme kapasitesinin öğretim tasarımında dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Savaş Yağcı ve Demirtaş, 2024).

Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde teknoloji zenginleştirmeli ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamlarının kritik bir rol oynadığı, bu öğrencilerin üst düzey problem çözme, yaratıcılık ve hızlandırılmış öğrenme gereksinimlerinin ise farklılaştırılmış ve proje tabanlı etkinliklere duyulan ihtiyacı artırdığı belirtilmektedir (Sak, 2016). Özel yetenekli bireylerin gelişimsel özelliklerine uygun bireyselleştirilmiş öğretim süreçlerinin gerekliliği de vurgulanmaktadır (Baykoç ve Şahin, 2018). Bu doğrultuda hazırlanan Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) Yönergesi özel yetenekli öğrencilerin bireysel özelliklerine uygun öğretim tasarımlarını zorunlu kılmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2022). Yapılan çalışmalar, özel yetenekli öğrencilerin problem çözme ve bilimsel süreç becerilerinde akranlarının ötesinde ileri düzey bilişsel performans sergilediklerini göstermektedir (Yıldız ve ark., 2012). Yapılan çalışmalar, BİLSEM’de öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin genel olarak yüksek düzeyde olduğunu ve akranlarına göre daha ileri performans sergilediklerini göstermektedir (Köseoğlu ve Can, 2024). Özel yetenekli öğrencilerin STEM tutumlarının orta ve üst düzeyde olduğu ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yatkın oldukları da ortaya konmuştur (Nacaroğlu ve Kızılkapan, 2021). Ayrıca özel yetenekli öğrencilerin okul dışı STEM etkinliklerinde yüksek motivasyon ve başarı sergiledikleri belirtilmektedir (Özçelik ve Akgündüz, 2018). Özel yetenekli

öğrencilerle yürütülen çalışmalar, STEM'e yönelik tutumların öğrencilerin öğrenme yaşantıları, katıldıkları etkinlik türleri ve bireysel özelliklerine bağlı olarak anlamlı biçimde farklılaşabildiğini göstermektedir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

Mevcut literatür incelendiğinde, Türkiye'de özel yetenekli öğrencilerle yürütülen çalışmaların çoğunlukla STEM tutumları, bilimsel süreç becerileri ve bilişsel performans gibi sınırlı alanlara odaklandığı; buna karşılık blok tabanlı programlama, makine öğrenmesi ve STEM entegrasyonunu bir arada ele alan bütünlük uygulamaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Özçelik ve Akgündüz, 2018; Nacaroglu ve Kızılkapan, 2021). Uluslararası araştırmalar, blok tabanlı programlama, makine öğrenmesi uygulamaları ve STEM etkinliklerinin birlikte kullanılmasının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme, problem çözme, algoritmik akıl yürütme ve yapay zekâ okuryazarlığını anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermektedir (Long ve Magerko, 2020; Druga ve Ko, 2021; Chiu, 2021). Bu durum, özel yetenekli öğrencilerin geleceğin teknolojilerine hazırlanması için blok tabanlı programlama, makine öğrenmesi ve STEM'i bütünleştiren yenilikçi öğrenme ortamlarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır (Xu ve Ouyang, 2022).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın genel amacı, özel yetenekli ortaokul öğrencilerine yönelik blok tabanlı programlama ve makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterliliklerine, bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik özyeterlilik algısına, yapay zekâ metaforlarına etkisini incelemektir.

Araştırmanın bu genel amacı doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere yanıt aranacaktır.

1. Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterlilikleri üzerindeki etkisi nedir?

2. Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin, bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algılarına etkisi nedir?
3. Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliği öncesinde ve sonrasında yapay zekâ metaforlarındaki değişim nedir?
4. Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerine ilişkin görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Dijital teknolojilerin ve yapay zekâ temelli sistemlerin hızla geliştiği günümüzde, öğrencilerin yalnızca teknoloji tüketicisi olmaktan çıkıp bu sistemlerin temelini oluşturan algoritmik süreçleri, veri işleme mantığını ve problem çözme yaklaşımlarını anlayarak üretim ve tasarım odaklı rollere geçmeleri gerektiği; 21. yüzyıl becerileri çerçevelerinin bu gerekliliği açıkça ortaya koyduğu ve yapay zekâ destekli öğrenme ortamlarının da bu dönüşümü zorunlu kıldığı ilgili literatürde vurgulanmaktadır (Voogt ve ark., 2012; Binkley ve ark., 2012; Luckin ve ark., 2016). Özellikle özel yetenekli öğrenciler, yüksek öğrenme kapasiteleri ve hızlı bilişsel gelişimleri nedeniyle zenginleştirilmiş, üst düzey becerileri hedefleyen ve teknoloji entegrasyonu yüksek öğrenme ortamlarına daha fazla ihtiyaç duymaktadır (Sak, 2016).

Bu araştırma, blok tabanlı programlama, makine öğrenmesi ve STEM bileşenlerini bir araya getirerek özel yetenekli öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlaması bakımından önemli görülmektedir. Türkiye’de özel yetenekli öğrencilere yönelik STEM çalışmalarının artmasına karşın makine öğrenmesi temelli uygulamaların son derece sınırlı olması (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014), bu araştırmayı hem güncel hem de özgün kılmaktadır. Bu açıdan

Çalışma, alanyazında belirgin bir ihtiyaa cevap veren ve uygulama açığını doldurmaya yönelik bir nitelik taşıamaktadır.

Araştırmanın bir diğer önemi, yapay zekâ okuryazarlığının günümüzde temel bir vatandaşlık yeterliği hâline gelmesi ve öğrencilerin erken yaşlarda veri, model, algoritma ve sistem mantığı gibi kavramlara aşına olmasının gerekliliğidir (Long ve Magerko, 2020). Makine ğrenmesi ile desteklenen blok kodlama etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin problem çözme stratejilerini, modelleme becerilerini ve teknoloji üretme motivasyonlarını artırması beklenmektedir. Bu yönüyle araştırma, hem kuramsal anlamda yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin mevcut tartişmalara katkı sunmakta hem de uygulamalı eğitim tasarımlarının geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

Çalışmanın Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) bağlamında yürütülmesi, araştırmaya uygulama açısından ayrı bir değer kazandırmaktadır. MEB (2022) BİLSEM Yönergesi'nde özel yetenekli öğrencilerin bireysel özelliklerine ve performans düzeylerine uygun ğretim süreçlerinin gerekliliğinin vurgulanması doğrultusunda, bu araştırmada geliştirilen uygulamanın söz konusu ihtiyaa katkı sunması hedeflenmektedir. Elde edilecek bulguların, özel yetenekli öğrenciler için geliştirilecek STEM ve yapay zekâ odaklı ğretim programlarına referans oluşturması ve ileride yapılacak araştırmalara yön vermesi beklenmektedir.

Sonuç olarak bu araştırma;

- (1) zel yetenekli öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesi,
- (2) blok tabanlı programlama ve makine öğrenmesi entegrasyonu konusunda Türkiye'deki literatür boşluğunun giderilmesi,
- (3) yapay zekâ okuryazarlığının eğitim ortamlarına uyarlanması,
- (4) BİLSEM ğretmenleri için uygulanabilir bir ğretim modeli sunulması

açılarından hem bilimsel hem de uygulamalı açıdan önemli bir katkı sağlayacaktır.

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma aşağıdaki sınırlılıklar çerçevesinde yürütülmüştür:

1. Araştırmanın örneklemini, bir ildeki Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören 18 özel yetenekli ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır.
2. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz yeterlik algılarında, 21. yüzyıl beceri yeterliklerinde ve yapay zekâya ilişkin metaforlarında ortaya çıkan değişimlerin uzun vadeli ve kalıcı etkileri değerlendirilmemiştir.

1.5. Varsayımlar

Bu araştırmada aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir:

1. Araştırmaya katılan özel yetenekli öğrencilerin, veri toplama araçlarına dürüst ve içten bir biçimde yanıt verdikleri varsayılmıştır.
2. Araştırmanın yürütüldüğü ortamın, öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkileyebilecek fiziksel ve teknolojik koşullar açısından uygun ve yeterli olduğu varsayılmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. 21. Yüzyıl Becerileri

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyıl; teknolojik ilerlemeler, küreselleşme ve Endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği dijital dönüşümlerle karakterize edilmektedir (González-Pérez ve Ramírez-Montoya, 2022). Bu hızlı değişim süreci, bireylerin karmaşık sosyal, mesleki ve sivil rollere uyum sağlayabilmeleri için daha esnek, eleştirel ve çok yönlü yeterliklerle donatılmalarını gerekli kılmaktadır (Kolokouri, 2025). Bu doğrultuda 21. yüzyıl becerileri; bireylerin değişen koşullara uyum sağlayabilmelerini, karşılaştıkları problemlere etkili çözümler üretebilmelerini ve öğrenme süreçlerini yaşam boyu sürdürebilmelerini destekleyen temel yeterlikler bütünü olarak ele alınmaktadır (Kain ve ark., 2024).

Eğitim sistemlerinin öğrencileri öngörülemeyen ve küresel ölçekte birbirine bağlı bir geleceğe hazırlamakla yükümlü olduğu belirtilmektedir (Roshid ve Haider, 2024). Okullarda öğrenilen beceriler ile iş ve toplum yaşamında beklenen yeterlikler arasında “beceri açığı” bulunduğu ve bu açığın giderilmesinin nitelikli eğitim ve sürdürülebilir bir gelecek açısından kritik olduğu vurgulanmaktadır (González-Salamanca ve ark., 2020).

21. yüzyıl becerilerine duyulan gereksinimin; bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişim, küreselleşme ve yenilikçilik ihtiyacı gibi koşullarla ilişkili olduğu kabul edilmektedir (Chalkiadaki, 2018). Günümüz ekonomisinin, durağan yapılarla uyum sağlayan bireylerden ziyade sürekli değişime uyum gösterebilen ve bilgiyi farklı bağlamlara transfer edebilen bireyleri öne çıkardığı belirtilmektedir (Öliyeve, 2024). Bu bağlamda başarının, yalnızca bilgi birikimiyle değil, bilginin etkin biçimde kullanılabilmesiyle de ilişkilendirildiği ifade edilmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2015).

Eleştirel düşünme gibi bazı beceriler yeni olmamakla birlikte, bilgiye dayalı ekonominin talepleri doğrultusunda önemlerinin yeniden vurgulandığı görülmektedir (Uçak ve Erdem, 2020).

21. yüzyıl becerilerinin sınıflandırılmasına yönelik en yaygın yaklaşımlardan birinin P21 (21. Yüzyıl Öğrenme Ortaklığı) çerçevesi olduğu ve bu çerçevenin alanyazında önemli bir referans noktası olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Gelen, 2017). P21'in, öğrencileri geleceğin iş ve yaşam koşullarına hazırlamak amacıyla becerileri bütüncül bir yapı içinde ele aldığı ve bu becerileri üç ana grupta topladığı ifade edilmektedir (Herlinawati ve ark., 2024). Bu grupların; öğrenme ve yenilik, bilgi-medya-teknoloji ile yaşam ve kariyer becerileri biçiminde yapılandırıldığı belirtilmektedir (Hamarat, 2019). P21 kapsamında öne çıkan yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği becerilerinin eğitimde kritik aktarılabilir yeterlikler olarak değerlendirildiği vurgulanmaktadır (Thornhill-Miller ve ark., 2023). Bu becerilerin, akademik başarıyla birlikte mesleki ve toplumsal yaşama taşınabilir “hassas beceriler” olarak ele alındığı ifade edilmektedir (Ağaoğlu ve Demir, 2020). Bazı yaklaşımlarda ise hesaplamalı düşünme ve şefkat gibi ek boyutlarla 6C türü daha geniş sınıflandırmaların önerildiği belirtilmektedir (Inganah ve ark., 2023).

P21 dışında geliştirilen çerçevelerin de benzer yeterlik alanlarına odaklandığı, ancak bu becerileri farklı terminolojilerle sınıflandırdığı ifade edilmektedir (Alali, 2024). Alanyazında 21. yüzyıl becerilerini konu alan çalışmaların betimsel içerik analiziyle incelendiği araştırmalarda da farklı çerçeveler arasında sınıflandırma ve kavramsallaştırma farklılıklarının bulunduğu rapor edilmektedir (Ültay ve ark., 2021). Farklı yaklaşımlar arasında yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve dijital yeterlik gibi çekirdek becerilerin ortak biçimde vurgulandığı görülmekte ve bu durumun çerçeveler arasında ortak bir çekirdek yapıya işaret ettiği belirtilmektedir (Dede, 2010).

Bu becerilerin eğitim programlarına yansıtılmasının yalnızca teknolojiye erişimle sınırlı olmadığı, öğretim yaklaşımlarının da yeniden yapılandırılmasını gerektirdiği ifade edilmektedir (González-Pérez ve Ramírez-Montoya, 2022). Öğrenci merkezli ve

probleme odaklı öğrenme tasarımlarının, öğrencilerin düşünme ve uygulama becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirtilmektedir (Almazroa ve Alotaibi, 2023). Bu bağlamda STEM temelli uygulamalar ve proje odaklı öğrenme yaklaşımlarının, disiplinler arası problem çözme süreçleri üzerinden 21. yüzyıl becerilerini desteklediği ifade edilmektedir (Çiftçi ve ark., 2021).

Bütünleşik uygulamaların sınıf içi yaygınlaşmasının öğretmen yeterlikleri ve öğretimsel destek mekanizmalarıyla ilişkili olduğu; pedagojik bilgi eksikliği, zaman yönetimi sorunları ve materyal yetersizliği gibi etmenlerin süreci zorlaştırabildiği belirtilmektedir (Mutohhari ve ark., 2021). Bu nedenle hedefli mesleki gelişim ve kurumsal destek gibi stratejilerin, 21. yüzyıl becerilerinin etkili biçimde kazandırılmasına katkı sağlayacağı vurgulanmaktadır (Kain ve ark., 2024).

Türkiye’de eğitimde dijital dönüşümü destekleyen politika ve girişimlerin yürütüldüğü; bu kapsamda müfredat güncellemeleri ve FATİH Projesi gibi uygulamaların bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığını güçlendirmeyi hedeflediği ifade edilmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2015). Bu tür girişimlerin etkili olabilmesi için yalnızca donanım sağlanmasının yeterli olmadığı; paydaşların dijital yeterliklerinin güçlendirilmesi ve nitelikli e-çerik geliştirme süreçlerinin desteklenmesi gerektiği belirtilmektedir (Hamarat, 2019).

Bu araştırmada P21 çerçevesinin referans alınmasının, 21. yüzyıl becerilerini bilişsel, dijital ve sosyal boyutlarıyla bütüncül bir yapı içinde ele alması ve eğitim sistemlerinin geleceğe dönük beceri gereksinimlerini tanımlamada uluslararası düzeyde yaygın bir başvuru çerçevesi olarak kullanılmasına dayandığı ifade edilmektedir (OECD, 2018).

2.2. Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD)

21.yüzyıl becerileri arasında kritik bir yetkinlik olarak kabul edilen bilgi işlemsel düşünme (BİD), teknoloji odaklı dönüşüm yaşayan toplumlarda bireylerin başarı ve uyum kapasitesiyle ilişkilendirilen giderek daha önemli bir yeterlik alanı olarak öne çıkmaktadır (Turhan, 2023). BİD, 21. yüzyıl becerilerinin ayrılmaz bir parçası ve

problem çözmenin temel bir biçimi olarak görülmekte; bu nedenle eğitim araştırmalarında en çok ilgi gören yetkinlik alanlarından biri hâline gelmektedir (Üzümcü ve Bay, 2018).

Bilgi işlemsel düşünme (Computational Thinking) kavramı, Jeannette Wing'in 2006 yılında yayımladığı çalışmayla geniş kitlelerce tanınmış; Wing, BİD'i yalnızca bilgisayar bilimciler için değil, herkes için temel bir beceri olarak konumlandırmıştır (Wing, 2006). Bu yaklaşım, BİD'in bilgisayar biliminin temel kavramlarından yararlanarak problemleri çözmeyi ve sistemleri tasarlamayı içeren analitik bir düşünme türü olarak değerlendirilmesine zemin oluşturmuş; kavramın eğitim bağlamındaki etkisini güçlendirmiştir (Grover ve Pea, 2013). Bununla birlikte, kavramın kökeninin Wing'in popülerleştirmesinden daha önceye dayandığı; bilgisayar biliminin gelişimiyle paralel biçimde eğitim düşüncesine taşındığı ifade edilmektedir (Egin ve Sözer, 2024). Bu pedagojik kökenlerin, Seymour Papert'ın yapılandırmacılık yaklaşımı çerçevesinde, bilgisayarların öğrenmede “düşünme hakkında düşünmeyi” destekleyen bir araç olarak görülmesiyle ilişkilendirildiği belirtilmektedir (Papert, 1980).

Alanyazında BİD'in tanımı konusunda tam bir fikir birliği olmadığı; kavramın çok boyutlu yapısı nedeniyle farklı araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde yorumlandığı rapor edilmektedir (Shute ve ark., 2017). Buna karşın BİD'in, genel olarak bilgisayar bilimcilerin problem çözmede kullandığı düşünme süreçlerini içerdiğine yönelik ortak bir kabul bulunduğu belirtilmektedir (Bull ve ark., 2020). Bu noktada özellikle vurgulanan ayrım, BİD'in programlamayla eş anlamlı olmadığıdır; programlama BİD'in görünür hâle gelmesini sağlayan bir araç olarak değerlendirilirken, BİD'in asıl olarak bu eylemin altında yer alan bilişsel süreçleri kapsadığı ifade edilmektedir (Ezeamuzie ve Leung, 2021). Bu ayrımı destekler biçimde, “hesaplamadan çok düşünme” vurgusunun kavramın merkezinde yer aldığı belirtilmekte; BİD teriminin enformatik disiplininin kendine özgü bilimsel niteliğini açıklamada işlevsel olduğu savunulmaktadır (Nardelli, 2019).

BİD'in daha somut biçimde anlaşılabilmesi için bileşenleri sıklıkla belirli temel beceriler üzerinden açıklanmaktadır. Literatürde en sık vurgulanan bileşenlerin ayrıştırma, örüntü tanıma, soyutlama ve algoritmik düşünme olduğu; bu bileşenlerin karmaşık problemlerin yönetilebilir parçalara bölünmesi, kalıpların fark edilmesi, gereksiz ayrıntıların elenmesi ve adım adım çözüm planı oluşturulması süreçlerini temsil ettiği belirtilmektedir (Shute ve ark., 2017). Bu çerçeveye paralel olarak, BİD becerilerinin gelişimine yönelik üç aşamalı bir model önerildiği; sürecin problemi tanımlama, problemi çözme ve çözümü analiz etme basamaklarıyla yapılandırıldığı ifade edilmektedir (Palts ve Pedaste, 2020). Ayrıca özellikle Scratch bağlamında BİD'in incelenmesinde kabul gören yaklaşımlardan birinin, kavramlar, uygulamalar ve perspektifler boyutlarını birlikte ele alan çerçeve olduğu belirtilmektedir (Brennan ve Resnick, 2012).

Eğitimde BİD'in, K-12 düzeylerinde geliştirilmesi gereken temel bir beceri olarak ele alındığı ve müfredatlara entegrasyonunun önem kazandığı vurgulanmaktadır (Grover ve Pea, 2013). Bu entegrasyonu desteklemek amacıyla, eğitim teknolojileri ve bilgisayar bilimi eğitimi alanında uluslararası otoriteler arasında yer alan Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu (International Society for Technology in Education – ISTE) ile Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği (Computer Science Teachers Association – CSTA) tarafından bilgi işlemsel düşünmeye yönelik standartlar ve öğretim liderliğine rehberlik eden dokümanlar yayımlanmıştır. Söz konusu yayınların, öğretim tasarımlarının yapılandırılmasında önemli bir referans çerçevesi sunduğu belirtilmektedir (International Society for Technology in Education [ISTE], 2011; International Society for Technology in Education ve Computer Science Teachers Association [CSTA], 2011). Entegrasyonun etkili olabilmesi için öğretmenlerin hem kavramı hem de kendi derslerine nasıl uyarlayacaklarını anlamalarının kritik olduğu belirtilmektedir (Yadav ve ark., 2014). BİD'in geliştirilmesinde yaygın kullanılan yöntemlerden birinin programlama öğretimi olduğu; özellikle blok tabanlı görsel programlama ortamlarının genç yaş gruplarında algoritmik düşünme ve BİD becerilerini destekleyebildiği rapor edilmektedir (Sırakaya, 2019). Bu ortamlarda sözdizimsel yükün azalmasının, öğrencilerin BİD kavramlarına daha erişilebilir biçimde odaklanmasına katkı sunduğu belirtilmektedir (Ching ve ark., 2018).

Programlamaya ek olarak eğitsel robotik uygulamalarının BİD için güçlü bir öğrenme bağlamı oluşturduğu; somut çıktıların motivasyon ve problem çözme süreçlerini destekleyebildiği ifade edilmektedir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). Bu yaklaşımın, oyunlaştırılmış robot etkinlikleriyle ortaokul öğrencilerinde problem çözme ve BİD beceri düzeylerini olumlu etkileyebildiğine ilişkin bulgular rapor edilmiştir (Kaya ve ark., 2020). Ayrıca BİD'in STEM eğitimiyle ilişkili bir düşünme biçimi olarak ele alındığı ve STEM temelli uygulamaların BİD üzerinde olumlu etkisine ilişkin bulguların sistematik derlemelerle de desteklendiği ifade edilmektedir (Li ve ark., 2020). Bunun yanı sıra Bunun yanı sıra Bilge Kunduz (Bebras) gibi geniş katılımlı etkinliklerin, bilgisayarsız (unplugged) bilgi işlemsel düşünme etkinlikleri aracılığıyla BİD'i yaygınlaştırmayı hedeflediği belirtilmektedir (Gulbahar, 2020).

BİD'in eğitimde yaygınlaştırılmasında en çok vurgulanan güçlüklerden biri, bu becerinin farklı bağlamlarda geçerli ve güvenilir biçimde nasıl değerlendirileceğine ilişkin sınırlılıklardır. Alanyazın, özellikle bilişsel süreçlerin gözlemlenebilir çıktılara her zaman doğrudan yansımaması nedeniyle ölçme sürecinin karmaşıklığını belirtmektedir (Tang ve ark., 2020). Türkiye bağlamında da benzer bir durum görülmekte; geçerli ve güvenilir değerlendirme araçlarının azlığı, öğretim uygulamalarını güçleştiren temel sınırlılıklardan biri olarak rapor edilmektedir (Tosik-Gün ve Güyer, 2019). Bu nedenle araştırmalarda gözlem, performans görevleri, proje/portfolyo analizi ve problem çözme temelli değerlendirmelerin sıklıkla tercih edildiği; ayrıca öğrencilerin BİD'e ilişkin algı ve inançlarını ölçen çok boyutlu ölçeklerden yararlanıldığı ifade edilmektedir (Ezeamuzie ve Leung, 2022).

Bu çalışmada da söz konusu ölçme güçlükleri dikkate alınarak, BİD'in doğrudan performans temelli ölçümü yerine öğrencilerin bu becerileri kullanabilme konusundaki öz yeterliklerine odaklanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, "Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği"nin tercih edilmesi, türetilmiş davranış göstergeleri üzerinden bilişsel süreçleri daha güvenilir biçimde değerlendirmeye imkân sağlamaktadır (Gülbahar ve ark., 2019).

2.3. Bilgi İşlemsel Düşünme Öz Yeterliği

Öz yeterlik (self-efficacy), bireyin belirli bir alanda bir performans gösterebilmek için gerekli eylemleri planlama, organize etme ve yürütme kapasitesine ilişkin inancı olarak tanımlanmaktadır (Arseven, 2016). Sosyal Bilişsel Kuram çerçevesinde ele alınan bu kavramın, bireyin bir görevi başarabileceğine dair beklentisinin; görevi başlatma, sürdürülen çaba ve zorluklar karşısında gösterilen ısrar üzerinde belirleyici olduğu belirtilmektedir (Bandura, 1977). Eğitim psikolojisi alanında öz yeterliğin, öğrenci motivasyonu ve öğrenme çıktılarının açıklanmasında temel yapılardan biri olduğu vurgulanmaktadır (Zimmerman, 2000). Öz yeterliğin, genel bir kişilik özelliğinden ziyade belirli görev ve alanlara ilişkin gelişen bir inanç olduğu; bu nedenle bireyin bir alandaki yeterlik algısının başka bir alana otomatik olarak aktarılmayabileceği ifade edilmektedir (Bandura, 1997).

Öğrencilerin farklı ders ve görev türlerinde farklı yeterlik algıları geliştirebildiği; bu durumun özellikle teknoloji kullanımı ve kodlama gibi alanlarda belirgin biçimde ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (Aşkar ve Umay, 2001). Nitekim teknoloji temelli öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalar, öğrencilerin genel akademik yeterlik algıları yüksek olsa dahi dijital araçlar veya kodlama bağlamında daha düşük öz yeterlik algısına sahip olabildiklerini göstermektedir (Corry ve Stella, 2018). Öz yeterlik algısının; öğrencilerin etkinlik seçimi, öğrenme sürecinde gösterdikleri çaba düzeyi, karşılaşılan güçlükler karşısındaki ısrarları ve duygusal tepkileri üzerinde doğrudan etkili olduğu belirtilmektedir (Zimmerman, 2000). Akademik öz yeterlik ile akademik performans arasında orta düzeyde ve tutarlı bir ilişki bulunduğu, sistematik derleme bulgularıyla doğrulanmıştır (Honicke ve Broadbent, 2016). Bu ilişkinin, öğrencilerin başarısızlığı yetenek eksikliği yerine çaba veya strateji kullanımı gibi kontrol edilebilir nedenlere bağlamasıyla güçlendiği ifade edilmektedir (Bandura, 1993). Ayrıca öz yeterliğin, beklenti-değer inançları aracılığıyla akademik başarıyı yordayabildiğine ilişkin bulgular da rapor edilmiştir (Doménech-Betoret ve ark., 2017).

Öz yeterlik inançlarının gelişiminde bireyin geçmiş başarı yaşantıları, benzer bireylerin performanslarını gözlemlemesi, çevreden alınan sözel geri bildirimler ve

fizyolojik-duygusal durumların etkili olduğu belirtilmektedir (Bandura, 1997). Bu kaynakların öğrenme ortamlarında nasıl yapılandırıldığının, öğrencinin göreve yönelik algısını ve öğrenme sürecine katılımını doğrudan etkileyebileceği ifade edilmektedir (Zimmerman, 2000). Öz yeterlik algısının, öğrencilerin öz düzenlemeli öğrenme stratejilerini kullanma düzeyleriyle de ilişkili olduğu; öğrenmesini planlayabilen, izleyebilen ve değerlendirebilen öğrencilerin öz yeterlik algılarının daha yüksek olabildiği belirtilmektedir (Yusuf, 2011). Öz düzenlemeli öğrenmenin planlama, izleme ve değerlendirme boyutlarıyla öğrencinin öğrenme sürecini yönetmesini temel aldığı vurgulanmaktadır (Oğuz ve Kalender, 2018).

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin yaratıcı üretim, algoritmik akıl yürütme ve iş birliği gibi çok boyutlu yapısı nedeniyle, öğrencilerin bu süreçleri ne ölçüde uygulayabileceklerine ilişkin inançlarının beceri kullanımını önemli düzeyde etkilediği belirtilmektedir (Korkmaz ve ark., 2017). Bu durum, BİD'in doğrudan performans temelli ölçümünün güç olduğu durumlarda, öğrencilerin bu becerileri kullanabilmeye yönelik öz yeterliklerinin değerlendirilmesinin anlamlı bir alternatif sunduğunu göstermektedir (Gülbahar ve ark., 2019).

Araştırma kapsamında yürütölen robotik uygulamalar ve blok tabanlı kodlama temelli STEM etkinliklerinin, öğrencilerin BİD'e yönelik öz yeterlik algılarını destekleyen öğrenme yaşantıları sunduğu belirtilmektedir (Tellioğlu, 2022). Bu tür etkinliklerde elde edilen somut ürün ve çıktılar, öz yeterliğin en güçlü kaynağı olarak tanımlanan başarı deneyimlerini doğrudan destekleyebilmektedir (Bandura, 1977). Grup çalışmaları sırasında akranların çözüm üretme süreçlerini gözlemlemenin dolaylı yaşantıları, öğretmen ve akranlardan alınan geri bildirimlerin ise sözel ikna yoluyla yeterlik algısını güçlendirebileceği ifade edilmektedir (Bandura, 1997). Bu bağlamda, BİD'e yönelik öz yeterlik algısının geliştirilmesi; yapılandırılmış başarı yaşantılarının oluşturulduğu, iş birliğine dayalı ve geri bildirim odaklı öğrenme ortamlarıyla ilişkilendirilmektedir (Zimmerman, 2000).

2.4. STEM Eğitimi

STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmelerini destekleyecek biçimde anlamlı şekilde bütünleştirildiği bir öğretim yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda STEM'in yalnızca dört disiplinin yan yana getirilmesinden ibaret olmadığı; disiplinlerin içerik ve süreçlerinin problem çözme ve disiplinler arası düşünmeyi geliştirecek biçimde bütünleştirilmesi gerektiği, ayrıca mühendislik tasarım süreçlerinin öğrenmenin merkezinde yer aldığı vurgulanmaktadır (Bybee, 2013; Sanders, 2009).

STEM eğitiminin temel dayanaklarından biri, 21. yüzyıl becerilerinin eğitim sistemine entegrasyonudur. Dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği ve problem çözme gibi becerilerin çağdaş toplumlarda zorunlu hâle geldiği; STEM öğrenme ortamlarının bu becerileri destekleyen güçlü bağlamlar sunduğu ifade edilmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Dijital dönüşümle birlikte STEM yeterliklerinin ülkelerin rekabet gücü ve ekonomik sürdürülebilirliği açısından kritik hâle geldiği de rapor edilmektedir (OECD, 2019).

STEM uygulamalarının kuramsal zeminini güçlendiren temel bileşenlerden biri mühendislik tasarım sürecidir. Mühendislik tasarım döngüsünün problemi tanımlama, çözüm üretme, prototip geliştirme, test etme ve iyileştirme adımlarından oluştuğu; bu sürecin fen ve matematik kavramlarının somutlaştırılmasına önemli katkı sağladığı belirtilmektedir (NRC, 2012). Mühendislik temelli STEM uygulamalarının, bilimsel bilgiyi teknolojik ve matematiksel süreçlerle bütünleştirerek daha derin öğrenmeye imkân verdiği; entegrasyonun pedagojik açıdan dikkatle planlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Kelley ve Knowles, 2016; English, 2016).

STEM öğrenme ortamlarının, bilişsel kazanımların yanı sıra bilişimsel düşünme ve algoritmik akıl yürütme gibi üst düzey becerileri de destekleyebildiği belirtilmektedir. Erken yaşlarda robotik ve programlama etkinliklerinin algoritmik düşünme, sıralama, mantıksal akıl yürütme ve problem çözme becerileri üzerinde anlamlı etkiler

oluşturduğu rapor edilmiştir (Bers, 2010; Kazakoff ve ark., 2013). Robotik temelli STEM çalışmalarının yaratıcılık, iş birliği ve problem çözme boyutlarını önelediğini gösteren bulgular da bulunmaktadır (Murphy ve ark., 2019).

STEM alanında yapılan sistematik derlemeler, araştırmaların problem temelli öğrenme, mühendislik tasarımı ve teknoloji entegrasyonu ekseninde yoğunlaştığını ve bu uygulamaların öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir (Li ve ark., 2020). K-12 düzeyine odaklanan incelemelerde STEM uygulamalarının öğrenci motivasyonu, akademik başarı ve üst düzey düşünme becerilerini artırabildiği; buna karşın öğretmen yeterliği ve materyal erişimi gibi sorunların küresel ölçekte ortak zorluklar olduğu belirtilmektedir (Sungur Gül ve ark., 2023). Güncel tartışmalarda STEM'in transdisipliner yönünün güçlendiği ve öğrencilerin karmaşık problemlere sosyal, kültürel ve çevresel bağlamları dikkate alarak bütüncül çözümler üretmesini desteklediği ifade edilmektedir (Takeuchi ve ark., 2020). Bu sürecin sürdürülebilir olabilmesi için öğretimsel değişimin sistematik biçimde desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Henderson ve ark., 2011).

Dünya genelinde STEM eğitimi, özellikle 2000'li yıllardan sonra bilim ve teknoloji alanındaki hızlı dönüşüm ve nitelikli iş gücü ihtiyacı doğrultusunda stratejik bir eğitim yaklaşımı hâline gelmiştir. Bu gelişimin, ülkelerin bilimsel yenilik kapasitesini artırma hedefiyle STEM'i ulusal öncelik hâline getirmesiyle ilişkilendirildiği ve “yeni bir Sputnik etkisi” olarak yorumlandığı belirtilmektedir (Bybee, 2013; OECD, 2019). STEM yatırımlarının yenilik kapasitesi ve uzun vadeli ekonomik büyümeyle ilişkili olduğu; bu nedenle birçok ülkede STEM stratejilerinin ulusal kalkınma planlarında merkezi bir yer tuttuğu ileri sürülmektedir (Xie ve ark., 2015).

Türkiye’de STEM eğitiminin son yıllarda hızla geliştiği ve eğitim politikalarında giderek daha görünür hâle geldiği belirtilmektedir. STEM'in Türkiye bağlamında geçici bir “moda” değil; nitelikli insan gücü yetiştirme ve inovasyon kapasitesini artırma açısından zorunlu bir ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Akgündüz ve ark., 2015). Türkiye’nin dijital okuryazarlık ve problem çözme gibi alanlarda gelişme ihtiyacı bulunduğu ve STEM yaklaşımının bu dönüşümde kritik bir rol üstlendiği rapor

edilmektedir (OECD, 2019). Türkiye’de STEM’e yönelik önemli kuramsal çerçevelerden biri olan FeTeMM modeli, STEM’i fen ve matematiğin mühendislik tasarım süreçleriyle bütünleştirilmesi üzerinden ele almakta ve disiplinler arası entegrasyona güçlü vurgu yapmaktadır (Çorlu ve ark., 2014).

Türkiye’de öğretmen görüşlerine dayalı çalışmalar, STEM’in motivasyonu artıran ve gerçek yaşamla ilişkilendirilebilen bir yaklaşım olarak algılandığını; ancak zaman yönetimi, materyal eksikliği ve mühendislik bileşeninin entegrasyonu gibi uygulama güçlüklerinin yaşandığını göstermektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Koştur, 2023). Meta-sentez bulguları, Türkiye’deki STEM çalışmalarının çoğunlukla mühendislik tasarımı ve robotik-kodlama temelli uygulamalara odaklandığını ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirme amacının öne çıktığını belirtmektedir (Yıldırım ve Gelmez-Burakgazi, 2020). Öğretmen eğitimi ve okul altyapısının güçlendirilmesi gereksinimi literatürde tekrar eden bir ihtiyaç olarak ifade edilmektedir (Herdem ve Ünal, 2018).

Kodlama, robotik ve STEM uygulamalarının iş birliği, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini destekleyebildiği; ancak pedagojik destek, zaman ve altyapı sınırlılıklarının uygulamaları etkileyebildiği bildirilmektedir (Ültay ve ark., 2021; Dönmez Usta ve Turan Güntepe, 2019). Özel yetenekli öğrencilerle yürütülen çalışmalarda STEM etkinliklerinden yüksek düzeyde fayda sağlandığı ve mühendislik temelli etkinliklere ilginin güçlü olduğu rapor edilmektedir (Şahin, 2018; Barış ve Ecevit, 2019). STEM Türkiye Raporu’nda öğretmen eğitimlerinin güçlendirilmesi, STEM laboratuvarlarının kurulması ve dezavantajlı bölgelerde fırsatların artırılması gibi önerilerin yer aldığı belirtilmektedir (Akgündüz ve ark., 2015). Bu çerçevede STEM yaklaşımının öğrenci başarısı, motivasyonu ve 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu; buna karşın öğretmen yeterliği, materyal erişimi ve altyapı gereksinimlerinin literatürde tekrar eden temalar olduğu değerlendirilmektedir (Sungur Gül ve ark., 2023).

Bu araştırmada STEM yaklaşımı; mühendislik tasarım süreciyle yapılandırılan, robotik ve blok tabanlı kodlama etkinlikleri aracılığıyla problem çözme ve bilişimsel düşünmeyi destekleyen bütünleştirilmiş bir öğrenme bağlamı olarak referans alınmıştır (Kelley ve Knowles, 2016).

2.5. Robotik Eğitimi ve Blok Kodlama

Robotik eğitim ve blok tabanlı programlama, öğrencilerin özellikle erken yaşlardan itibaren somut materyaller üzerinden öğrenmelerini desteklediği için bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde etkili pedagojik araçlar arasında değerlendirilmektedir (Bers, 2010). Robotik etkinliklerde sensör–motor etkileşimleriyle dijital komutların fiziksel çıktıya dönüşmesinin gözlemlenebilmesi, algoritmik ilişkilerin daha anlaşılır hâle gelmesine ve öğrenme motivasyonunun artmasına katkı sağlamaktadır (Elkin ve ark., 2014). Blok tabanlı programlama ortamlarında sürükle–bırak yapının programlama sürecini daha erişilebilir kılması, özellikle başlangıç düzeyindeki öğrencilerin bilişsel kaynaklarını sözdizimsel ayrıntılardan çok problem çözme ve algoritma kurma süreçlerine yönlitmelerini kolaylaştırmaktadır (Lye ve Koh, 2014).

Eğitsel robotik uygulamalarının problem çözme, sıralama, mantıksal akıl yürütme ve algoritma kurma gibi beceriler üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğu, özellikle küçük yaş gruplarında daha belirgin sonuçlar verdiği rapor edilmektedir (Kazakoff ve ark., 2013). Robotik görevlerin deneme–yanılma, test etme ve düzenleme döngülerini görünür kılması; tekrar, hata ayıklama ve iyileştirme gibi süreçleri doğal biçimde öğrenme akışına taşıdığı için yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla uyumlu bir öğrenme bağlamı sunduğu vurgulanmaktadır (Talan, 2020). Bu yönüyle robotik ve blok kodlama etkinliklerinin, bilgi işlemsel düşünmenin uygulama pratikleri ve problem çözme süreçleriyle birlikte ele alınmasına olanak verdiği ifade edilmektedir (Brennan ve Resnick, 2012).

Robotik ve kodlama temelli öğrenme ortamlarının STEM ile bütünleşik kullanımı, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşmalarını destekleyerek öğrenmeyi daha anlamlı hâle getirebilmektedir (Çam, 2022). STEM temelli robotik etkinliklerin öğrencilerin teknolojiye yönelik tutum ve motivasyonlarını güçlendirdiği, ortaokul düzeyindeki bulgularla da desteklenmektedir (Altıok ve Üçgül, 2024). Ayrıca ekip çalışmasına dayalı robotik görevlerin iletişim, iş

birliği ve ortak problem çözüme süreçlerini harekete geçirerek sosyal öğrenme çıktılarını güçlendirdiği belirtilmektedir (Andersen ve ark., 2022).

Robotik setlerin farklı yaş ve yetenek düzeylerine uyarlanabilir olması, öğretim tasarımında materyal seçimi ve görev yapılandırması açısından önemli bir esneklik sağladığı için öğrenme çıktılarının niteliğini etkileyebilmektedir (Toh ve ark., 2016). LEGO Mindstorms EV3 gibi modüler sistemlerin mühendislik tasarım döngüsünü deneyimletmesi ve programlamanın robot davranışına doğrudan yansması, öğrencilerin bilişsel farkındalık geliştirmesini destekleyen bir özellik olarak değerlendirilmektedir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). Arduino temelli robotik uygulamaların ise devre bileşenleri ve sensör okuma süreçleri üzerinden fiziksel programlama boyutunu güçlendirdiği ve proje tabanlı etkinliklerde etkili bir bağlam sunduğu ifade edilmektedir (Karaahmetoğlu, 2019).

Alanyazındaki sistematik incelemeler, robotik kodlamaya katılan öğrencilerin algoritmik düşünme, hata ayıklama ve stratejik planlama gibi becerilerinde gelişmeler görülebildiğini ortaya koyarak robotik eğitimin bilişsel etkilerini desteklemektedir (Benitti, 2012). Blok tabanlı programlama ve robotik uygulamaların yaygınlaşmasının, programlama öğrenimine girişte erişilebilirliği artırdığı ve bilgi işlemsel düşünme öğretimine yönelik uygulamaları güçlendirdiği belirtilmektedir (Top ve Arabacıoğlu, 2021). Bu nedenle robotik ve blok tabanlı programlamanın, bu araştırmanın hedeflediği bilgi işlemsel düşünme odaklı öğrenme çıktıları için güçlü bir öğretim bağlamı sunduğu kabul edilmektedir (Bers, 2010).

2.5.1. Kullanılan Platformlar: PictoBlox, Arduino ve LEGO EV3

Eğitsel robotik ve blok tabanlı programlama ortamlarında kullanılan platformlar, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ve mühendislik tasarım becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyan önemli öğrenme araçları olarak tanımlanmaktadır (Çam, 2022). Bu platformların blok tabanlı yapı ile fiziksel çıktıları birleştirmesi, öğrencilerin soyut bilgisayar bilimi kavramlarını somutlaştırarak öğrenmesini kolaylaştırmaktadır (Bers, 2010). STEM entegrasyonuna uygun bu yapı, öğrencilerin

bilimsel süreç becerileri, problem çözme ve tasarım–test döngülerini uygulamalı biçimde deneyimlemelerini sağlamaktadır (Ioannou ve Makridou, 2018). Robotik platformların sunduğu modülerlik, öğrencilerin yaş ve seviyelerine göre farklı görevleri yerine getirebilmesine imkân tanıdığı için öğrenme sürecinin bireyselleştirilmesini desteklemektedir (Toh ve ark., 2016). Ayrıca platform çeşitliliği, farklı disiplinlerde kullanılabilirliği artırarak mühendislik, matematik ve teknoloji bileşenlerinin bütüncül biçimde ele alınmasına olanak tanımaktadır (Corlu ve ark., 2014).

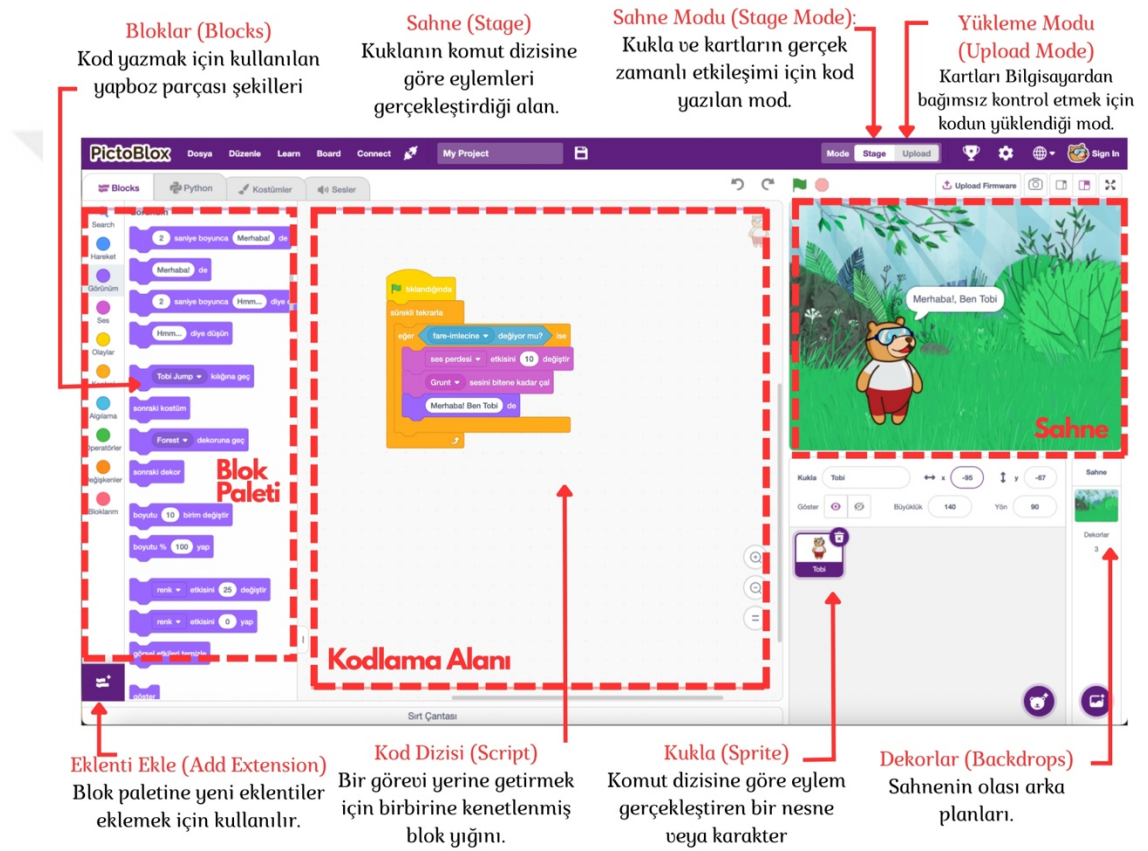
2.5.1.1. PictoBlox

PictoBlox, Scratch tabanlı görsel programlama yaklaşımını robotik, elektronik ve yapay zekâ etkinlikleriyle bütünleştiren bir öğrenme ortamı olarak öğrencilerin algoritmik düşünme, dijital okuryazarlık ve erken yaş yapay zekâ farkındalığı geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Platformda yer alan görüntü tanıma, veri sınıflandırma ve temel makine öğrenmesi modüllerinin uygulamalı biçimde kullanılabilmesi, öğrencilerin yapay zekâ temelli süreçleri deneyimleyerek öğrenmelerini desteklemektedir (Филиппов, 2024).

PictoBlox'un Arduino, LEGO EV3 ve farklı robot kartlarıyla entegre çalışabilmesi, öğrencilerin sensörler ve elektronik devre bileşenleriyle doğrudan etkileşime girerek fiziksel programlama deneyimi kazanmalarını sağlamakta; LED, servo motor ve ultrasonik sensör gibi donanımların kontrol edilmesi yoluyla problem çözme ve mühendislik temelli görevleri desteklemektedir (Ondruška, 2025).

Platformun oyunlaştırma temelli içerik yapısı, özellikle erken yaş öğrencilerinde dikkat, motivasyon ve öğrenme isteğini artırarak sınıf içi etkinliklerin daha etkileşimli yürütülmesine katkı sunmakta; bu tür etkinliklerin sıralama, ilişkilendirme ve karar verme gibi bilişsel süreçler üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu rapor edilmektedir (Zahira ve ark., 2023).

Bunun yanı sıra PictoBlox'un blok tabanlı programlama ile insan merkezli yapay zekâ yaklaşımını bir araya getiren yapısı, işbirlikçi öğrenme süreçlerini destekleyerek öğrencilerin grup içinde düşünce paylaşımı, ortak kod geliştirme ve ürün tasarlama aşamalarında daha aktif rol almalarını sağlamaktadır. Bu yönüyle platformun yalnızca teknik becerilerin değil, aynı zamanda sosyal etkileşim temelli öğrenme çıktılarının güçlenmesine de katkı sunduğu belirtilmektedir (Andersen ve ark., 2022). PictoBlox uygulamasının arayüzüne ait görsel Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Pictoblox uygulamasının arayüzüne ait görsel

Pictoblox uygulamanın arayüzü, bir programın oluşturulması ve yürütülmesi için gerekli olan temel bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler aşağıda açıklanmıştır:

- **Kukla (Sprite):** Projede çeşitli eylemleri gerçekleştirmek üzere kullanılan nesne, karakter veya öğelerdir. Spritelar, sahnede konumlandırılır ve kullanıcı tarafından verilen komutlara göre hareket eder, tepki verir veya etkileşime girer.

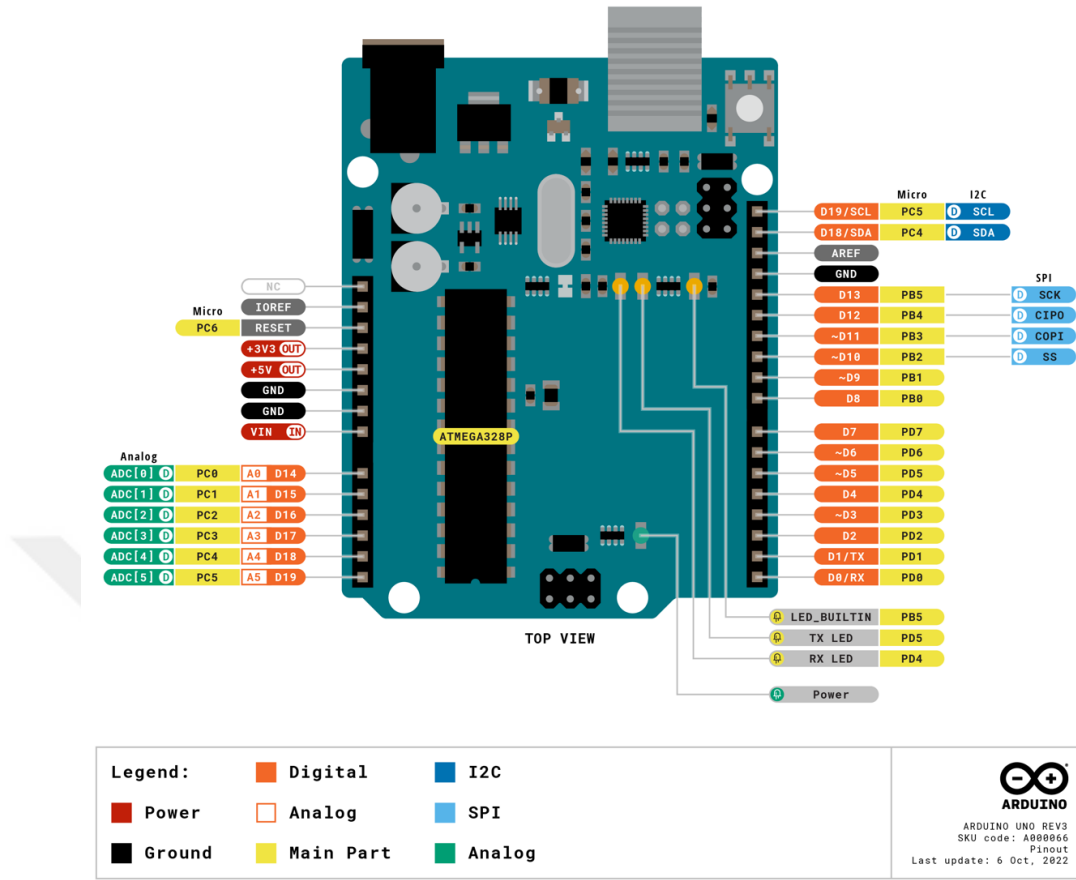
- **Kod Dizisi (Script):** Pictoblox/Scratch tabanlı programlama dilinde, belirli bir görevi yerine getirmek amacıyla alt alta dizilmiş bloklardan oluşan komut dizisidir. Her bir script, sprite'ın gerçekleştireceği davranışı veya programın akışını tanımlar.
- **Kodlama Alanı (Scripting Area):** Blokların sürüklenerek bir araya getirildiği ve scriptlerin oluşturulduğu çalışma alanıdır. Kullanıcı, blokları bu alanda birleştirerek programın mantıksal akışını oluşturur.
- **Bloklar (Blocks):** Programlama için kullanılan, birbirine puzzle parçaları gibi eklenebilen blok komutlardır. Her blok belirli bir işlevi temsil eder ve mantıksal bir bütün oluşturacak şekilde bir araya getirilebilir.
- **Blok Paleti (Block Palette):** Tüm blok kategorilerinin listelendiği alandır. Hareket, görünüm, kontrol, algılama, değişkenler, olaylar ve yapay zekâ eklentileri gibi çeşitli kategoriler burada yer alır. Kullanıcı ihtiyacı olan bloğu bu paletten seçerek kodlama alanına sürükler.
- **Sahne (Stage):** Spritelerin yer aldığı ve programın işleyişine göre eylemlerin görsel olarak gerçekleştiği alandır. Kullanıcı sahnede sprite'ların konumunu, görünümünü ve davranışını gözlemleyebilir.
- **Sahne Modu (Stage Mode):** Sprite veya nesnelerle bilgisayar üzerinden gerçek zamanlı etkileşimin sağlandığı çalışma modudur. Bu mod özellikle bilgisayar kamerası, mikrofon veya klavye ile yapılan etkileşimlerde kullanılır.
- **Yükleme Modu (Upload Mode):** Kodların bağlı robotik kartlara veya kitlelere yüklenerek çevrimdışı olarak çalışmasını sağlayan moddur. Bu mod, kartın bilgisayara bağlı olmadığı durumlarda programın bağımsız bir şekilde çalışmasına olanak tanır.
- **Arka Planlar (Backdrops):** Sahne için kullanılacak arka planların seçildiği veya yüklendiği bölümdür. Kullanıcı hazır arka planlardan seçim yapabilir veya kendi görsellerini ekleyebilir.

2.5.1.2. Arduino

Arduino tabanlı eğitsel robotik uygulamaları, öğrencilerin devre elemanları, sensörler ve mikrodenetleyiciler ile doğrudan etkileşime girerek mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlemesini sağlamaktadır (Karaahmetoğlu, 2019). Açık kaynak yapısı, farklı yaş gruplarında proje temelli öğrenme etkinliklerinin esnek biçimde tasarlanmasına imkân

tanınmaktadır (Benitti, 2012). Arduino ile gerçekleştirilen fiziksel programlama görevleri, öğrencilerin problem analizi, devre kurma, sensör okuma ve hareket kontrolü gibi uygulamalı becerilerini geliştirmektedir (García-Tudela ve Marín-Marín, 2023). Bu platformun STEM entegrasyonu açısından en dikkat çeken yönü, fen ve mühendislik kazanımlarını programlama temelli etkinliklerle ilişkilendirerek somutlaştırmasıdır (Çam, 2022). Arduino uygulamalarında gözlemlenen deneme–yanılma süreçleri, öğrencilerin stratejik düşünme ve hata ayıklama becerilerini güçlendirmektedir (Chen ve ark., 2017).

Arduino Uno, ATmega328P mikrodenetleyicisi üzerine geliştirilmiş, programlanabilir ve eğitim amaçlı sıklıkla kullanılan bir elektronik prototipleme kartıdır. Kart üzerinde 14 dijital giriş/çıkış pini (6’sı PWM çıkışı destekler), 6 analog giriş, 16 MHz seramik rezonatör, USB bağlantısı, güç girişi, ICSP başlığı ve bir sıfırlama düğmesi yer almaktadır. USB kablo, adaptör veya pil ile çalıştırılabilen Arduino Uno, mikrodenetleyici için gerekli tüm temel bileşenleri üzerinde barındırmakta ve kullanıcıların elektronik devreler üzerinde güvenli biçimde uygulama yapmasına olanak sağlamaktadır. Arduino platformunun temel referans kartı olarak tanımlanan Uno, Arduino IDE’nin 1.0 sürümüyle birlikte standart model hâline gelmiş ve sonraki sürümler için temel oluşturmuştur. Arduino Uno kartının pin yapısı aşağıda Şekil 2.2’de sunulmuştur (Arduino, 2024).



Şekil 2.2. Arduino Uno Kartına Ait Pin Yapısı

2.5.1.3. LEGO Mindstorms EV3

LEGO Mindstorms EV3, modüler yapısı ve gelişmiş sensör–motor sistemleri sayesinde öğrencilerin mühendislik tasarım döngüsü adımlarını uygulamalı olarak öğrenmelerine olanak tanımaktadır (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). EV3 ile çalışan öğrencilerin algoritmaları gerçek robot davranışları üzerinden test edebilmesi, bilgi işlemsel düşünmenin temel bileşenlerinden olan sıralama, koşul kullanımı ve döngü yapılarını daha iyi kavramasını sağlamaktadır (Slangen ve ark., 2011). Araştırmalar EV3’ün özellikle ortaokul ve lise düzeyinde problem çözme, sistem analizi ve tasarım becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir (Muñoz-Repiso ve González, 2019). EV3’ün sensör tabanlı karar verme süreçleri, öğrencilerin gerçek dünya problemlerini modelleme becerilerini geliştirmekte ve sistem düşünmesini desteklemektedir (Ioannou ve Makridou, 2018). Ayrıca LEGO tabanlı robotik etkinliklerin öğrencilerde motivasyon ve derse katılımı artırdığı, özellikle

uygulamalı görevlerde kalıcı öğrenmeyi desteklediği belirtilmektedir (Toh ve ark., 2016).

Bu çalışmada robotik kodlama aracı olarak LEGO Mindstorms Ev3 seti kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan LEGO Mindstorms EV3 setine ait ürün içeriği Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. LEGO Mindstorms EV3 seti ve ürün içeriği

2.5.1.3.1. LEGO Mindstorms Education EV3 Seti İçeriği

Bu araştırmada kullanılan LEGO Mindstorms Education EV3 seti; bir adet EV3 programlanabilir tuğla, iki büyük motor, bir orta motor, dokunmatik, renk, jiroskop ve ultrasonik sensörler ile çeşitli bağlantı kabloları, USB kablosu ve şarj edilebilir bataryadan oluşan kapsamlı bir robotik öğrenme kitidir. Setin merkezinde yer alan EV3 tuğlası, motor ve sensör portları aracılığıyla tüm veri akışını yöneten ve robotun çalışma mantığını kontrol eden bir birimdir. Büyük motorlar yüksek tork gerektiren hareketlerde kullanılırken, orta motor daha hassas görevlerde tercih edilmektedir. Dokunmatik sensör fiziksel temas algılama, renk sensörü çizgi takibi ve ışık şiddeti ölçümü, jiroskop sensörü yön ve dönüş açısı belirleme, ultrasonik sensör ise mesafe ölçümü yoluyla çevresel farkındalık sağlamaktadır. Bu sensör–motor etkileşimi, öğrencilerin robot davranışlarını programlama yoluyla doğrudan gözlemlemesine ve soyut kavramları somutlaştırmasına olanak tanımaktadır.

Set içerisinde yer alan 547 adet LEGO Technic parçası, robotik tasarımın mekanik boyutunu destekleyen temel yapı elemanlarıdır. Farklı uzunluk ve fonksiyonlarda kırımlar, miller, dişliler ve bağlantı parçaları, öğrencilerin çeşitli robot modelleri geliştirmesine ve mühendislik tasarım sürecini deneyimlemesine imkân tanır. Bağlantı kabloları motor ve sensörlerin tuğla ile haberleşmesini sağlarken USB kablosu programların bilgisayardan aktarılmasını kolaylaştırmaktadır. Şarj edilebilir batarya ise uzun süreli ve taşınabilir kullanım sağlamaktadır. Bu bütüncül yapı sayesinde EV3 seti, mekanik tasarım, elektronik bileşen bilgisi ve algoritmik programlamanın entegre biçimde deneyimlendiği güçlü bir eğitim aracı olarak araştırmada kullanılmaya uygun bir öğrenme ortamı sunmaktadır.

2.6. Eğitimde Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Uygulamaları

Yapay zekâ, eğitim sistemlerinin dijital dönüşümünde giderek daha stratejik bir konuma yerleşmiş; öğrenme süreçlerinin izlenmesi, bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlanması ve öğretimsel kararların veri temelli biçimde desteklenmesi açısından güçlü olanaklar sunmuştur (Luckin ve Holmes, 2016). Eğitim ortamlarında yapay zekâ destekli uygulamaların öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesinde, öğretmene anlık uyarılma olanağı sunmasında ve öğrenme çıktılarının iyileştirilmesinde etkili rol oynadığı belirtilmektedir (Holmes ve ark., 2019). UNESCO'nun yapay zekâ ve eğitim ilişkisinde çizdiği çerçeve, bu teknolojilerin eğitim sistemlerine entegre edilirken özellikle veri gizliliği, şeffaflık ve eşitlik ilkelerinin gözetilmesi gerektiğini vurgulamakta; ayrıca öğretmenler ve öğrenciler için temel düzeyde yapay zekâ farkındalığı oluşturma'nın önemini ortaya koymaktadır (Miao ve ark., 2021).

Yapay zekânın eğitimdeki yeri genişledikçe, bu teknolojinin temelini oluşturan makine öğrenmesi yöntemleri de öğrenme analitiği ve eğitim veri bilimi alanlarında yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle büyük ölçekli eğitim verilerinin analizinde makine öğrenmesi algoritmalarının öğrencilerin performans eğilimlerini, risk düzeylerini ve öğrenme örüntülerini yüksek doğrulukla tahmin edebildiği ifade edilmektedir (Batoool ve ark., 2023). Hassasiyet odaklı eğitim

yaklaşımlarına ilişkin çalışmalarda, istatistiksel öğrenme ve derin öğrenme modellerinin öğrencilerin başarısını tahmin etme ve erken uyarı sistemleri geliştirme konusunda etkili olduğu gösterilmiştir (Tsai ve ark., 2020). Açık ve uzaktan öğrenme bağlamında yürütülen araştırmalar da, makine öğrenmesi tabanlı tahmin modellerinin öğrenci başarısını önceden belirlemede ve öğrenme süreçlerini uyarlamada önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır (Tosun ve Kalaycıoğlu, 2024). Bununla birlikte, olasılıksal sınıflandırmaya dayalı daha gelişmiş modellerin risk altındaki öğrencilerin daha ayrıntılı kategorilerle sınıflandırılmasına olanak tanıdığı ve müdahalelerin bireyselleştirilmesini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Nimy ve ark., 2023).

K-12 düzeyinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi öğretimine yönelik çalışmalar, yapay zekânın yalnızca bir analiz aracı olarak değil, bizzat bir öğrenme nesnesi olarak da öğrenciler tarafından deneyimlendiğini göstermektedir (Touretzky ve ark., 2019). Öğrencilerin yapay zekâ sistemlerinin nasıl çalıştığını kavramaları için eleştirel düşünme, veri okuryazarlığı ve etik farkındalık gibi bileşenleri içeren çok boyutlu bir yapay zekâ okuryazarlığı çerçevesi önerilmektedir (Long ve Magerko, 2020). Bu kapsamda geliştirilen öğretim programlarında, öğrencilerin sınıflandırma, tahmin ve veri işleme gibi temel makine öğrenmesi kavramlarını uygulamalı etkinlikler aracılığıyla keşfetmeleri teşvik edilmektedir (Tedre ve ark., 2021).

Son yıllarda görsel ve blok tabanlı araçların yaygınlaşması, makine öğrenmesi kavramlarının çocuklar ve gençler tarafından daha erişilebilir biçimde öğrenilmesini sağlamıştır. K-12 düzeyine yönelik görsel makine öğrenmesi araçlarını inceleyen on yıllık kapsamlı bir haritalama çalışmasında, Scratch, App Inventor ve benzeri blok tabanlı platformlarla bütünleşen araçların sınıflandırma, kümeleme ve duygu tanıma gibi kavramları deneyimsel olarak öğrettiği belirlenmiştir (Gresse von Wangenheim ve ark., 2021). Ayrıca büyük ölçekli veri kümeleriyle etkileşim kurmaya olanak veren blok tabanlı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin makine öğrenmesi modelleri üzerinde deneyler yapmasını kolaylaştırdığı ve bu süreçte hem programlama hem de veri bilimi becerilerini geliştirdiği bulunmuştur (Park ve Shin, 2022). Türkiye bağlamında gerçekleştirilen araştırmalar ise kod bloklarıyla makine öğrenmesi uygulamalarının

öğrenci motivasyonunu artırdığını, soyut kavramları daha anlaşılır kıldığını ve öğrencilerin makine öğrenmesine yönelik farkındalığını geliştirdiğini göstermektedir (Ayazoğlu ve ark., 2020). Bu bulgular, yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamalarının uygun araç ve pedagojik tasarımlar kullanıldığında öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimlerini destekleyen önemli bir öğrenme alanı sunduğunu ortaya koymaktadır (Gresse von Wangenheim ve ark., 2021).

2.6.1. Öğrencilerin Yapay Zekâ Algısı ve Metafor Yaklaşımları

Öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin algıları, yapay zekâ okuryazarlığı bileşenlerinin anlaşılması açısından önemli bir gösterge olarak ele alınmaktadır. Bu algılar; bireyin yapay zekâ sistemlerini tanıma, yorumlama ve eleştirel biçimde değerlendirme yeterlikleriyle ilişkilidir (Long ve Magerko, 2020). Yapay zekâ okuryazarlığı, kavramsal bilgi, uygulama becerisi ve etik farkındalık gibi çok boyutlu bileşenleri içeren bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Türkiye bağlamında yürütülen çalışmalar, öğrencilerin yapay zekâyı çoğunlukla günlük yaşamda karşılaşılan pratik örnekler üzerinden anlamlandırdıklarını, buna karşın kavramsal ve etik boyutlarda sınırlılıklar görülebildiğini ortaya koymaktadır (Elçiçek, 2024). Bu doğrultuda geliştirilen ölçme araçları, öğrencilerin ilgi, yeterlik algısı, fayda beklentisi ve etik kaygı gibi boyutlarda farklı profiller sergileyebildiğini göstermektedir (Yaman ve ark., 2025).

Yapay zekâ okuryazarlığının ölçülebilir bileşenler üzerinden ele alınması, öğrencilerin algılarının daha sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, algı ile gerçek yeterlik arasındaki farkların ortaya konulmasına katkı sağlamakta ve öğretim sürecinin daha hedefli biçimde planlanmasına imkân vermektedir (Wang ve ark., 2023). K–12 düzeyinde belirlenen yapay zekâ öğrenme hedeflerinin ise öğrencilerin yaş ve gelişim düzeylerine uygun kavramsallaştırmalar geliştirmelerini desteklediği ifade edilmektedir (Touretzky ve ark., 2019).

Öğrencilerin yapay zekâyâ yönelik zihinsel temsillerini anlamada metafor analizi etkili bir nitel araştırma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Metaforlar, öğrencilerin soyut bir teknoloji kavramını hangi imgeler ve çağrışımlar üzerinden yapılandırdıklarını

görünür kılmaktadır. Ortaokul öğrencilerinin yapay zekâyı “beyin”, “akıl”, “robot” ve “yardımcı sistem” gibi metaforlarla ifade etmeleri, yapay zekânın çoğunlukla bilişsel ve işlevsel bir çerçevede konumlandırıldığını göstermektedir (Demir ve Güraksın, 2022).

Özel yetenekli öğrencilerle yürütülen çalışmalarda yapay zekâyâ ilişkin metaforların daha analitik ve soyut bir nitelik taşıdığı görülmektedir. Bu öğrencilerin yapay zekâyı “öğreten bir zihin” ya da “gelişen bir sistem” gibi ifadelerle tanımlamaları, teknolojiyi daha üst düzey bilişsel süreçlerle ilişkilendirdiklerini düşündürmektedir (Alkan ve Yıldız, 2024). Buna karşılık ilkokul öğrencilerinin yapay zekâ algılarının daha çok somut, görsel ve gündelik yaşam deneyimleriyle ilişkili olduğu; bu yaş grubunda yapay zekânın sıklıkla “yardımcı robot” veya “akıllı oyuncak” gibi metaforlarla açıklandığı belirtilmektedir (Kalemkuş ve Kalemkuş, 2025). Erken yaş düzeyinde tasarlanan öğretim ve müdahale programlarının, öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin bilgi ve farkındalıklarını geliştirebildiği de raporlanmaktadır (Su ve Yang, 2024).

Sonuç olarak öğrencilerin yapay zekâ algıları ve metaforları, yapay zekâ okuryazarlığı bileşenleriyle birlikte ele alındığında öğretim tasarımına yönelik önemli ipuçları sunmaktadır. Bu nedenle yapay zekâ ve makine öğrenmesi temelli öğretim etkinliklerinin; öğrencilerin gelişimsel özellikleri, algısal örüntüleri ve etik değerlendirmeleri dikkate alınarak yapılandırılması gerektiği ifade edilmektedir (Long ve Magerko, 2020)

2.7. Özel Yetenekli Öğrenciler ve Eğitimleri

Özel yetenekli bireyler, akranlarına kıyasla bilişsel kapasite, yaratıcılık ve görev bağlılığı alanlarında ortalamanın üzerinde performans gösteren ve bu potansiyeli uygun eğitim koşulları sağlandığında üstün ürünlere dönüştürebilen bireyler olarak tanımlanmaktadır (Renzulli, 2011). Üstün yetenekliliği açıklamada yaygın olarak kullanılan Üçlü Halka Modeli, yüksek genel yetenek, yaratıcılık ve görev bağlılığının etkileşimi sonucunda ortaya çıkan dinamik bir yapıdan söz etmektedir (Renzulli, 2021). Bu yaklaşım, özel yetenekliliğin tek boyutlu ölçütlerle açıklanamayacağını ve

çok yönlü bir değerlendirme çerçevesine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Baccassino ve Pinnelli, 2023).

Gagné tarafından geliştirilen Ayrıcalıklı ve Yetenekli Model (Differentiated Model of Giftedness and Talent – DMGT), özel yetenekliliği bireyin doğuştan getirdiği doğal yetenekler ile bu yeteneklerin sistematik eğitim süreçleri sonucunda performansa dönüşmesi arasındaki dinamik ilişki üzerinden açıklamaktadır (Gagné, 2004). Bu modele göre doğal yetenekler, tek başına üstün performansı garanti etmemekte; bireysel özellikler, çevresel koşullar ve rastlantısal etkenlerle etkileşime girerek gelişim göstermektedir. Aile desteği, öğretmen rehberliği, okul ortamı ve sosyo-kültürel bağlam gibi çevresel katalizörler ile motivasyon, azim ve benlik algısı gibi kişisel katalizörler, bu dönüşüm sürecinin temel belirleyicileri arasında yer almaktadır.

Modelin güncellenmiş versiyonu olan DMGT 2.0, özellikle motivasyon, sebat ve psikososyal özelliklerin yeteneğin performansa dönüşmesindeki kritik rolünü daha açık biçimde ortaya koymaktadır (Gagné, 2010). Bu çerçevede üstün yetenekliliğin, yalnızca yüksek bilişsel kapasiteye sahip olma durumu değil; uygun öğrenme ortamları, bireyselleştirilmiş eğitim deneyimleri ve sürekli destekle gelişen bir süreç olduğu vurgulanmaktadır. Alan yazınındaki kuramsal çalışmalar da üstün yetenekliliğin bilişsel, gelişimsel ve çevresel değişkenlerin karşılıklı etkileşimiyle şekillendiğini desteklemektedir (Türkman, 2020).

Özel yetenekli öğrenciler; soyut kavramları erken yaşta anlamlandırabilme, hızlı bilgi işleme, ileri düzeyde problem çözme ve güçlü merak duygusu gibi belirgin bilişsel özellikler sergilemektedir (Türkman, 2020). Bu bilişsel potansiyelin ortaya çıkarılmasında, öğrencilerin uygun öğrenme ortamlarıyla desteklenmesi ve sistematik eğitim süreçlerine dâhil edilmesi kritik öneme sahiptir (Gagné, 2004). Nitekim bu öğrenciler, öğrenme süreçlerinde derinlemesine inceleme, analiz ve özgün ürün ortaya koymaya yönelik güçlü bir eğilim göstermektedir (Gagné, 2010).

Duyuşsal açıdan değerlendirildiğinde, özel yetenekli öğrencilerin adalet duygusu, empati, yoğun motivasyon ve yüksek içsel disiplin gibi özelliklerle öne çıktıkları

görülmektedir (Gül ve Ayık, 2023). Ancak literatür, bu öğrencilerin standart sınıf ortamlarında sunulan rutin ve düşük düzey bilişsel talepli etkinliklerden çabuk sıkılabildiklerini ve bu durumun öğrenme motivasyonunu olumsuz etkileyebildiğini ortaya koymaktadır (Doğan ve Tamul, 2024). Bu nedenle özel yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış, zenginleştirilmiş ve bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Gül ve Ayık, 2023).

Türkiye’de özel yetenekli öğrencilerin eğitimi, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan strateji belgeleri ve düzenlemeler çerçevesinde yürütülmekte ve desteklenmektedir (Doğan ve Tamul, 2024). Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM), örgün eğitim dışındaki zamanlarda özel yetenekli öğrencilerin bireysel yeteneklerine uygun destekleyici eğitim aldığı kurumlardır (MEB, 2022). BİLSEM Yönergesi’ne göre bu kurumların temel amacı, öğrencilerin ilgi ve yetenek alanlarını keşfetmelerini sağlamak, bilimsel ve sanatsal üretimleri desteklemek ve öğrencileri üst düzey düşünme becerileriyle donatmaktır (MEB, 2022).

Yönerge, BİLSEM’lerde uygulanacak öğretim süreçlerinin öğrencilerin bireysel farklılıklarına göre düzenlenmesi gerektiğini, proje tabanlı öğrenmenin merkeze alınmasını ve öğrenci ürünlerinin bilimsel yöntemle geliştirilmesini vurgulamaktadır (MEB, 2022). Literatürde Türkiye’deki BİLSEM uygulamalarının özel yetenekli öğrencilerin araştırma, modelleme, tasarım ve üretim becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği ifade edilmektedir (Doğan ve Tamul, 2024).

STEM eğitimi, disiplinlerarası yapısı ve problem çözme odaklı yaklaşımıyla özel yetenekli öğrencilerin bilişsel özellikleriyle yüksek uyum göstermektedir (Ülger ve Çepni, 2020). STEM etkinlikleri; araştırma, sorgulama, tasarım, yaratıcılık ve inovasyon süreçlerini bir araya getirerek özel yetenekli öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir (Baccassino ve Pinnelli, 2023). Literatür, özel yetenekli öğrencilerin özellikle proje tabanlı, keşfetmeye dayalı ve uygulamalı öğrenme süreçlerinden yüksek düzeyde fayda sağladığını ortaya koymaktadır (Gül ve Ayık, 2023).

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi temelli eğitim etkinlikleri ise bu öğrencilerin soyut düşünme, algoritmik akıl yürütme ve modelleme becerilerini destekleyen zengin öğrenme ortamları oluşturmaktadır (Ülger ve Çepni, 2020). Doğan ve Tamul (2024), özel yetenekli öğrencilerin teknoloji odaklı öğrenme ortamlarında yüksek motivasyon gösterdiğini ve özellikle veri analizi, sınıflandırma ve problem çözme gibi yapay zekâ süreçlerini hızlı bir biçimde kavradığını bildirmektedir. Bu nedenle yapay zekâ ve STEM uygulamaları, özel yetenekli öğrencilerin bilişsel kapasitelerini en üst düzeyde kullanmalarına imkân tanımaktadır (Ülger ve Çepni, 2020).

2.8. Blok Tabanlı Yapay Zekâ ile STEM'e yönelik Ulusal Çalışmalar

Ayazoğlu, Soylu ve Bağcı'nın (2020) çalışmasında, 6. sınıf öğrencileriyle yürütülen uygulama kapsamında blok tabanlı bir makine öğrenmesi platformu üzerinden öğrencilere makine öğrenimi etkinlikleri sunulmuştur. Öğrenciler, kod blokları aracılığıyla denetimli öğrenme algoritmalarını kullanarak farklı veri kümeleri üzerinde sınıflandırma yapan projeler geliştirmiş ve bu süreçte hem makine öğrenmesi kavramlarıyla tanışmış hem de blok tabanlı kodlama deneyimi kazanmıştır. Araştırma, nicel (başarı testi) ve nitel (görüşme, açık uçlu sorular) verileri bir arada kullanarak öğrencilerin makine öğrenmesi farkındalıklarında anlamlı artış olduğunu ve çoğunluğun blok tabanlı yaklaşımla ML öğrenmeyi eğlenceli, anlaşılır ve motive edici bulduğunu ortaya koymakta; buna karşın veri toplama sürecinin zaman alıcı olması ve veri etiketleme süreçlerinde yaşanan güçlüklerin sınıf içi uygulamaya dair önemli zorluk alanları olduğunu göstermektedir (Ayazoğlu, Soylu ve Bağcı, 2020).

Soylu'nun (2023) yüksek lisans tezinde, ortaokul öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlığı ve blok tabanlı programlama deneyimleri bağlamında geliştirilmiş bir öğretim tasarımı ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Tezde, öğrencilerin daha önce Scratch türü blok tabanlı ortamlarda kazandıkları deneyimlerden yararlanılarak, ML4Kids benzeri platformlar üzerinden yapay zekâ kavramlarına giriş yapılmış; veri, model, tahmin ve etik gibi temel YZ bileşenleri öğrencilerin seviyesine uygun etkinliklerle işlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, yapılandırılmış etkinlikler yoluyla yapay zekâ okuryazarlığının bilişsel boyutu (YZ'nin ne olduğu, nerede kullanıldığı, sınırlılıkları)

kadar duyuşsal boyutunda da (merak, ilgi ve kaygı) olumlu değişimler gözleendiğini; blok tabanlı kodlama altyapısının bu süreçte önemli bir kolaylaştırıcı rol oynadığını ortaya koymaktadır (Soylu, 2023).

Türkiye’de yapılan diğer çalışmalar, öğrencilerin genel yapay zekâ farkındalıklarının henüz istenen düzeyde olmadığını, özellikle etik, veri gizliliği ve algoritmik önyargı gibi boyutlarda önemli öğrenme gereksinimleri bulunduğunu göstermektedir. Elçiçek’in (2024) farklı eğitim kademelerindeki öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığını incelediği araştırmada, öğrencilerin YZ’nin günlük hayattaki kullanım alanlarına ilişkin yüzeysel bir bilgiye sahip oldukları; ancak YZ sistemlerinin işleyişi, sınırlılıkları ve etik boyutuna dair kavrayışlarının sınırlı kaldığı raporlanmaktadır. Bu bulgu, blok tabanlı YZ etkinlikleriyle desteklenen STEM uygulamalarının yalnızca teknik beceriler değil, aynı zamanda eleştirel ve etik bir bakış açısı kazandıracak biçimde tasarlanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Elçiçek, 2024).

Yapay zekâ okuryazarlığını kuramsal ve ölçümsel açıdan ele alan çalışmalar da, blok tabanlı YZ–STEM uygulamalarının dayandığı kavramsal çerçevenin güçlenmesine katkı sunmaktadır. Çetin ve arkadaşları (2024), yapay zekâ okuryazarlığını bilgi, beceri, etik farkındalık ve sosyo-duygusal bileşenleri kapsayan gelişen bir paradigma olarak tanımlamakta; bu yapı içinde STEM ve bilişim dersleriyle entegrasyonun kritik önemine dikkat çekmektedir. Eniş ve arkadaşları (2024), tarafından Türkçeye uyarlanan Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği ise öğrencilerin YZ okuryazarlığı düzeylerini geçerli ve güvenilir biçimde izlemeye imkân tanıyan bir ölçme aracı sunmakta ve bu tür öğretim tasarımlarının etkililiğinin nicel olarak değerlendirilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu iki çalışma birlikte ele alındığında, blok tabanlı YZ etkinliklerine dayalı STEM uygulamalarının yalnızca içerik düzeyinde değil, ölçme–değerlendirme boyutunda da desteklenmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Çetin ve ark., 2024; Eniş ve ark., 2024).

Özer ve arkadaşları (2025), fen eğitimi lisansüstü öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada, fen öğretiminde yapay zekâ ve blok tabanlı kodlamanın kullanımı derinlemesine incelenmiştir. Araştırma kapsamında katılımcılar, özellikle PictoBlox gibi YZ

eklentilerine sahip blok tabanlı bir ortamda fen dersleriyle ilişkilendirilebilecek yapay zekâ uygulamaları (örneğin görüntü tanıma ile deney sonuçlarını sınıflandırma veya sensör verisiyle akıllı ölçüm sistemleri tasarlama) geliştirmiştir. Nitel verilerin analizine dayanan bulgular, öğretmen adaylarının YZ destekli blok kodlamayı zaman kazandırıcı, soyut kavramları somutlaştırıcı ve öğrencilerin derse aktif katılımını artırıcı bir araç olarak gördüklerini; ancak veri güvenliği, etik kullanım, teknik altyapı ve okul koşulları gibi konularda dikkatli olunması gerektiğini vurguladıklarını göstermektedir (Özer ve ark., 2025).

Gündoğdu'nun (2025) yüksek lisans tezinde, ortaokul 6. sınıf öğrencilerine yönelik blok tabanlı yapay zekâ uygulamalarına dayalı bir öğretim sürecinin öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve kodlamaya yönelik tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, mBlock ve Scratch temelli yapay zekâ araçları üzerinden geliştirilen etkinliklerle öğrencilerin veri toplama, model eğitme ve bu modeli sensörler ya da basit robotik sistemlerle ilişkilendirme süreçlerine aktif katılımları sağlanmıştır. Nicel ölçümler (ön test–son test ölçekleri) ve öğrenci görüşleri birlikte ele alındığında, blok tabanlı YZ etkinliklerinin öğrencilerin YZ'yi anlama, fen derslerine yönelik ilgi duyma ve kodlamayı anlamlı bir problem çözme aracı olarak görme eğilimlerini güçlendirdiği; ayrıca etkinliklerin öğrencilerde yaratıcılık ve iş birliğine dayalı çalışma becerilerini desteklediği raporlanmaktadır (Gündoğdu, 2025).

Türkiye’de henüz doğrudan “blok tabanlı yapay zekâ + STEM” şeklinde kurgulanmış kapsamlı çalışma sayısı sınırlı olmakla birlikte, robotik kodlama ve STEM bütünleşik uygulamaları bu bağlam için önemli bir zemin sunmaktadır.

Kaptanoğlu ve Dönmez Usta'nın (2025) mBot destekli 12 haftalık STEM programında, 5. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerinde anlamlı artış elde edildiği; öğrencilerin robotik kodlama etkinliklerini eğlenceli ve özgün buldukları, ancak kod bloklarını anlamlandırma sürecinde zaman zaman zorlandıkları raporlanmıştır. Korkmaz ve çalışma arkadaşlarının (2019) LEGO Mindstorms EV3 robot setleriyle yürüttüğü çalışmada ise 7. sınıf öğrencilerinin basit makineler

konusunu STEM temelli robotik tasarımlar üzerinden öğrendiği ve bu sürecin öğrencilerin STEM beceri düzeyleri ile fen dersine yönelik tutumlarını olumlu etkilediği belirlenmiştir. Benzer biçimde, Güven ve Sülün'ün (2023) çalışmasında Arduino tabanlı robotik kodlama etkinliklerinin, 5. sınıf öğrencilerinin fen dersine ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarını geliştirdiği ve öğrencilerin günlük yaşam problemlerini sensörler ve kod bloklarıyla ilişkilendirerek çözme eğilimlerini artırdığı gösterilmiştir (Kaptanoğlu ve Dönmez Usta, 2025; Korkmaz ve ark., 2019; Güven ve Sülün, 2023).

Yalçın'ın (2025) Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan “Yapay Zekâ Uygulamaları Dersi Öğretim Programı” üzerine yaptığı inceleme ise ulusal düzeyde yapay zekâ eğitiminin nasıl konumlandırıldığını ve hangi pedagojik ilkeler üzerine kurulduğunu ortaya koymaktadır. Programda veri toplama, model geliştirme, algoritmik düşünme, etik farkındalık ve problem çözme gibi kazanımların yer alması, blok tabanlı yapay zekâ ortamlarının ortaokul düzeyinde STEM disiplinleriyle bütünleştirilmesine uygun bir çerçeve sunduğunu göstermektedir (Yalçın, 2025). Bu bulgular, blok tabanlı YZ–STEM etkinliklerinin ulusal öğretim programıyla uyumlu şekilde tasarlanmasının, hem öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığını geliştirmek hem de fen, matematik ve teknoloji derslerinde anlamlı öğrenme deneyimleri oluşturmak açısından kritik olduğunu düşündürmektedir.

Millî Eğitim Bakanlığı ve farklı projeler kapsamında hazırlanan dokümanlar da Türkiye'deki uygulamalara ilişkin önemli “gri literatür” örnekleri sunmaktadır. YEĞİTEK (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri) Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen hizmet içi eğitim materyallerinde, mBlock ve PictoBlox ile gerçekleştirilebilecek görüntü tanıma, ses tanıma, jest tanıma gibi yapay zekâ etkinliklerine yer verilmekte ve bu etkinlikler fen, matematik ve teknoloji dersleriyle ilişkilendirilmektedir. Benzer biçimde bazı öğretmen kılavuzlarında, PictoBlox kullanılarak geliştirilen akıllı trafik ışıkları, atık sınıflandırma sistemleri ya da çevre duyarlı sensör tabanlı projeler STEM bağlamında anlatılmakta; bu içerikler doğrudan bilimsel makale olmasa da, Türkiye'de blok tabanlı YZ–STEM uygulamalarının okul düzeyinde nasıl

kurgulandığına dair zengin örnekler sunmakta ve akademik çalışmalar için önemli bir bağlamsal arka plan oluşturmaktadır.

Genel olarak ulusal alan yazını, blok tabanlı yapay zekâ ve robotik kodlama uygulamalarının, uygun pedagojik tasarımlar ve STEM yaklaşımıyla birleştirildiğinde öğrencilerin hem bilişsel (YZ okuryazarlığı, problem çözme, veri okuryazarlığı) hem de duyuşsal (motivasyon, tutum, ilgi) gelişimlerini destekleyen güçlü bir öğrenme ortamı sunduğunu; aynı zamanda MEB öğretim programıyla uyum içinde ölçeklenebilir bir model oluşturma potansiyeli taşıdığını göstermektedir (Ayazoğlu ve ark., 2020; Kaptanoğlu ve Dönmez Usta, 2025).

2.9. Blok Tabanlı Yapay Zekâ ile STEM’e yönelik Uluslararası Çalışmalar

Uluslararası yazında blok tabanlı yapay zekâ ve makine öğrenmesi ortamlarının, özellikle Scratch ve benzeri görsel dillerle bütünleştirilerek STEM bağlamında kullanıldığı çok sayıda örnek bulunmaktadır. Chung ve Shamir’in (2021) çevrim içi yaz kampı programında, Machine Learning for Kids (ML4Kids) platformu Scratch 3 ve Lego Mindstorms EV3 robotları ile birlikte kullanılmış; öğrenciler metin, sayı, ses ve görüntü gibi farklı veri türleriyle kendi makine öğrenmesi modellerini eğiterek bu modelleri robotik projelerine entegre etmiştir. Ön test–son test ve anket bulguları, kamp sonunda öğrencilerin temel ML kavramlarına ilişkin bilgi düzeylerinin, STEM alanlarına ve kodlamaya yönelik ilgi ve kariyer niyetlerinin anlamlı biçimde arttığını göstermektedir (Chung ve Shamir, 2021).

Kahn ve arkadaşları (2018) Endonezya’da yürüttüğü çalışmada ise, Snap! programlama dili için geliştirilen özel yapay zekâ blokları kullanılarak lise öğrencilerinin kendi “akıllı” uygulamalarını tasarlamaları sağlanmıştır. Öğrenciler sınıflandırma ve örüntü tanıma gibi görevler için modeller oluşturmuş, bu modelleri oyunlar ve etkileşimli hikâyelere entegre etmiştir. Çalışmanın sonuçları, Snap! tabanlı AI bloklarının öğrencilerin yapay zekâ kavramlarını deneyerek öğrenmelerine, özgün proje fikirleri geliştirmelerine ve özellikle düşük imkânlı bağlamlarda yaratıcı problem

özme becerilerini ortaya koymalarına imkân tanıdığını ortaya koymaktadır (Kahn ve ark., 2018).

PictoBlox ortamı da yapay zekâ bağlamında hesaplamalı düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılan blok tabanlı bir araç olarak dikkat çekmektedir. Cruz, Bento ve Lencastre'nin (2021) ilkokul öğrencileriyle yaptığı keşfedici çalışmada, PictoBlox'un AI eklentileri kullanılarak veri toplama, karar verme ve koşullu yapılar içeren projeler geliştirilmiş; öğrenciler basit sınıflandırma ve tanıma görevlerine dayalı uygulamalar tasarlamıştır. Araştırma bulguları, PictoBlox tabanlı bu etkinliklerin algoritmik düşünme, sistematik deneme–yanılma ve hata ayıklama becerilerini desteklediğini, aynı zamanda öğrencilerin yapay zekâ kavramına yönelik merak ve olumlu tutum geliştirmesine katkı sağladığını göstermektedir (Cruz, Bento ve Lencastre, 2021).

Makine öğrenmesinin doğrudan kullanılmadığı, ancak blok tabanlı robotik ve STEAM tasarımının öne çıktığı çalışmalar da AI destekli uygulamalar için önemli bir pedagojik zemin oluşturmaktadır. Gaona ve González (2022) tarafından mBlock platformu ile dijital robot tasarımına dayalı gerçekleştirilen çalışmada, temel eğitim düzeyindeki öğrencilerin STEAM becerilerinin gelişimi incelenmiş; mBlock tabanlı robotik görevlerin tasarım odaklı düşünme, algoritmik düşünme, iş birliği ve yaratıcılık gibi becerileri anlamlı biçimde geliştirdiği raporlanmıştır. Araştırmada, öğrencilerin günlük yaşam problemlerini dijital robot projelerine dönüştürmeleri, sonraki aşamalarda yapay zekâ içeren mBlock etkinliklerine geçiş için güçlü bir temel olarak değerlendirilmektedir (Gaona ve González, 2022).

Gresse von Wangenheim ve arkadaşları (2021), son on yılı kapsayan sistematik eşleştirme çalışması, K–12 düzeyinde makine öğrenmesini öğretmek için kullanılan görsel araçları ayrıntılı biçimde sınıflandırmaktadır. Çalışmada Scratch, Snap!, ML4Kids ve Teachable Machine gibi blok tabanlı ve web tabanlı araçların; veri toplama, model eğitme, test etme ve uygulamaya gömme gibi adımları ne ölçüde şeffaflaştırdığı incelenmiş; çoğu aracın öğrencilerin ML döngüsünü deneyimlemesine olanak verdiği, ancak etik, veri önyargısı ve model sınırlılıkları gibi boyutların çoğu

zaman yüzeysel kaldığı vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, blok tabanlı YZ araçlarının güçlü bir giriş noktası sunduğunu, fakat STEM bağlamında daha derinlemesine kavramsal öğrenme ve eleştirel farkındalık için tasarım ilkelerinin dikkatle ele alınması gerektiğini göstermektedir (Gresse von Wangenheim ve ark., 2021).

K–12 yapay zekâ eğitimi alanındaki eğilim ve sorunları inceleyen güncel sistematik derlemeler de blok tabanlı ve STEM odaklı çalışmaların konumunu ortaya koymaktadır. Lee ve Kwon'un (2024) sistematik incelemesi, 2010 sonrasında yayımlanan makaleleri analiz ederek K–12 YZ eğitiminde kullanılan programlama ortamları, disiplinler arası bağlamlar ve öğretim yaklaşımlarını kategorize etmiş; Scratch, Snap!, mBlock ve robotik setlerle bütünleştirilen projelerin özellikle ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde baskın eğilimler arasında yer aldığını belirtmiştir. Bununla birlikte inceleme, öğretmenlerin pedagojik ve teknik yeterlikleri, değerlendirme araçlarının sınırlılığı ve etik boyutların yeterince ele alınmaması gibi konuları önemli zorluk alanları olarak tanımlamakta; gelecekte AI destekli STEM etkinliklerinde öğretmen eğitimi, disiplinler arası tasarım ve ölçme–değerlendirme odaklı çalışmaların artırılması gerektiğini vurgulamaktadır (Lee ve Kwon, 2024).

Genel olarak bu uluslararası çalışmalar, blok tabanlı ortamlar ve robotik setlerle desteklenen yapay zekâ/makine öğrenmesi etkinliklerinin, öğrencilerin hem YZ kavramlarını somutlaştırmalarına hem de STEM alanlarına yönelik motivasyon, öz güven, yaratıcılık ve iş birliği becerilerini geliştirmelerine önemli katkılar sunduğunu göstermektedir (Chung ve Shamir, 2021; Kahn ve ark., 2018; Gresse von Wangenheim ve ark., 2021; Lee ve Kwon, 2024)

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölüm, araştırmanın modeli, katılımcılar, veri toplama araçları, uygulama süreci, veri analizi ile geçerlilik ve güvenirlik alt başlıklarının sunulmasıyla tamamlanmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok tabanlı kodlama ile makine öğrenimine dayalı STEM etkinlikleri öncesi ve sonrasında yaşadıkları bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri yeterliklerindeki değişim, bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz-yeterlik algılarındaki farklılaşmalar ve yapay zekâ kavramına ilişkin oluşturdukları metaforik algılardaki değişimler detaylı biçimde ele alınacaktır. Ayrıca öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşleri incelenerek STEM etkinliklerinin onların bilişsel ve duyuşsal gelişimlerine katkıları ortaya konulacaktır. Bu doğrultuda araştırma, yalnızca nicel bulgularla sınırlı kalmayıp, öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin öznel değerlendirmelerini de dikkate alarak olguyu bütüncül bir çerçevede analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamlı amaç doğrultusunda, araştırmada nitel ve nicel veri toplama tekniklerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem benimsenmiştir. Karma yöntem kullanımı, farklı veri türlerinin birbiriyle ilişkilendirilmesine ve araştırma bulgularının daha derinlikli biçimde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Bu bağlamda bu araştırma karma yöntem ile yürütülmüştür. Araştırmanın nicel kısmında ön-deneyssel (zayıf deneyssel) tek gruplu ön test–son test modeli kullanılmıştır. Araştırmanın nitel kısmında ise durum çalışması yaklaşımının bütüncül tek durum deseni temel alınarak yürütülmesi tercih edilmiştir.

3.2. Katılımcılar

Bu araştırmanın katılımcı grubunu, 2024–2025 Eğitim-Öğretim Yılında Karadeniz Bölgesi’nde bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezi’nde öğrenim gören özel yetenekli ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersine devam eden çalışma grubunda 7’si kız (%38,8) ve 11’si erkek (%61,1) olmak üzere toplam 18 öğrenci yer almaktadır. Çalışma grubu belirlenirken seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin tercih edilme nedeni, araştırmacının ulaşabildiği öğrenci grubuna erişimin kolay olması ve uygulama sürecinin sistematik, kontrollü ve pratik bir biçimde yürütülmesine olanak sağlamasıdır (Kılbaş ve Cevahir, 2023). Öğrencilerin demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 3.1’de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Frekans Dağılımları

Cinsiyet	N	Yüzde
Kız	7	38,8
Erkek	11	61,1
Toplam	18	100

3.2.1. Katılımcı Deneyimi

Uygulama öncesinde, çalışma grubunu oluşturan 6. sınıf (genel yetenek) BİLSEM öğrencileri, 6. sınıf düzeyine gelene kadar Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersleri ve BİLSEM atölyeleri kapsamında eğitimler almıştır. Bu eğitimler süresince algoritma kavramı, Cody Eba, Blokly Eba, Kodla Büyü, Code.org, Scratch ve mBlock gibi blok tabanlı kodlama etkinlikleri yapılmıştır. Ayrıca Lego EV3 robot kiti öğrencilere tanıtılarak tanıtım ve öğrenme amaçlı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin, bu araştırma kapsamındaki blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinlikleri öncesinde, gerekli blok kodlama ve temel robotik programlama konusunda ön bilgiye sahip olmaları bu altyapı ile sağlanmıştır. Dolayısıyla bu araştırma, katılımcıların mevcut kodlama becerilerini, Arduino ve Lego EV3 ve makine öğrenmesi uygulamalarıyla birleştirerek disiplinler arası bir STEM etkinliği sunmayı hedeflemiştir.

3.2.2. Araştırmacı Deneyimi

Araştırmacı, MEB’e bağlı bir Bilim ve Sanat Merkezi’nde Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Araştırmacının STEM etkinliklerine yönelik ilk deneyimleri 2022-2023 Bahar Döneminde ilgili yüksek lisans programında danışmanı tarafından yürütülen “STEM Eğitiminde Teknoloji Uygulamalar” isimli ders ile başlamıştır. Bu ders kapsamında araştırmacı danışmanı ile STEM etkinliklerine yönelik ders içi ve ders dışı farklı uygulamalar yürütmüştür. STEM deneyiminin yanı sıra araştırmacı, MEB tarafından gerçekleştirilen hizmet içi olarak düzenlenen robotik kodlama, 3D çizim ve oyun tasarımı konularındaki hizmet içi eğitim faaliyetlerini tamamlamıştır ve bu alanlarda eğitici olarak görev yapmaktadır. Ayrıca araştırmacı, TÜBİTAK 4006, TÜBİTAK 2204, MEB Robot Yarışmaları ve Teknofest gibi ulusal ve uluslararası proje yarışmalarında öğrencilerine aktif olarak danışmanlık yapmıştır.

3.2.3. Etik

Katılımcılara uygulanacak olan ölçekler için gerekli izinler elektronik posta yoluyla ölçeklerin yazarlarından alınmıştır, izinler EK-1’de sunulmuştur. Giresun Üniversitesi E-50288587-050.01.04-2357 sayı ve 06.03.2024 tarihli, 03/14 sayılı Etik Kurul Kararı onayı alınmıştır, onay EK-2’de yer almaktadır. Giresun Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden MEB.TT.2024.011888.01 başvuru nolu araştırma izin belgesi alınmıştır ve EK-3’te sunulmuştur. Katılımcılar için “Veli Onam Formu” ve “Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” veli onayı ile alınmıştır. Çalışmada yer alan katılımcılara, çalışmada yer almakta özgür oldukları ve istedikleri zaman çıkabilecekleri belirtilmiştir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar araştırma etiği çerçevesinde gizlilik ve mahremiyet ilkeleri dikkate alınarak, katılımcıların isimleri Ö1, Ö2, Ö3, ..., Ö18 şeklinde kodlanarak veri paylaşımı yapılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplamak amacıyla “Ortaokul Öğrencileri İçin 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği”, “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz-

Yeterlik Algısı Ölçeği” ve “Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu” kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kod bloklarıyla makine öğrenimi tabanlı STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerini ve öğrenme süreçlerine dair deneyimlerini derinlemesine incelemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen “Açık Uçlu Anket Formu” aracılığıyla nitel veriler elde edilmiştir. Bu ölçme araçlarıyla araştırma kapsamında hem nicel hem nitel veri toplanmış; böylece 21. yüzyıl becerileri, bilgi işlemsel düşünme, yapay zekâ algısı ve STEM sürecine ilişkin öğrenci görüşleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Tablo 3.2’de araştırmanın alt problemleri ile bu problemlere karşılık gelen veri toplama araçları yer almaktadır.

Tablo 3.2. Araştırmanın Alt Problemleri ve Veri Toplama Araçları

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Araçları
Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21.yy becerilerine yönelik yeterlilik etkisi nedir?	Ortaokul Öğrencileri İçin 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği
Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlilik algısına etkisi nedir?	Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği
Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliği öncesinde ve sonrasında yapay zekâ metaforlarındaki değişim nelerdir?	Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu
Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliği ile ilgili görüşleri nelerdir?	Açık Uçlu Anket Formu

3.3.1. 21.Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterlik algılarını belirlemek amacıyla Düzgüner ve arkadaşları (2022), tarafından geliştirilen “Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği”

kullanılmıştır. Ölçek, 21. yüzyıl öğrenme becerilerinin bilişsel, sosyal ve teknolojik yönlerini kapsayan altı boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar “İletişim”, “Bilgi Okuryazarlığı”, “Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık”, “Yaratıcı Düşünme ve Yenilik”, “Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı” ve “Liderlik ve Sorumluluk Becerileri” şeklinde tanımlanmıştır. Ölçek geliştirme sürecinde gerçekleştirilen açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda ölçeğin toplam 34 maddeden oluştuğu belirlenmiştir. Ölçek 5’li Likert tipinde hazırlanmış olup maddeler “Kesinlikle Yapamam (1)” ile “Kesinlikle Yaparım (5)” arasında puanlanmaktadır.

Açımlayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin altı faktörlü yapısının toplam varyansın %61,35’ini açıkladığı görülmüştür. Bu oran, ölçeğin 21. yüzyıl becerilerine ilişkin yeterlik algısını çok boyutlu biçimde temsil ettiğini göstermektedir. Doğrulayıcı faktör analizi ise bu altı faktörlü yapıyı doğrulamış; NNFI, IFI ve CFI gibi uyum indekslerinin mükemmel ve kabul edilebilir düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Uyum indeksleri $\chi^2/sd=2,24$; NNFI=0,96; IFI=0,96; CFI=0,96; RMSEA=0,079 şeklinde rapor edilmiştir. Bu değerler model-veri uyumunun yeterli olduğunu göstermektedir. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek amacıyla Cronbach’s Alpha katsayısı hesaplanmış ve ölçeğin son haline ilişkin genel iç tutarlık katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur. Bu sonuç ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca standartlaştırılmış maddelere dayalı Cronbach’s Alpha değeri de 0,929 olarak belirlenmiştir (Düzgüner ve ark., 2022). Madde analizleri sonucunda madde-toplam korelasyonlarının yeterli düzeyde olduğu ve maddelerin ölçtüğü yapıyı tutarlı biçimde temsil ettiği görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda, ölçeğin ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl beceri yeterlik algılarını belirlemek amacıyla kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu ifade edilebilir.

3.3.2. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA)

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz-yeterlik algılarını belirlemek amacıyla Gülbahar ve arkadaşları (2019), tarafından geliştirilen “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA)” kullanılmıştır. Ölçek, bilgi işlemsel düşünmenin hem bilişsel hem de

duyuşsal bileşenlerini kapsayan beş alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar “Algoritma Tasarlama Yeterliği”, “Problem Çözme Yeterliği”, “Veri İşleme Yeterliği”, “Temel Programlama Yeterliği” ve “Özgüven Yeterliği” şeklinde tanımlanmıştır. Geliştirme çalışmalarında gerçekleştirilen açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda ölçeğin toplam 36 maddeden oluştuğu belirlenmiştir. Maddeler 3’lü Likert tipi bir yapıda düzenlenmiş olup “Evet (1)”, “Kısmen (2)” ve “Hayır (3)” şeklinde puanlanmaktadır.

Açıklayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin beş faktörlü yapısının toplam varyansın %53,10’unu açıkladığı görülmüştür. Doğrulayıcı faktör analizi ise bu yapıyı doğrulamış ve model-veri uyum indekslerinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek amacıyla Cronbach’s Alpha, Spearman-Brown ve Guttman Split-Half katsayıları hesaplanmış; elde edilen değerlerin tümünün yüksek düzeyde güvenilirliğe işaret ettiği belirlenmiştir. Ölçeğe ilişkin Cronbach’s Alpha, Spearman-Brown ve Guttman Split-Half güvenirlik katsayılarını gösteren sonuçlar Tablo 3.3’te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Cronbach’s Alpha, Spearman-Brown ve Guttman Split-Half Güvenirlik Testi

Ölçek	Cronbach’s Alpha Katsayısı	Spearman-Brown Katsayısı	Guttman Split- Half Katsayısı
Bilgi İşlemsel Düşünme			
Becerisine Yönelik Öz Yeterlik	0,943	0,901	0,898
Algısı Ölçeği (BİDBÖA)			

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği’ne uygulanan güvenirlik analizleri sonucunda ölçeğin Cronbach’s Alpha değeri 0,94 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı sınıflandırmalarına göre ölçeğin “mükemmel düzeyde güvenilir” olduğunu göstermektedir. Faktör analizi sonrasında elde edilen alt boyutlara ilişkin Cronbach’s Alpha değerleri sırasıyla “Algoritma Tasarlama Yeterliği” ($\alpha=0,930$), “Problem Çözme Yeterliği” ($\alpha=0,880$), “Veri İşleme Yeterliği” ($\alpha=0,856$), “Temel Programlama Yeterliği” ($\alpha=0,838$) ve “Özgüven Yeterliği” ($\alpha=0,762$) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ölçeğin tüm alt boyutlarıyla tutarlı ve güvenilir ölçümler sunduğunu göstermektedir.

Cronbach's Alpha analizine ek olarak, ölçeğin iki yarı güvenirliğini belirlemek amacıyla Spearman-Brown ve Guttman Split-Half testleri uygulanmıştır. Analiz sonuçları Spearman-Brown katsayısının 0,90, Guttman Split-Half katsayısının ise 0,89 olduğunu ortaya koymuştur (Gülbahar ve ark., 2019). Bu katsayılar, ölçeğin iki yarısının birbiriyle yüksek düzeyde uyumlu olduğunu ve ölçeğin genel güvenirliğinin oldukça güçlü olduğunu göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda Bilgi İşlemsel Düşünme BİDBÖA Algısı Ölçeğinin ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik öz-yeterlik algılarını ölçmede yüksek derecede güvenilir bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.3.3. Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu

Bu araştırmada öğrencilerin yapay zekâ kavramına ilişkin bilişsel imgelerini, algı yapılarını ve kavrama yükledikleri anlamları ortaya çıkarmak amacıyla metafor tekniğinden yararlanılmıştır. Metaforlar, bireylerin soyut bir olguyu daha somut, tanıdık ve anlaşılır bir kavram üzerinden ifade etmelerini sağlayan güçlü bir nitel veri toplama aracıdır. Cameron ve Maslen'e (2010) göre metaforlar yalnızca bir dilsel ifade değil, aynı zamanda bireylerin düşünme biçimlerini yansıtan bilişsel yapılardır. Eğitim araştırmalarında ise metaforların, bireylerin zihinsel temsillerini çözümlemede etkili bir araç olduğu belirtilmektedir (Saban, 2008; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu doğrultuda araştırmada “Yapay zekâ gibidir; çünkü” şeklinde yapılandırılmış açık uçlu bir ifade içeren “Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu” kullanılmıştır. Öğrencilerden bu cümleyi tamamlayarak yapay zekâ kavramını hangi metaforla ilişkilendirdiklerini ve bu metaforu seçme nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Araştırmada kullanılan metafor formunda, yalnızca sözel ifadelerin değil, aynı zamanda görsel temsillerin de analize dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, formun bir bileşeni olan 'çizme-yazma' tekniği aracılığıyla, öğrencilerden yapay zekâ kavramına ilişkin zihinlerinde canlanan imgeyi resmetmeleri istenmiştir. Nitel araştırmalarda görsel metaforların, sözel metaforları tamamlayıcı nitelikte olduğu ve kavramın çok boyutlu olarak anlaşılmasını sağladığı belirtilmektedir (Akgün, 2016).

Metaforlar, bireylerin soyut kavramları somutlaştırarak zihinsel imgelerini ve bilişsel yapılarını görünür kılmalarını sağlayan güçlü bir nitel veri toplama aracıdır (Oxford ve ark., 1998). Türkçe alanyazında da metafor tekniğinin bireylerin okul veya teknoloji gibi kavramlara ilişkin algılarını anlamada etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Saban, 2008; Korkmaz ve Ünsal, 2016). Bu nedenle yapay zekâ gibi soyut ve çok katmanlı bir kavramın öğrenciler tarafından nasıl anlamlandırıldığını belirlemede metafor kullanımının uygun bir yaklaşım sunduğu kabul edilmektedir (Saban, 2008). Formun hazırlanması sürecinde metafor kullanımına ilişkin literatür incelenmiş, öğrencilerin yaş düzeyi ve kavrama yönelik bilişsel hazır bulunuşlukları dikkate alınarak açık uçlu ve yönlendirmeyen bir yapı oluşturulmuştur. İçerik geçerliliğini sağlamak amacıyla ölçme değerlendirme ve eğitim teknolojileri alanlarından uzman görüşüne başvurulmuş, ifadelerin açık, anlaşılır ve yönlendirici olmayan bir biçimde düzenlenmesine özen gösterilmiştir. Elde edilen metaforlar daha sonra içerik analizi ve tematik kodlama teknikleri kullanılarak değerlendirilecektir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.3.4. Açık Uçlu Anket Formu

Bu araştırmada, öğrencilerin kod bloklarıyla makine öğrenimi temelli STEM etkinliklerine ilişkin deneyimlerini derinlemesine incelemek amacıyla Açık Uçlu Anket Formu kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçları, katılımcıların bakış açılarını kendi ifadeleriyle ortaya koymayı mümkün kıldığından özellikle öğrenme süreçlerinin, duygusal tepkilerin, güçlü ve zayıf yönlerin anlaşılmasında etkili yöntemler arasında yer almaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Açık uçlu anket formu, yarı yapılandırılmış görüşme mantığıyla geliştirilmiş olup öğrencilerin belirlenen sorulara yazılı olarak yanıt vermelerine imkân tanımıştır. Bu yaklaşım, hem her katılımcının aynı sorulara yanıt vermesiyle karşılaştırılabilirliği sağlaması, hem de öğrencilerin daha özgür ve detaylı açıklamalar yapabilmesine imkân tanınması bakımından avantajlıdır (Cansız Aktaş, 2014).

Formun geliştirilmesi sürecinde STEM eğitimi, kodlama öğretimi ve yapay zekâ okuryazarlığı alanlarında gerçekleştirilen güncel çalışmalardan yararlanılmıştır.

Türkiye’de özellikle STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, disiplinler arası ilişki kurma ve bilişsel farkındalıklarını artırdığı yönündeki bulgular, açık uçlu sorularda bu tür kazanımları ölçebilecek içeriklerin yer almasını gerekli kılmıştır (Akgündüz ve ark., 2015; Yıldırım ve Selvi, 2018). Yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin çalışmalarda ise öğrencilerin yapay zekâ kavramlarına yönelik farkındalık, tutum ve geleceğe dönük beklentilerinin nitel yöntemlerle daha etkili şekilde ortaya konduğu görülmektedir (Soylu, 2023; Long ve Magerko, 2020). Bu nedenle formda yer alan sorular, öğrencilerin yalnızca etkinliklere yönelik algılarını değil, aynı zamanda yapay zekâ ve makine öğrenimi kavramlarını nasıl anlamlandırdıklarını, bu süreçte yaşadıkları zorlukları ve farklı disiplinlere yönelik aktarım becerilerini ortaya çıkaracak biçimde yapılandırılmıştır.

Anket sorularının kapsam geçerliğini sağlamak için form, alanında uzman üç öğretim üyesi tarafından değerlendirilmiş ve önerileri doğrultusunda sorular düzeltilmiştir. Uzman görüşünün ölçme aracı geliştirme sürecinde kritik bir aşama olduğu ve maddelerin temsil gücünü artırdığı literatürde açıkça vurgulanmaktadır (Yurdugül, 2005). Bu kapsamda, soruların amaca uygunluğu, kavramsal netliği, yaş düzeyine uygunluğu ve yönlendirici ifadeler içerip içermediği araştırmacı ve uzmanlar tarafından birlikte incelenmiş, gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca açık uçlu soruların katılımcıların yoruma dayalı düşünme süreçlerini ortaya çıkardığı, bu nedenle analiz sürecinin daha zengin ve çok boyutlu veriler sunduğu belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2020; Metin, 2015).

Formda yer alan sorular beş ana tema etrafında şekillendirilmiştir. İlk soru, öğrencilerin kod bloklarıyla yapay zekâ–makine öğrenimine yönelik STEM uygulamaları hakkındaki genel görüşlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu soru ile öğrencilerin etkinliklere yönelik tutumları, ilgi düzeyleri, keyif alma durumları, motivasyonları ve kendilerine göre algıladıkları katkılar değerlendirilmiştir. İkinci soru, uygulama sürecinde en zorlayıcı bulunan etkinlikleri belirlemeye yöneliktir ve öğrencilerin hangi aşamalarda zorlandığını, bu zorlukların nedenlerini ve nasıl çözümler ürettiklerini ortaya çıkarmayı hedefler. Bu bağlamda, STEM etkinlikleriyle ilgili öğrencilerin karşılaştığı güçlüklerin yapılandırmacı

öğrenme sürecinin doğal bir parçası olduğu literatürde vurgulanmaktadır (Kahraman ve Doğan, 2020).

Üçüncü soru, öğrencilerin en çok hoşlandığı uygulamaları ve bu tercihlerin nedenlerini ortaya koymaya yöneliktir. Bu soruyla, öğrencilerin içsel motivasyon kaynakları, ilgi alanları ve uygulama sırasında yaşadıkları olumlu deneyimler belirlenmiştir. Dördüncü soru, öğrencilerin bu tür etkinlikleri ileride farklı derslerde de kullanma isteklerini ve bu isteğin gerekçelerini anlamayı amaçlamaktadır. Disiplinler arası STEM yaklaşımının öğrencilerin farklı derslerde öğrendiklerini ilişkilendirmesine ve STEM alanlarına yönelik ilgisinin güçlenmesine katkı sunduğu vurgulanmaktadır (Çorlu ve ark., 2014; Akgündüz, 2016). Bu nedenle öğrencilerin STEM etkinliklerini fen, matematik, sosyal bilgiler ve sanat gibi derslerle ilişkilendirme biçimleri değerli görülmektedir. Son soru ise öğrencilerin gelecekte yapay zekâ/makine öğrenimi konusunda uzmanlaşma isteklerini ve bu isteğin gerekçelerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu tür sorular, yapay zekâ okuryazarlığının önemli bir boyutu olan “gelecek yönelimi” ve “mesleki farkındalık” unsurlarını değerlendirmektedir (Ng, 2021).

Açık uçlu anket formu, tüm bu düzenlemeler sonrasında araştırmanın amacına uygun, kapsam geçerliliği sağlanmış ve nitel veri analizine elverişli bir araç hâline getirilmiştir. Formdan elde edilen öğrenci yanıtları içerik analizi süreciyle çözümlenmiş; öğrencilerin deneyimleri, zorlukları, motivasyonları ve öğrenme süreçleri temalar hâlinde yorumlanmıştır. Böylece form, öğrencilerin makine öğrenimi temelli STEM etkinliklerine ilişkin çok yönlü bakış açılarını ortaya çıkaran önemli bir veri kaynağı olarak çalışmada kullanılmıştır.

3.4.Uygulama Süreci

Bu araştırmanın amacı doğrultusunda, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı süresince 6. sınıf düzeyinde öğrenim gören 18 (11 erkek, 7 kız) öğrenciyle 12 hafta boyunca (her hafta 2 ders saati olacak şekilde) blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM odaklı etkinlikler yürütülmüştür. Etkinliklerde kodlama aracı olarak PictoBlox

blok tabanlı kodlama yazılımı (özellikle Makine Öğrenmesi eklentileri); fiziksel programlama platformları olarak ise Arduino mikrodenetleyici platformu ve Lego Mindstorms Education EV3 robot kiti tercih edilmiştir. Uygulamaların yapımında Arduino kartı, breadboard, çeşitli elektronik bileşenler (LED, sensörler, motorlar vb.), bağlantı kabloları ve Lego EV3 kitine ait parçalar ve sensörler kullanılmıştır. Etkinliklerin tasarımında, temel olarak Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı'ndaki kazanımlar esas alınmış; bu kazanımlar fen bilimleri, matematik ve mühendislik (Teknoloji ve Tasarım) alanlarıyla disiplinler arası bir yaklaşımla bütünleştirilerek uygulanmıştır. Etkinliklerde yer alan STEM disiplinlerine ait kazanımlar Tablo 3.4'te yer almaktadır.

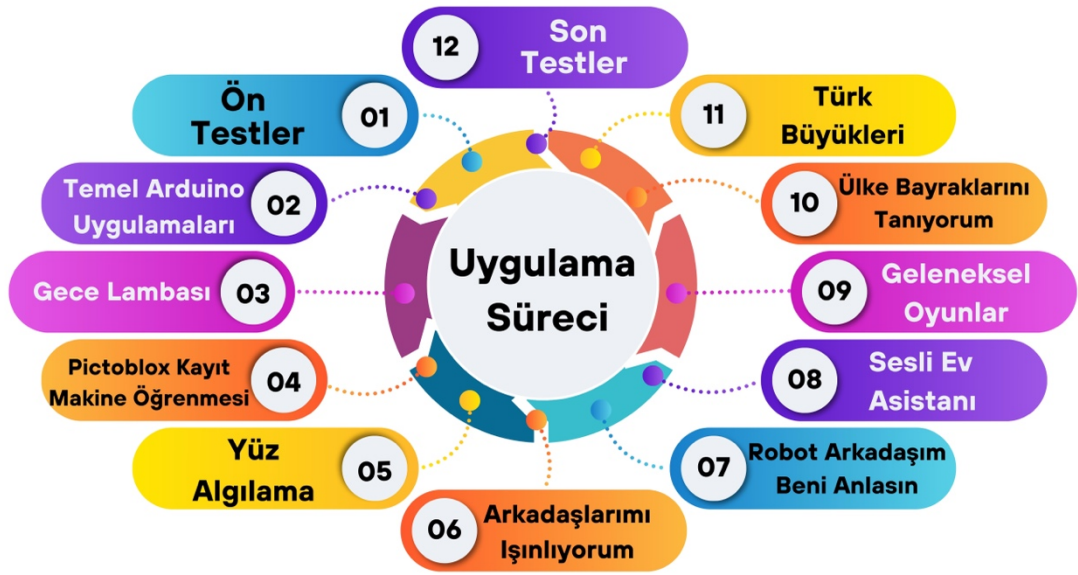
Tablo 3.4. Kazanımlar ve İlgili Etkinlikler

STEM Disiplini	Kazanımlar (MEB, 2018 Müfredatları Referans Alınmıştır)	İlgili Etkinlikler (Hafta/Konu)
Fen (S)	F.6.4.1.1. Maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder. <i>(Basit elektrik devresindeki iletkenlik)</i>	2. Hafta: Temel Arduino Uygulamaları
	F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. <i>(Servo motor hareketi, robot hareketi)</i>	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri 7. Hafta: Makine Öğrenmesi ve Fiziksel Programlama Entegrasyonu
	F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder.	8. Hafta: Ses Tanıma, BTHP: "Sesli Ev Asistanı"
	F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder.	8. Hafta: Ses Tanıma, BTHP: "Sesli Ev Asistanı"
Teknoloji (T)	BT.6.4.1.7. İş birliğine dayalı olarak oluşturduğu belgeyi paylaşır. <i>(Giriş, Proje Süreci)</i>	1. Hafta: Giriş ve Ön testler 6-11. Haftalar: BTHP Projeleri
	BT.6.1.1.2. Bilgisayarların akıllı davranış modellerini kullanma biçimlerini açıklar. <i>(Yapay Zeka/Makine Öğrenmesi kavramları)</i>	4-11. Haftalar: PictoBlox ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları
	BT.6.5.1.3. Bir problemi alt problemlere böler.	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri 6-11. Haftalar: BTHP Projeleri
	BT.6.5.1.5. Problemin çözümü için bir algoritma geliştirir.	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri 6-11. Haftalar: BTHP Projeleri

Tablo 3.4. (Devamı)

Teknoloji (T)	BT.6.5.1.6. Bir algoritmanın çözümünü test eder.	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri 6-11. Haftalar: BTHP Projeleri
	BT.6.5.1.8. Hatalı bir algoritmayı doğru çalışacak biçimde düzenler. (<i>Hata ayıklama</i>)	3-11. Haftalar: Tüm programlama içeren haftalar
	BT.6.5.2.1. Blok tabanlı programlama aracının arayüzünü ve özelliklerini tanır. (<i>PictoBlox</i>)	4. Hafta: PictoBlox'a Giriş
	BT.6.5.1.3. Bir problemi alt problemlere böler.	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri
	BT.6.5.2.7. Karar yapısını içeren programlar oluşturur. (<i>Sensör kullanımı, ML modelleri</i>)	3-11. Haftalar: Sensör ve ML içeren tüm haftalar
	BT.6.5.2.9. Çoklu karar yapıları içeren programlar oluşturur. (<i>Oyun Geliştirme</i>)	9. Hafta: Makine Öğrenimi ile Oyun Geliştirme
	BT.6.5.2.11. Döngü yapısını içeren programlar oluşturur.	5. Hafta: İleri Yüz Algılama (ve diğer tekrar gerektiren uygulamalar)
	BT.6.5.2.12. Döngü yapısını içeren programları test ederek hatalarını ayıklar.	5. Hafta ve sonrası (döngü kullanılan haftalar)
Mühendislik (E)	TT.7.A.1.1. Teknoloji kavramını söyler.	
	TT.7.A.1.3. Teknoloji ve tasarım arasındaki ilişkiyi ifade eder. (<i>Arduino ve devre elemanlarının tanıtımı</i>)	2. Hafta: Temel Arduino Uygulamaları
	TT.7.B.2.1. Tasarımı için taslak çizimler yapar. (<i>Sanal nesnelerin yerleşimi</i>)	5. Hafta: İleri Yüz Algılama
	TT.7.D.1.1. Tasarım problemini söyler.	6-11. Haftalar: BTHP Projeleri (Işınlanıyorum, Duygu Robotu, Sesli Asistan, Geleneksel Oyunlar, Bayrak Oyunu, Ünlüler Etkinliği)
	TT.7.D.1.3. Tasarım planı hazırlar.	3. Hafta: Projeler (Gece Lambası, Google Oyunu Otomasyonu)
Matematik (M)	TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.	
	TT.7.D.1.5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.	
	M.6.2.1.1. Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar. (<i>Sensör değerlerine göre işlem yapma</i>)	3. Hafta: Arduino ile Programlama Temelleri
	M.6.3... Geometri ve Ölçme / Uzamsal İlişkiler (<i>Koordinat sistemi ile ilişkilendirme, kesin kazanım kodu 6. sınıfta M.6.3... altında spesifik olarak bulunmuyor ancak kavramsal ilişki kurulabilir</i>)	4. Hafta: Yüz Algılama ve Şekil Çizme
	M.6.4.2.1. Bir veri grubuna ait açıklığı hesaplar ve yorumlar. M.6.4.2.2. Bir veri grubuna ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar. (<i>Oyun sonuçlarının veya sensör verilerinin analizi</i>)	9. Hafta: Makine Öğrenimi ile Oyun Geliştirme (veya veri analizi yapılan diğer haftalar)

Özel yetenekli ortaokul öğrencilerine yönelik blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin uygulama süreci Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Uygulama Süreci

Şekil 3.1’de belirtildiği gibi uygulamanın birinci haftasında öğrencilere araştırma hakkında genel bilgi verilmiş, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği, Ortaokul Öğrencileri İçin 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği, Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu ve bu formun bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniği ön test olarak uygulanmıştır. İkinci ve üçüncü haftalarda arduino platformu, temel Arduino uygulamaları ve programlama temelleri (sensörler, servo motor vb.) üzerinde durulmuş, küçük projeler gerçekleştirilmiştir. Dördüncü haftadan on birinci haftaya kadar PictoBlox ile Makine Öğrenmesi (Yüz Algılama, Yüz Tanıma, Duygu Tanıma, Ses Tanıma, Görüntü Sınıflandırma vb.) konuları işlenmiş ve bu konularla ilgili Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) odaklı projeler ("Işınlanıyorum", "Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot", "Sesli Ev Asistanı", "Geleneksel Oyunlar", "Bayrak Oyunu", "Ünlüler Etkinliği") uygulanmıştır. On ikinci hafta Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği, 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği, Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu ve bu formun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniği son test olarak uygulanmıştır. Bununla birlikte öğrencilerin uygulanan STEM çalışmasıyla ilgili görüşlerinin alınması için Açık Uçlu Anket Formu uygulanmıştır.

Araştırmanın uygulama basamağında, 18 öğrenci takımlara (gruplara) ayrılmıştır. Öğrenciler 2-3’erli olarak gruplar oluşturulmuştur. Etkinliklere başlamadan önce öğrenciler süreç hakkında bilgilendirilmiştir. Yapılan bu araştırmanın bilimsel bir

araştırma olduğu, yapılanların not ile değerlendirilmeyeceği, video ve ses kayıtlarının alınabileceği ve bunun süreci bütünsel açıdan değerlendirebilmek adına yapılacağı, kişisel bilgilerinin korunacağı ifade edilmiş, bu yüzden araştırma süresince sorulara/ölçeklere içtenlikle cevap vermeleri istenmiştir. Uygulama sırasında kullanacakları Arduino, Lego EV3, PictoBlox ve diğer elektronik bileşenler tanıtılmıştır. Araştırmada kullanılacak olan “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği”, “Ortaokul Öğrencileri İçin 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği”, “Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu” formun bileşeni olan “Çizme-Yazma Tekniği” ön test olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin kazanımları edinmesi adına BTHP (Bilgi Temelli Hayat Problemi) odaklı, proje tabanlı bir öğrenme süreci uygulanmıştır. Hazırlanan BTHP senaryoları takımlara sunulmuştur. Öğrencilerin BTHP üzerine düşünceleri teşvik edilmiş; bu probleme yönelik çözüm önerileri üretmeleri ve beyin fırtınası yapmaları sağlanmıştır. Ardından, ortaya koydukları fikirler arasından en uygun olanı seçerek algoritma ve ürün tasarımı sürecine geçiş yapmışlardır. Belirledikleri çözüm için gerekli malzemeleri (Arduino, sensörler, Lego EV3 parçaları vb.) seçip kodlama (PictoBlox ile makine öğrenmesi modelleri dahil) ve uygulama adımlarını planlamışlardır. Öğrenciler, seçtikleri malzemeleri bir araya getirerek ve kodlarını yazarak grup çalışmasıyla prototiplerini oluşturmuşlardır. Geliştirilen tasarımlar test edilerek hataları ayıklanmış, eksiklikler giderilmiş ve nihai hale getirilmiştir.

Etkinlik süreci tamamlandıktan sonra öğrencilere Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği, 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği, Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu ve Çizme-Yazma Tekniği son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin süreç hakkındaki görüşlerini almak amacıyla Açık Uçlu Anket Formu uygulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında 5E öğrenme modeline göre gerçekleştirilen etkinliklerden "Ülke Bayraklarını tanıyorum" BTHP projesi ile ilgili uygulama süreci örnek olması bağlamında aşağıda detaylı olarak sunulmuştur:

3.4.1. 5E Öğrenme Modeline Göre "Ülke Bayraklarını Tanıyorum" Etkinliği Uygulama Süreci

Bu etkinlik, 5E öğrenme modelinin (Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme, Değerlendirme) her bir aşaması ile STEM mühendislik tasarım sürecinin problemi tanımlama, çözüm fikirleri üretme, planlama–tasarım, prototip geliştirme, test etme ve iyileştirme basamaklarının bütünleştirilmesi esas alınarak yapılandırılmıştır. Aşağıda her 5E aşaması, ilgili mühendislik tasarım basamağı ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır.

3.4.1.1. Giriş (Engage)

Etkinliğe başlamadan önce öğrencilerin ilgisini toplamak ve öğrenme sürecine karşı merak uyandırmak amacıyla: "23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı'nda farklı ülkelerden gelen çocukları hiç izlediniz mi?", "Bu bayramda dünya çocukları bir araya geldiğinde, hangi ülkenin bayrağının hangisi olduğunu nasıl ayırt edersiniz?", "Bazı bayraklar birbirine çok benziyor, onları karıştırmadan tanımak zor olabilir mi?", "Sizce bir bilgisayar veya robot, farklı bayrakları birbirinden ayırabilir mi?", "Eğer bir robot, ona gösterilen bayrağın hangi ülkeye ait olduğunu söyleyebilseydi, bu ne işe yarardı?" gibi sorular sorularak öğrencilerin etkinliğe dikkatleri çekilmeye çalışılır. Öğrenciler soruları cevaplandırırken öğretmen herhangi bir müdahalede bulunmaz. Öğretmen öğrencilerine "Bugün sizlerle birlikte, 23 Nisan ruhuyla dünyanın farklı bayraklarını tanıyabilen akıllı bir robot tasarlayarak Ahsen'e yardım edeceğiz!" diyerek öğrencilerin motivasyonlarını sağlar. Öğrencilere bilgi temelli hayat problemini (BTHP) olan "Ülke Bayraklarını Tanıyorum" senaryosu sunulur. Senaryo bağlamında "Robotumuz, gösterdiğimiz bayrağı tanıyıp ona özel renkli ışıklarla tepki veren bir 'Elçiler Robotu'nu nasıl tasarlayıp programlayabiliriz?" sorusu yöneltilerek öğrencilerin problem durumuna ilişkin beyin fırtınası yapmaları sağlanır. Böylece öğrenciler, etkinlik boyunca çözmeye çalışacakları temel problemi ve gereksinimleri fark ederler. Bu aşama, STEM mühendislik tasarım sürecindeki "problemi tanımlama ve gereksinimleri belirleme" basamağı temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda Şekil 3.2'te BTHP ait görsel yer almaktadır.

BİLGİ TEMELLİ HAYAT PROBLEMİ- Ülke Bayraklarını Tanıyorum



Ahsen, 23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı'nda dünyanın dört bir yanından gelen arkadaşlarıyla tanışmayı ve onların kültürlerini keşfetmeyi çok seviyordu. Ama bu yıl, bayramdan önce okulda gizemli bir görevle karşılaştı: "Kayıp Bayraklar Macerası!" Dünyanın farklı ülkelerine ait bayraklar, bir şekilde karışmıştı ve hangi bayrağın hangi ülkeye ait olduğunu bulmak için akıllı bir "Elçiler Robotu"na ihtiyaç vardı. Ahsen, bu robotu Lego ve Arduino ile yapacak, PictoBlox'un yapay zekâsını kullanarak ona bayrakları tanıtacaktı. Robot, bir bayrağı tanıdığı anda farklı şekillerde tepki verecekti. "Keşke robotum hangi bayrağı göstersem, onu tanıyıp o ülkenin ruhunu yansıtabilse!" diye hayal etti Ahsen.

Acaba Ahsen, bu gizemli bayrakları tanıyacak ve her ülkenin enerjisini renkli ışıklarla yansıtacak bu "Elçiler Robotu"nu başarıyla tasarlayıp programlayabilir miydi? 23 Nisan ruhunu yaşatmak ve kayıp bayrakların gizemini çözmek için Ahsen, kodlamacılardan ve robot tasarımcılarından yardım bekliyor!

Şekil 3.2. Bilgi Temelli Hayat Problemi

3.4.1.2. Keşfetme (Explore)

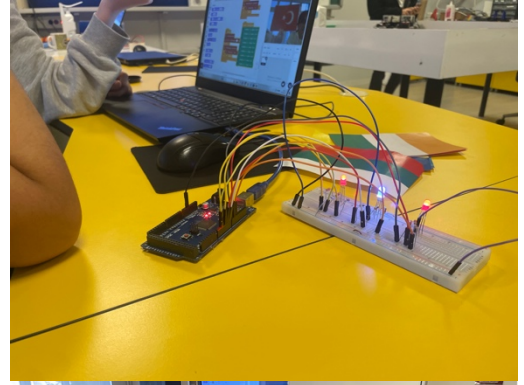
Öğrencilere, görüntü sınıflandırma (Image Classification) teknolojisinin kullanıldığı yerlerle ilgili (örneğin Google Görseller'de "görselle arama", sosyal medyada fotoğraf etiketleme, otomatik geri dönüşüm ayrıştırma sistemleri) birkaç kısa video izletilir. Öğretmen: "Sizce bir bilgisayar, Türk bayrağı ile Japonya bayrağı arasındaki farkı nasıl anlar? İkisinde de kırmızı ve beyaz var." sorularını sorar (Öğrenciler, renkler, şekiller, pikseller ve yapay zekâ hakkında fikirlerini paylaşır).

Ardından "Robotumuza farklı bayrakları nasıl 'öğretebiliriz?', "Her bayrağı tanıdığında farklı bir fiziksel tepki vermesini nasıl sağlarız?", "Bir grubumuz Lego EV3 motorlarını kullanırken, diğer grubumuz Arduino RGB LED'lerini kullanacak. İki farklı fiziksel tepkiyi de aynı PictoBlox yapay zekâ modelini kullanarak nasıl tetikleyebiliriz?", "Sizce ne gibi zorluklarla karşılaşabiliriz?" (Örneğin kameranın bayrağı net görememesi, benzer bayrakları karıştırması, ışığın parlaması gibi zorluklar üzerinden düşünceleri sağlanır) sorularını yöneltir.

Her grup, öğretmenin sorduğu sorulara odaklanarak beyin fırtınası yapar. Öğrenciler, grup içinde fikirlerini tartışır ve çözüm önerileri (algoritmik adımlar) oluştururlar. Grup içindeki beyin fırtınası sonucu her grup, en uygun çözüm yolunu seçer. Gruplar, seçtikleri çözümü net bir şekilde tanımlarlar. Örneğin:

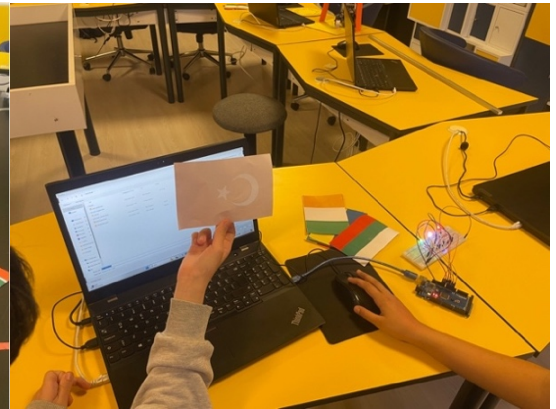
- Tüm Gruplar (Ortak Görev): "PictoBlox Görüntü Sınıflandırma modelini kullanarak seçtiğimiz bayrakları eğiteceğiz ve tanınan bayrağa göre bir sinyal üreteceğiz."
- Lego EV3 Grupları (Fiziksel Çıktı): "Biz, bu sinyal geldiğinde Lego EV3 robotumuzun o bayrağa özel bir hareket yapmasını sağlayacağız."
- Arduino Grupları (Fiziksel Çıktı): "Biz, bu sinyal geldiğinde Arduino'ya bağlı RGB LED'lerin o bayrağın renklerinde yanmasını sağlayacağız."

Seçilen çözümün temel özellikleri ve kullanılacak araç gereçler (PictoBlox Image Classifier eklentisi, bilgisayar kamerası, ülke bayrakları kartları) tüm gruplara tanıtılır. Ardından, grupların uzmanlaşacağı platformlara ait malzemeler tanıtılır: Lego EV3 seti (tüm motorları ve sensörleriyle birlikte) ve Arduino kiti (RGB LED, breadboard, dirençler ve bağlantı kabloları). Öğrencilere, bu iki farklı sistemin de PictoBlox üzerinden programlanabileceği ve aynı yapay zekâ modeline bağlanabileceği vurgulanır. Bu malzemeler, etkinlik süresince öğrencilerin rahatlıkla erişebileceği şekilde uygun bir masa üzerine yerleştirilir. Şekil 3.3'te kullanılan malzemelere ait görseller yer almaktadır.



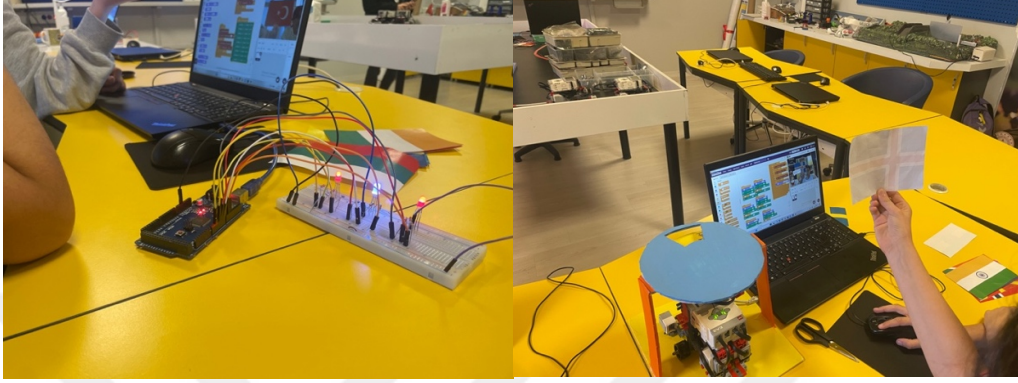
Şekil 3.3. Kullanılan Malzemelere ait görsel sunulmaktadır.

Öğrencilerin, robotun bayrakları tanıyabilmesi için öncelikle yapay zekâ modelini "eğitmeleri" gerektiğini keşfetmeleri beklenir. Malzemeleri (bayrak kartlarını) kullanarak robotun tanıma sistemini (modelini) hazırlamaları istenir. Öğrencilerin hepsi, grupları için belirledikleri bayrakları (örneğin Türkiye, Japonya, Almanya, Brezilya vb.) PictoBlox'a tanıtmak için hazırlık yapar. Aşağıda Şekil 3.4'te Bayrak Kartları ve Eğitim Aşamasına ait görüntüler aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 3.4. Bayrak Kartları ve Eğitim Aşamasına ait görseller

Lego Grupları, Lego EV3 kiti parçalarını kullanarak robotlarını veya mekanizmalarını tasarlamaya başlarlar. Arduino Grupları ise Arduino, RGB LED ve breadboard kullanarak ışıklandırma devrelerini kurmaya başlarlar. Şekil 3.5'te öğrencilerin Lego ve Arduino tasarım aşamalarına ait görsel yer almaktadır.



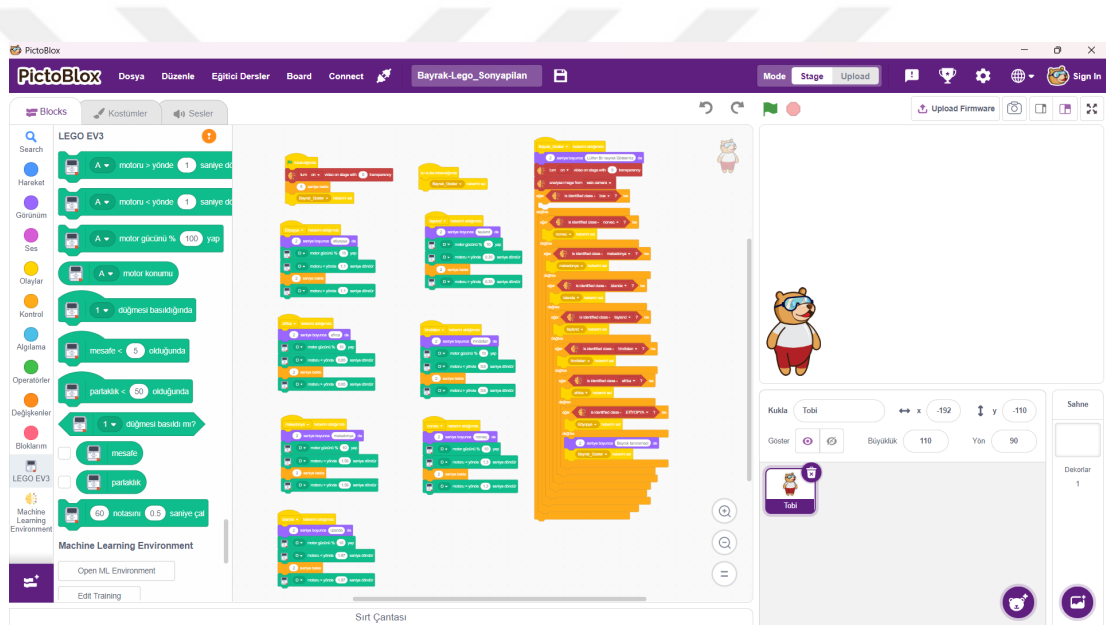
Şekil 3.5. Öğrencilerin Lego ve Arduino tasarım aşamalarına ait görseller

PictoBlox uygulamasını kullanarak tüm gruplar öncelikle temel görüntü sınıflandırma denemeleri (Örneğin, önce sadece 'Türkiye' ve 'Japonya' bayraklarını tanıtarak modeli eğitme) ile ilgili basit programlar yazarlar. Her grup, basit görevleri (örneğin: "Eğer 'Türkiye' tanınırsa, PictoBlox sahnesindeki kukla 'Merhaba Türkiye!' desin") tamamlayarak kodlama ve makine öğrenmesi modeli eğitme yeteneklerini geliştirir. Bu aşamada öğretmen herhangi bir bilimsel bilgi (derin öğrenme algoritmaları vb.) vermeden öğrencilerin durumu keşfetmelerine rehberlik etmektedir. Bu aşama, STEM mühendislik tasarım sürecindeki “çözüm fikirleri üretme ve ön planlama–tasarım için hazırlık yapma” basamakları temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.3. Açıklama (Explain)

Öğrencilerin hepsi, BTHP senaryosundaki probleme (bayrakları tanıma) yönelik kendi çözümlerini (PictoBlox modeli ve fiziksel robot/devre tasarımı) oluşturmuştur. Bu aşamada öğrenciler, eğittikleri Görüntü Sınıflandırma (Image Classifier) modellerini ve Lego EV3 veya Arduino kullanarak tasarladıkları prototiplerini gerçek zamanlı olarak test ederler ve tasarımlarını iyileştirmek için keşif yaparlar.

Her grup, hazırladıkları ülke bayrağı kartlarını (Türkiye, Japonya, Almanya vb.) sırayla bilgisayar kamerasına göstererek modelin tanıma doğruluğunu ve fiziksel sistemlerinin doğru tepkiyi (Lego EV3 motor hareketi/sesi veya Arduino RGB LED renkleri) verip vermediğini test eder. Öğrenciler, robotlarını/sistemlerini test ederken karşılaştıkları sorunları (örn: "Modelimiz Türk bayrağı ile benzer renkteki başka bir bayrağı karıştırıyor", "Arduino LED'i yanlış renkte yandı", "Lego motoru tanımadan sonra durmuyor") kaydeder ve bu sorunları çözmek için iyileştirmeler yaparlar (örn: modeli daha fazla örnekle yeniden eğitmek, PictoBlox kod bloklarındaki koşulları düzeltmek, fiziksel bağlantıları kontrol etmek). Aşağıda Şekil 3.6'de kullanılan kod bloklarından örnek görseller yer almaktadır.



Şekil 3.6 Ülke Bayraklarını Tanıyorum Etkinliğinde Kullanılan Kod Bloklarına Ait Örnek Görsel

Örneğin, modelin doğruluğunu artırmak ya da Lego EV3 motorlarının/Arduino LED'lerinin tepkilerini daha net hale getirmek için programlamada değişiklikler yapılır. Her grup, kendi modelini nasıl eğittiğini (hangi bayrakları, kaçar örnekle eğittiklerini) ve hangi PictoBlox kod bloklarını kullanarak Lego EV3 veya Arduino tepkilerini (örn: eğer tanınan sınıf = 'Türkiye' ise RGB LED'i kırmızı yap) programladıkları üzerine fikir alışverişinde bulunarak tartışırlar.

Bu aşamada öğretmen, öğrencilerin elde ettikleri bilgileri daha geniş bir bağlam içinde anlamlandırmalarına yardımcı olur. Öğrencilere makine öğrenmesi (yapay zekâ) ve görüntü sınıflandırma kavramları tanıtılır ve "Bilgisayarın bir resmi nasıl 'gördüğü' (pikselleri analiz ettiği) ve 'öğrendiği' (eğitim verisi ile kalıpları tanıdığı)" açıklanır.

Grupların test sonuçları üzerinden tartışma açılır; örneğin, "Modelimiz Türk bayrağını nasıl tanıyor? Sadece kırmızı renge mi bakıyor, yoksa aydaki ve yıldızdaki şekle de mi odaklanıyor?", "Neden modeli eğitirken bayrağı farklı açılardan ve ışıklarda göstermemiz gerekti?", "Modelin doğruluğunu artırmak için ne gibi iyileştirmeler yaptık (daha fazla veri eklemek)?" şeklinde sorularla pekiştirme yapılır. Ayrıca, PictoBlox-Arduino ve PictoBlox-Lego EV3 entegrasyonunun önemi ele alınarak, "PictoBlox'taki 'Japonya Bayrağı Tanındı' komutunun, Arduino'ya bağlı RGB LED'e 'sadece kırmızı yan' sinyalini nasıl gönderdiği?" ve "Aynı komutun Lego EV3 motorunu nasıl farklı bir şekilde çalıştırdığı?" gibi sorularla öğrencilerin sorgulayıcı düşünceleri sağlanır. Son olarak görüntü sınıflandırmanın gerçek hayattaki kullanımı üzerinde durularak, "Bu teknoloji bayrak tanıma dışında başka nerelerde kullanılıyor olabilir? (örn: geri dönüşüm ayırıştırma, tıbbi görüntüler, güvenlik kameraları)" gibi sorularla dikkatleri yönlendirilir. Bu aşama, STEM mühendislik tasarım sürecindeki "prototip geliştirme ve çözümün çalışma mantığını açıklama" basamağı temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.4. Derinleştirme (Elaborate)

Bu aşamada öğrencilerden, öğrendikleri bilgileri (Görüntü Sınıflandırma, Arduino ve Lego EV3 programlama) yeni durumlara uygulamaları ve projelerini bir adım öteye taşımaları beklenir. Her gruba, daha önce modelde eğitmedikleri 3 yeni ülke bayrağı kartı verilir (örn: Kanada, Güney Kore, İspanya). Öğrencilerden bu yeni bayrakları da tanıyacak şekilde Görüntü Sınıflandırma (Image Classifier) modellerini yeniden eğitmeleri istenir.

Modeli yeniden eğittikten sonra, bu yeni bayraklar için de Lego EV3 (yeni bir hareket, ses veya motor dönüşü) veya Arduino (yeni bir RGB LED renk kombinasyonu)

üzerinde özgün fiziksel tepkiler programlamaları beklenir. Öğrenciler, güncellenmiş robotlarını/sistemlerini test ederken tanıma doğruluğunu kaydetmeye teşvik edilir. "Modelinizi 10 kez test ettiğinizde, yeni bayrakları kaç kez doğru tanıdı? Başarı yüzdeniz nedir?" sorularıyla Matematik (M.6.4.2.3. Veri Analizi, Oran) disipliniyle bağlantı kurulur.

Gruplar, modelin tanıma hızını (zaman) ve tepki süresini (zaman) tartışır. Modelin başarı oranını etkileyen değişkenler üzerine (ışık seviyesi, kameraya olan mesafe, bayrak kartının parlaklığı, bayrakların birbirine benzemesi) gruplar arasında fikir alışverişi gerçekleştirilir. Öğretmen, "Tanıma oranını artırmak için ne gibi iyileştirmeler yapılabilir?" (örn: modeli daha fazla fotoğrafla eğitmek, kontrastı artırmak) sorusunu yöneltir.

"Peki ya iki bayrak birbirine çok benziyorsa (örneğin İtalya ve Macaristan bayraklarındaki renkler gibi)? Modeliniz bu durumda nasıl tepki veriyor?" ya da "23 Nisan kutlamasında iki arkadaş aynı anda kameraya iki farklı bayrak gösterirse robotunuz nasıl davranmalı?" gibi yeni senaryolarla öğrencilerin, kodlama (PictoBlox blokları) ve tasarım (Lego/Arduino) süreçlerini anında uyarlamaya çalışmaları sağlanır. Bu aşama, STEM mühendislik tasarım sürecindeki “çözümü test etme, iyileştirme ve yeni durumlara uyarlama” basamağı temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Aşağıda Şekil 3.7’de bu derinleştirme aşamasındaki kodlama örneklerine yönelik farklı çözüm yollarından örnek görüntüler gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Etkinlikteki Farklı Çözüm Yollarına Örnek Görüntüler

3.4.1.5. Değerlendirme (Evaluate)

Her grup (hem Lego hem de Arduino grupları), tasarladıkları "Elçiler Robotu" veya akıllı bayrak tanıma sistemini ve çözüm sürecini sınıf arkadaşlarına sunarak çalışmalarını paylaşır. Sunum sırasında, görüntü sınıflandırma modelini nasıl eğittiklerini (hangi bayrakları kullandıklarını, neden o bayrakları seçtiklerini), PictoBlox kodlamalarını, Lego EV3 robotunun/mekanizmasının tasarım özelliklerini, Arduino devresinin çalışma prensibini ve tanıma anındaki fiziksel tepkilerini ayrıntılı bir şekilde açıklarlar. Ayrıca, bayrak tanıma modelini eğitirken veya Lego/Arduino sistemlerini kurarken karşılaştıkları zorlukları (örn: modelin bayrakları karıştırması, ışık sorunları, kodlama hataları), bu zorluklara karşı geliştirdikleri çözüm yollarını anlatırlar. Sunumun sonunda ise yenilikçi fikirlerini sınıfla paylaşarak projelerini nasıl daha da geliştirebilecekleri (örn: daha fazla bayrak eklemek, konuşma özelliği eklemek, bayrağa özel sesler çıkarmak) üzerine fikir alışverişinde bulunurlar. Bununla birlikte her grup, sunumlarının ardından projeleriyle ilgili düşünsel değerlendirmeler yaparak belirli soruları yanıtlar. "Yapay zekâ modelinizin bayrak tanımadaki en güçlü özelliği nedir?", "Modeli eğitirken veya robotu/devreyi kurarken karşılaştığınız en büyük zorluk neydi ve bunu nasıl çözdünüz?" ve "Sisteminizi daha etkili hale getirmek ve 23 Nisan ruhunu daha iyi yansıtmak için neler eklemek isterdiniz?" gibi sorular aracılığıyla öğrenciler, projelerini analiz etme, eleştirel düşünme ve iyileştirme önerileri geliştirme fırsatı bulurlar.

Sınıf içerisinde bir değerlendirme komitesi (öğretmen ve/veya diğer öğrenci gruplarından temsilciler) oluşturularak her grup projesi belirlenen ölçütlere göre puanlanır. Bu değerlendirme sürecinde, "Bayrak Tanıma Doğruluğu", "Robot/Sistem Tasarımının Özgünlüğü", "Kodlama Mantiğının Tutarlılığı" ve "Sunum Becerisi" başlıkları temel kriterler olarak kullanılır. Böylece öğrencilerin yaratıcılık, teknik beceri, yapay zekâ modeli eğitime yetenekleri ve sunum yetenekleri bütüncül bir şekilde değerlendirilir. Öğrencilerin sunumlarına ait görseller Şekil 3.8'de yer almaktadır.



Şekil 3.8 Öğrencilerin Sunumları

Etkinliğin sonunda öğretmen, öğrencilerin STEM sürecinden elde ettikleri kazanımları pekiştirmek amacıyla sınıfça bir tartışma başlatır. "Bugün öğrendiğiniz görüntü sınıflandırma teknolojisi gelecekte size başka hangi alanlarda yardımcı olabilir?", "Robotik teknolojileri ve yapay zekâyı kullanarak 23 Nisan Çocuk Bayramı'nı kutlamak için başka hangi yenilikçi projeler geliştirilebilir?" ve "Bir yapay zekâ mühendisinin veya robot tasarımcısının günlük hayatta nasıl bir etkisi vardır?" gibi sorular yöneltilerek öğrencilerin düşünmeleri ve öğrendiklerini farklı bağlamlarla ilişkilendirmeleri sağlanır. Bu tartışma, etkinliğin etkili bir şekilde değerlendirilmesini ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmayı amaçlar. Bu aşama, STEM mühendislik tasarım sürecindeki “çözümü sunma, değerlendirme ve yansıtma” basamağı ile ilişkilendirilmiş olup öğrencilerin hem ürünlerini hem de öğrenme süreçlerini bütüncül biçimde gözden geçirmelerine imkân tanımaktadır.

Bu etkinliğin dışında gerçekleştiren etkinliklere ait görseller EK 8’de sunulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Bu araştırmada elde edilen nicel verilerin analizinde, uygulama öncesi ve sonrası ölçümlerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla öncelikle veri setinin dağılım özellikleri incelenmiştir. Eğitim bilimlerinde kullanılacak istatistiksel testlerin seçimi, yalnızca örneklem büyüklüğüne göre değil; ölçümlerin dağılım varsayımlarını karşılayıp karşılamadığına göre yapılmalıdır (Field, 2013). İlişkili örneklem t-testi için temel varsayım, ön test ve son test puanlarının ayrı

ayrı normal dağılmasından ziyade, iki ölçüm arasındaki fark puanlarının (difference scores) normal dağılım göstermesidir (Pallant, 2020; Büyüköztürk, 2018).

Bu doğrultuda, araştırmadaki değişkenlere ait ön test ve son test puanları arasındaki farklar hesaplanmış ve bu fark puanlarının normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk normalite testi ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel test sonuçlarına ek olarak histogram ve normal Q-Q grafikleri de incelenmiş; yapılan tüm değerlendirmeler ve analiz sonuçlarından elde edilen bulgulara dayanarak verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu inceleme neticesinde, hem 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği hem de BİDBÖA için fark puanlarının parametrik test varsayımlarını sağladığı görülmüştür. Aşağıda Tablo 3.5’te, ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla uygulanan Shapiro–Wilk normalite testi sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 3.5. Ön test–son test puanlarına ilişkin Shapiro–Wilk normalite testi sonuçları (n=18)

Değişkenler	Ölçüm	İstatistik	sd	P (Shapiro-Wilk)
21. yy. Becerileri	Ön Test	,927	18	,170
Yeterlilik Ölçeği	Son Test	,962	18	,643
BİDBÖA	Ön Test	,946	18	,364
	Son Test	,859	18	,012*

* $p < ,05$ (Normalite varsayımı sınırda olsa da, çarpıklık-basıklık değerleri ve fark puanlarının dağılımı dikkate alınarak parametrik test tercih edilmiştir.)

Tablo 3.5’e göre normalite sonuçları incelendiğinde, her iki ölçek için de hesaplanan fark puanlarının Shapiro-Wilk testi sonuçlarının anlamlılık düzeyinin ,05’ten büyük olduğu görülmektedir ($p > ,05$). Ayrıca çarpıklık ve basıklık katsayılarının da $\pm 1,5$ sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir. Pallant (2020) ve Field (2018), ilişkili ölçümlerde fark puanlarının normal dağılması durumunda parametrik testlerin kullanılmasını önermektedir. Bu çalışmada normalite varsayımı fark puanları üzerinden tüm ölçümlerde sağlandığı için, ön test–son test karşılaştırmalarında ilişkili

iki ölçüm arasındaki farkın anlamlılığını test eden İlişkili (Bağımlı) Örneklem t-Testi (Paired Samples t-Test) tercih edilmiştir.

Araştırmada kullanılan 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği (Düzgüner, Karabulut ve Kariper, 2022) ile Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA) (Gülbahar ve ark., 2019) psikometrik açıdan geçerli ve güvenilir ölçme araçlarıdır. Bu çalışmada örneklem büyüklüğünün sınırlılığı dikkate alınarak güvenilirlik katsayıları yeniden hesaplanmamış; ölçeklerin geliştirilme çalışmalarında raporlanan güvenilirlik değerleri temel alınmıştır. Bu yaklaşım, küçük örneklemelerde güvenilirlik katsayılarının örnekleme duyarlı biçimde değişebileceğini vurgulayan literatürle uyumludur (Taber, 2018).

Araştırmanın nitel boyutunda veriler, metafor formu ve formun bileşeni olan çizme–yazma bölümü ve açık uçlu anket formu aracılığıyla toplanmıştır. Metafor formunda öğrencilerden “Yapay zekâ ... gibidir; çünkü ...” ifadesini tamamlamaları istenmiş, bu ifadeler öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin benzetmelerini ve bu benzetmelere yükledikleri anlamları görünür kılmak amacıyla içerik analizi yaklaşımıyla çözümlenmiştir (Saban, 2008). Analiz sürecinde metaforun temel yapı taşları olan hedef kavram, kaynak alan ve gerekçelendirme bölümleri sınıflandırılarak ortak temalar oluşturulmuştur.

Metafor formunun bir parçası olarak yer alan çizme–yazma bölümü, öğrencilerin soyut kavramları görsel olarak ifade edebilmesine olanak tanımış; bu çizimler, tekrar eden motiflerin, sembollerin ve anlam örüntülerinin belirlenmesi amacıyla görsel içerik analizi ilkelerine göre incelenmiştir. “Draw-and-write” tekniğinin çocukların kavramsal algılarını ortaya çıkarmadaki işlevsel yönü dikkate alınarak, görsel öğeler ve kısa yazılı açıklamalar bir arada değerlendirilmiştir (Backett-Milburn ve McKie, 1999; Pridmore ve Bendelow, 1995).

Açık uçlu anket formundaki sorulara verilen yazılı yanıtlar, öğrencilerin deneyim ve değerlendirmelerini sistematik biçimde ortaya koymak amacıyla içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Bu süreçte veriler, öğrenci ifadelerinden türetilen

temalara göre düzenlenmiş; her tema altında katılımcı ifadelerini temsil eden kodlar oluşturulmuş ve elde edilen bulgular ilgili öğrenci ifadelerinden doğrudan alıntılarla desteklenerek sunulmuştur.

Sonuç olarak bu araştırmada analiz süreci, nicel verilerde normallik kontrolleri temel alınarak uygun istatistiksel testlerin seçilmesiyle; nitel verilerde ise metafor ifadelerinin içerik analizi, çizimlerin görsel içerik analizi ve açık uçlu anket sorularından elde edilen veriler içerik analiz yöntemiyle çözümlenmesi yoluyla yürütülmüş; karma yöntem deseninin gerektirdiği çok yönlü değerlendirme anlayışı doğrultusunda veriler sistematik ve bütüncül bir biçimde analiz edilmiştir.

3.6. Geçerlilik ve Güvenirlik

Bu araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının geçerlilik ve güvenirlilik süreçleri hem nicel hem de nitel veri toplama yöntemlerinin gerektirdiği ilkeler doğrultusunda yürütülmüştür. Araştırmanın geçerliliğini sağlamak amacıyla öncelikle katılımcılara çalışma süreci hakkında ayrıntılı bilgilendirme yapılmış, uygulama aşamaları açıklanmış ve araştırmaya gönüllü katılım esas alınmıştır. Öğrencilerin veri toplama araçlarını içtenlikle doldurmalarını sağlamak için bilgilendirme süreci dikkatle planlanmış ve bu durum araştırmanın iç geçerliğini güçlendiren bir unsur olarak değerlendirilmiştir. Creswell ve Creswell (2018), araştırma sürecinin katılımcılara açık biçimde tanıtılmasının ve ölçme araçlarının uygulanmasının önceden açıklanmasının geçerliliğe önemli katkı sağladığını belirtmektedir.

Nicel veri toplama araçları olarak kullanılan 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Ölçeği ile BİDBÖA daha önce geliştirilmiş, kapsamlı geçerlilik-güvenirlilik analizleri yapılmış ve eğitim alanında yaygın biçimde kullanılan ölçeklerdir. Çalışmanın örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ($n = 18$) nedeniyle güvenirlilik katsayılarının bu çalışma kapsamında yeniden hesaplanması uygun görülmemiştir. Taber (2018), küçük örneklemelerde Cronbach Alfa katsayılarının yapay biçimde düşerek ölçeğin gerçek iç tutarlılığını yansıtmayabileceğini vurgulamaktadır. Bu nedenle araştırmada ölçeklerin geliştirildikleri çalışmalarda belirtilen güvenirlilik katsayıları esas alınmıştır.

21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği için geliştirici çalışma kapsamında rapor edilen toplam Cronbach Alfa değeri $\alpha = ,92$ olup ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Düzgüner ve ark., 2022). Araştırmada kullanılan diğer nicel veri toplama aracı olan BİDBÖA ölçeğinin geliştirildiği çalışmada toplam güvenilirlik katsayısı $\alpha = ,943$, alt boyut güvenilirlikleri ise ,762 ile ,930 arasında rapor edilmiştir (Gülbahar ve ark., 2019). Pallant (2020), Cronbach Alfa değerinin ,70 ve üzerinde olması durumunda ölçeğin yeterli güvenilirlik düzeyine sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda araştırmada kullanılan her iki ölçme aracının güvenilirlik düzeylerinin yüksek olduğu ve çalışmanın nicel bölümünün sağlam bir ölçme temeline dayandığı görülmektedir.

Araştırmanın nitel boyutunda geçerlilik ve güvenilirlik, nitel araştırma yöntemlerinin temel ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Veri toplama sürecinde kullanılan açık uçlu anket formu, metafor formu ve bu formun bir bileşeni olan çizme–yazma tekniği ilişkin araçlar hazırlanırken uzman görüşlerine başvurulmuş; içerik ve kapsam geçerliliğini artırmak amacıyla formlar araştırmanın amaçları doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir. Nitel verilerin analizinde kullanılan içerik analizi sürecinde kodlamalar iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiş ve kodlayıcılar arası uyum oranı Miles ve Huberman’ın (1994) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda uyum oranı ,88 olarak bulunmuş ve bu değer araştırmanın güvenilirliğinin yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Ayrıca analiz sürecinde katılımcıların ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilerek temaların doğrulanması sağlanmış, kod ve temaların öğrenci ifadeleriyle ilişkilendirilmesi yoluyla içerik analizinin güvenilirliği artırılmıştır.

Sonuç olarak, araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının hem geçerlilik hem de güvenilirlik özelliklerinin alinyazındaki standartlara uygun olduğu gerek nicel gerek nitel veri toplama süreçlerinin bilimsel temellere dayanarak yürütüldüğü görülmektedir. Bu yönüyle çalışmada elde edilen verilerin güvenilir ve geçerli bir analiz süreciyle değerlendirildiği söylenebilir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, araştırmanın alt problemlerine ilişkin elde edilen bulgular sistematik bir biçimde sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21.yy becerilerine yönelik yeterlilik etkisi nedir?” sorusundan oluşan birinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular Tablo 4.1.’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Ön Test–Son Test Puanlarına İlişkin İlişkili Örneklem t Testi Sonuçları

Ölçek ve Alt Boyutlar	Ölçüm	N	$\bar{x}$ (Ort.)	ss (Std. Sap.)	df	t	p
Genel (Toplam Puan)	Ön Test	18	133,61	17,18	17	,073	,943
	Son Test	18	133,28	22,68			
İletişim	Ön Test	18	25,61	4,69	17	,236	,816
	Son Test	18	25,33	5,80			
Bilgi Okuryazarlığı	Ön Test	18	16,22	2,60	17	-,321	,752
	Son Test	18	16,50	03,09			
Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık	Ön Test	18	16,56	2,59	17	1,098	,288
	Son Test	18	15,56	03,09			
Yaratıcı Düşünme ve Yenilik	Ön Test	18	33,06	7,50	17	-,032	,975
	Son Test	18	33,11	7,91			
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı	Ön Test	18	12,28	1,99	17	-,397	,696
	Son Test	18	12,61	2,63			
Liderlik ve Sorumluluk	Ön Test	18	29,89	5,16	17	-,183	,857
	Son Test	18	30,17	5,72			

Tablo 4.1 incelendiğinde; öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri genel toplam puanları ile alt boyutlarına ait ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > ,05$).

Genel toplam puanda ön test ortalaması ($\bar{x}=133,61$) ile son test ortalaması ($\bar{x}=133,28$) birbirine oldukça yakındır. Alt boyutlar incelendiğinde; "Bilgi Okuryazarlığı", "Yaratıcı Düşünme ve Yenilik", "Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı" ve "Liderlik ve Sorumluluk" boyutlarında son test puanlarında aritmetik ortalama bazında çok küçük artışlar görülse de, bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır. "İletişim" ve "Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık" boyutlarında ise ön test puanlarının son test puanlarından sayısal olarak biraz daha yüksek olduğu ancak bu farkın da istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmektedir.

Bu bulgular, uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları üzerinde kısa vadede istatistiksel olarak anlamlı bir değişim yaratmadığını göstermektedir. Aşağıda Tablo 4.2’de, ilişkili örneklem t-testi sonucunda elde edilen etki büyüklüğü (η^2) değerleri sunulmaktadır.

Tablo 4.2. İlişkili Örneklem t-Testi İçin Etki Büyüklükleri (η^2)

Boyut	<i>t</i>	sd	η^2 (Eta Kare)	Etki Düzeyi
Genel (Toplam)	,073	17	,000	İhmal Edilebilir
İletişim	,236	17	,003	İhmal Edilebilir
Bilgi Okuryazarlığı	-,321	17	,006	İhmal Edilebilir
Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık	1,098	17	,066	Orta
Yaratıcı Düşünme ve Yenilik	-,032	17	,000	İhmal Edilebilir
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı	-,397	17	,009	İhmal Edilebilir
Liderlik ve Sorumluluk Becerileri	-,183	17	,002	İhmal Edilebilir

4.2’de t-testi sonuçlarına ek olarak etki büyüklüğü (effect size) hesaplanmıştır. T-testi için etki büyüklüğü $\eta^2 = t^2 / (t^2 + sd)$ formülü ile hesaplanmıştır (Cohen, 1988). Buna

göre, Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık boyutu dışındaki tüm boyutlarda etki büyüklüğünün ihmal edilebilir düzeyde olduğu ($\eta^2 < ,01$) görülmektedir. Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık boyutunda hesaplanan etki büyüklüğü ($\eta^2 = ,066$) orta düzeye yakın olsa da, farkın istatistiksel olarak anlamlı olmaması nedeniyle ($p = ,288$) bu etki belirleyici değildir.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlilik algısına etkisi nedir?” sorusundan oluşan ikinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ön Test–Son Test Puanlarına İlişkin İlişkili Örneklem t-Testi Sonuçları

Ölçek ve Alt Boyutlar	Ölçüm	N	$\bar{x}$ (Ort.)	ss (Std. Sap.)	df	t	p
Genel (Toplam Puan)	Ön Test	18	77,44	13,81	17	-4,167	,001*
	Son Test	18	92,78	13,82			
Algoritma Tasarlama Yeterliği	Ön Test	18	16,44	6,30	17	-3,859	,001*
	Son Test	18	23,50	3,92			
Problem Çözme Yeterliği	Ön Test	18	25,72	3,16	17	-,566	,579
	Son Test	18	26,11	4,20			
Veri İşleme Yeterliği	Ön Test	18	13,11	4,52	17	-3,182	,005*
	Son Test	18	17,50	3,35			
Temel Programlama Yeterliği	Ön Test	18	9,67	2,93	17	-4,811	,000*
	Son Test	18	12,33	2,89			
Özgüven Yeterliği	Ön Test	18	12,50	2,57	17	-1,586	,131
	Son Test	18	13,33	2,00			

Not: * $p < ,05$ düzeyinde anlamlı farklılık vardır.

Tablo 4.3’e göre genel bilgi işlemsel düşünme becerisi, algoritma tasarlama yeterliği, veri işleme yeterliği ve temel programlama yeterliği alt boyutlarında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur ($p < ,05$). Genel toplam puan ortalaması ön testte $\bar{x} = 77,44$ iken, son testte $\bar{x} = 92,78$ ’e yükselmiştir ($t = -4,167$; $p = ,001$). Bu bulgu, öğrencilerin STEM etkinlikleri sonrasında bu beceri alanlarında

anlamli bir gelisme gosterdigi ve ortalamaların ciddi oranda yükseldigini ortaya koymaktadır. Buna karşın problem çözme yeterligi ($p=,579$) ve özgüven yeterligi ($p=,131$) alt boyutlarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > ,05$). Bu sonuç, öğrencilerin bu iki alanda aritmetik ortalama bazında kısmi bir artış gösterse de (örneğin problem çözme 25,72'den 26,11'e), bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bir düzeye ulaşmadığını göstermektedir. Genel olarak bakıldığında ise, blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde (problem çözme ve özgüven hariç) güçlü ve anlamlı düzeyde katkı sağladığı söylenebilir. Aşağıda Tablo 4.4'te, bilgi işlemsel düşünme becerisine ilişkin analizler sonucunda elde edilen etki büyüklüğü (η^2) değerleri sunulmaktadır.

Tablo 4.4. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi İçin Etki Büyüklükleri (η^2)

Boyut	t	sd	η^2 (Eta Kare)	Etki Düzeyi
Genel	-4,167	17	,505	Geniş Etki
Algoritma Tasarlama Yeterliğı	-3,859	17	,467	Geniş Etki
Problem Çözme Yeterliğı	-566	17	,018	Küçük Etki
Veri İşleme Yeterliğı	-3,182	17	,373	Geniş Etki
Temel Programlama Yeterliğı	-4,811	17	,576	Geniş Etki
Özgüven Yeterliğı	-1,586	17	,129	Orta Etki

İlişkili örneklem t-testi sonuçlarına ek olarak, elde edilen farkın pratikteki gücünü belirlemek amacıyla etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü için $\eta^2 = \frac{t^2}{t^2 + sd}$ formülü kullanılmıştır (Cohen, 1988). Etki büyüklüğünün yorumlanmasında Cohen'in (1988) önerdiği eşikler (,01 küçük, ,06 orta ve ,14 geniş etki) esas alınmıştır.

Tablo 4.4'e göre bulgular incelendiğinde; Genel puan ($\eta^2=,505$), Algoritma Tasarlama Yeterliğı ($\eta^2=,467$), Veri İşleme Yeterliğı ($\eta^2=,373$) ve Temel Programlama Yeterliğı ($\eta^2=,576$) boyutlarında hesaplanan etki büyüklüklerinin "geniş (büyük) etki" sınırının (,14) oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum, ilgili boyutlarda son test lehine gözlenen artışın, uygulanan STEM etkinliklerinden kaynaklanan çok güçlü bir etkiye işaret ettiğini göstermektedir.

Buna karşın Problem Çözme Yeterliği boyutunda etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2=,018$). Özgüven Yeterliği boyutunda ise etki büyüklüğü orta düzeye yakın olmakla birlikte ($\eta^2=,129$), bu boyutta farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmadığı ($p > ,05$) dikkate alınmalıdır.

4.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliği öncesinde ve sonrasında yapay zeka metaforlarındaki değişim nelerdir?” sorusundan oluşan üçüncü alt problemine yönelik bulgular Tablo 4.5’te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Metafor Belirleme Formuna Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Ön-Test Bulguları

Tema	f	Örnek Alıntılar	İfade Alıntı Örnekleri Açıklama
İnsan benzeri zekâ	9	“Yapay zekâ insan gibidir, çünkü bizimle konuşabiliyor.” (Ö3) “Yapay zekâ insan gibidir, çünkü bilgi öğrenip gelişebilir.” (Ö9)	YZ’yi düşünebilen, konuşabilen, öğrenebilen bir insan/canlı gibi algılama.
Düşünen sistem / Beyin	7	“Yapay zekâ beyin gibidir, çünkü bir beyin gibi çalışır.” (Ö5) “Yapay zekâ beyin gibidir, çünkü neyi ne zaman yapacağını bilir.” (Ö11)	YZ’nin bilgi işleme, yönlendirme ve karar verme işlevine vurgu yapma.
Robot / Makine	6	“Yapay zekâ robot gibidir, çünkü yazdığımız kodları çalıştırır.” (Ö4) “Yapay zekâ robot gibidir, çünkü birbirlerine benzer işler yaparlar.” (Ö12)	YZ’yi fiziksel robot ve mekanik yapılarla özdeşleştirme.
Yardımcı / Hizmet eden	6	“Yapay zekâ yardımcı gibidir, çünkü bize çözüm üretiyor.” (Ö3) “Yapay zekâ asistan gibidir, çünkü sizin istediklerinizi yapar.” (Ö15)	YZ’yi görev yapan, hizmet sağlayan, insana yardımcı bir araç gibi görme.
Programlama / Kodlama mantığı	2	“Yapay zekâ kodlama gibidir, çünkü yapay zekâ kodlardan oluşur.” (Ö1)	YZ’yi komut, algoritma ve kodlama sürecinin ürünü olarak değerlendirme.
Soyut / Olağanüstü nitelikler	2	“Yapay zekâ sihir gibidir, çünkü insanların yapamadığı şeyleri yapar.” (Ö5)	YZ’yi olağanüstü, açıklanması güç veya sihirsel bir güç gibi algılama.
Yol gösterici / Rehber	2	“Yapay zekâ okul gibidir, çünkü bize bir şey öğretir.” (Ö11)	YZ’nin öğrenmeyi yönlendiren ve rehberlik eden rolüne vurgu.
Yaratıcı / Üretken araç	2	“Yapay zekâ Lego gibidir, çünkü istediğimiz yapıları oluşturabiliriz.” (Ö17)	YZ’yi yeni ürünler ve çözümler üretmeye yarayan bir araç olarak görme.
Destek / İlerletici güç	1	“Yapay zekâ bacak gibidir, çünkü insanı ilerletebilir.” (Ö7)	YZ’nin gelişmeyi destekleyen, ilerlemeyi sağlayan güç olduğu inancı.
Yapaylık vurgusu	1	“Yapay zekâ yapay gibidir, çünkü insanlar üretmiştir.” (Ö14)	YZ’nin insan yapımı ve doğal olmayan bir sistem olduğunun farkındalığı.

Tablo 4.5'te ön test verileri incelendiğinde, öğrencilerin yapay zekâ (YZ) kavramını ağırlıklı olarak insan benzeri zekâ ($f = 9$) ve düşünen sistem/beyin ($f = 7$) metaforlarıyla açıkladığı görülmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin yapay zekâyı öncelikle insan zihnine benzer bir yapı olarak algıladıklarını, düşünme, konuşma, karar verme ve öğrenme gibi bilişsel süreçlerle ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Öğrencilerin “insan gibidir”, “konuşabilir”, “öğrenebilir” gibi ifadeler kullanması, YZ'nin insan davranışlarını taklit eden bir varlık olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Bunu takiben robot/makine ($f = 6$) ve yardımcı/hizmet eden ($f = 6$) temalarının da yüksek frekansla ifade edildiği görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin bir kısmının YZ'yi somut, fiziksel bir makine olarak konumlandırırken, diğer bir kısmının YZ'yi görev yapan, komutları yerine getiren ve insanın işini kolaylaştıran bir araç olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Özellikle “yardımcı”, “asistan” ve “hizmet eden” metaforları, öğrencilerin YZ'yi kontrol edilebilir, insana bağlı çalışan bir sistem olarak konumlandığını işaret etmektedir.

Daha düşük frekanslı temalarda öğrencilerin YZ'yi programlama/kodlama mantığı ($f = 2$), soyut/olağanüstü nitelikler ($f = 2$), yol gösterici ($f = 2$) ve yaratıcı/üretken araç ($f = 2$) şeklinde tanımladığı görülmektedir. Bu temalar, öğrencilerin bir kısmının YZ'nin teknik yönüne (kodlama, algoritma), bir kısmının ise soyut veya olağanüstü özelliklerine (sihir, karmaşıklık) odaklandığını göstermektedir. Az sayıdaki öğrenci YZ'yi ürün geliştirme, fikir üretme veya öğrenme süreçlerini yönlendirme açısından değerlendirmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ön test bulguları öğrencilerin yapay zekâ kavramına ilişkin algılarının büyük ölçüde insan zihnine benzetme, mekanikleşmiş sistem algısı ve yardımcı/komutlara dayalı işlevsellik arasında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bu durum, yapay zekânın henüz soyut ve kavramsal bir yapıyı temsil ettiği, öğrencilerin büyük bölümünün YZ'yi insan özellikleriyle özdeşleştirmeye eğilimli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Aşağıda Tablo 4.6'da, metafor belirleme formunun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniği aracılığıyla ön test sürecinde elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Tablo 4.6. Metafor belirleme Formunun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniğinden Elde Edilen Ön-Test Bulguları

Tema	f	Kısa Açıklama	Örnek Çizim Açıklamaları
Robot / insan-robot temsili	7	Yapay zekâ; mekanik gövdeye sahip robot, insansı robot ya da robotik özellikleri olan beden olarak çizilmiştir.	Sophia benzeri konuşan robot (“Merhaba ben Sophia, yapay zeki robotuyum.”) – Ö1; trafik sistemiyle birlikte robot figürü – Ö4; yüzünün yarısı robot, yarısı insan olan figür – Ö12; tablet ve telefonla birlikte “robot” gövdeli çizim – Ö17.
Beyin / yapay beyin	5	Yapay zekâ; bilgi işleyen, teknolojinin merkezi olan bir beyin veya “yapay beyin” olarak gösterilmiştir.	Kafa içinde dişlilerle çizilmiş beyin ve “Yapay zeka bir beyindir.” ifadesi – Ö5; “Yapay zeka teknolojinin beynidir.” yazılı, ekran üzerindeki beyin – Ö9; başının üstü açılmış, içinden mekanik beyin görünen robot figürü – Ö15.
Akıllı cihazlar ve dijital uygulamalar	4	Yapay zekâ; bilgisayar, telefon, tablet, güvenlik sistemi gibi akıllı cihazlar ve uygulamalar üzerinden temsil edilmiştir.	Parmak izi ve yüz tanıma sistemi, yapay zekâ kodlaması yapılan bilgisayar ve sesli komut alan telefonun birlikte çizildiği görsel – Ö2; ekranda yüzü görünen ve komutlara cevap veren bilgisayar – Ö3; planlayıcı/analiz yapan mobil uygulama çizimi – Ö6; bilgisayar karşısında yapay zekâ ile sohbet eden insan – Ö18.
Yapay zekânın insanı dönüştüren / ele geçiren gücü (virüs)	1	Yapay zekâ; insanı etkileyen, yayılıp insan zekâsının yerini almaya çalışan bir “virüs” gibi betimlenmiştir.	“Yapay zeka virüsü kapmış insan.” ifadesiyle, kafasının bir bölümü robotikleşmiş insan çizimi – Ö13.
Yapay zekâ ile dolu gezegen / ortam	1	Yapay zekâ; robotlarla ve yapay zekâlı araçlarla dolu ayrı bir gezegen/yaşam alanı olarak temsil edilmiştir.	“Robotlarla dolu bir gezegen (Kepler 62e)” notuyla, bir yanda robot yapan çocuk, diğer yanda gezegende dolaşan yapay zekâlı araçların yer aldığı çizim – Ö14.

Tablo 4.6’e göre öğrencilerin çizimleri incelendiğinde, yapay zekâya ilişkin görsel metaforların ağırlıklı olarak robotik ve mekanik temsiller üzerinden şekillendiği görülmüştür. En yüksek frekansa sahip tema, yapay zekânın “robot” ya da “insansı robot” biçiminde algılanmasıdır. Bu temada yer alan çizimlerde öğrenciler yapay zekâyı konuşabilen, tepki verebilen, komutları yerine getiren veya insan görünümüne

sahip robot figürleriyle ifade etmişlerdir. Bazı çizimlerde robotlar sade geometrik hatlarla betimlenirken, bazı öğrenciler robot-insan karışımı figürler çizmiştir.

Çizimlerde ikinci olarak öne çıkan tema, yapay zekânın bir beyin ya da “yapay beyin” olarak sembolize edilmesidir. Bu temada yapay zekâ; bilgi işleyen, veriyi analiz eden ve düşünme işlevi gören bir yapı şeklinde sunulmuştur. Çizimlerde insan kafası içinde mekanik dişliler, dijital beyin imgeleri veya doğrudan sinir ağına benzeyen bağlantılar kullanılmıştır.

Bazı öğrenciler yapay zekâyı akıllı cihazlar ve dijital uygulamalar üzerinden ifade etmiştir. Bu temada telefon, tablet, bilgisayar, yüz tanıma ve parmak izi taraması gibi teknolojik araçların merkezde olduğu görülmüştür. Çizimlerde yapay zekâ daha çok cihazlara gömülü bir sistem olarak ele alınmış ve akıllı güvenlik, ses algılama veya komutlara yanıt verme gibi işlevler vurgulanmıştır.

Daha az sayıda öğrencinin çiziminde yapay zekâ, insanı dönüştüren veya ele geçiren bir güç olarak betimlenmiştir. Bu temada yapay zekâ “virüs” benzeri bir etkiyle insanı değiştiren, robotlaştıran veya insan zekâsının yerine geçmeye çalışan bir unsur olarak ifade edilmiştir.

Bir diğer tekil tema ise yapay zekânın robotlarla dolu bir gezegen veya ortam olarak resmedilmesidir. Bu çizimlerde yapay zekâ, günlük yaşamın ve mekanik araçların hâkim olduğu farklı bir dünya ya da ileri teknoloji toplumu şeklinde sembolize edilmiştir.

Genel olarak çizimlere ilişkin bulgular, öğrencilerin yapay zekâyı ön test aşamasında büyük ölçüde fiziksel, somut ve mekanik bir yapı olarak algıladıklarını; robotlar, makineler, dijital cihazlar ve beyin-temelli görsellerle ifade ettiklerini göstermektedir. Çizimlerde yapay zekânın işlevsel yönünden çok, görünür ve tanınabilir teknolojik bileşenleri ön plana çıkmıştır.

Aşağıda Şekil. 4.1’de öğrencilerin çizdiği ön test bulgularına ait örnek görseller sıralı olarak yer almaktadır.



Şekil 4.1. Ö1, Ö5, Ö13 ve Ö15'in Çizme-Yazma Tekniğine Ait Örnek Resimleri

Metafor Belirleme Formuna öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen son test bulguları Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Metafor Belirleme Formuna Verdikleri Cevaplardan Elde Edilen Son-Test Bulguları

Kavram	f	İfade Alıntı Örnekleri	Açıklama
Bilgi kaynağı / öğrenme ortamı	13	"Yapay zekâ kütüphane gibidir. Çünkü içinde tüm bilgiler bulunur." (Ö9) "Yapay zekâ deniz gibidir. Sonsuz gibi görünen bir bilgi okyanusu. Ama derinlere indikçe bilinmeyen yerler ortaya çıkar." (Ö5)	YZ'yi çok miktarda bilgiye erişim sağlayan, derinleştikçe yeni bilgiler sunan bir bilgi deposu veya öğrenme ortamı olarak görme.

Tablo 4.7. (Devamı)

İnsan benzeri / sosyal varlık	10	“Yapay zekâ bir insan gibidir. Çünkü gelen yeni teknolojileriyle yapay zekanın insandan farkı yok.” (Ö16) “Yapay zekâ arkadaş gibidir. Yanımızda biri varmış gibi hissettirir.” (Ö11)	YZ’yi insan gibi düşünen, konuşan, ilişki kurulabilen, sosyal bir varlık veya rol (arkadaş, öğrenci, profesör, patron, asistan vb.) üzerinden tanımlama.
Beyin / zihinsel sistem	6	“Yapay zekâ beyin gibidir. Bilgi toplar, kaydeder ve anlatır.” (Ö5) “Yapay zekâ ikinci beyin gibidir, oradan fikir alırız.” (Ö8)	YZ’yi bilgiyi işleyen, depolayan, hatırlayan ve düşünme süreçlerini yürüten bir zihinsel sistem gibi algılama.
Öğretici / rehberlik	6	“Yapay zekâ öğretmen gibidir. Bize birçok şey öğretir.” (Ö12) “Yapay zekâ ışık gibidir. Çünkü yolumuzu aydınlatır.” (Ö9)	YZ’yi öğrenme sürecini destekleyen, yol gösteren, açıklayan ve rehberlik eden bir yapı olarak görme.
Üretken / işlevsel araç	13	“Yapay zekâ kalem gibidir. Çünkü kontrol senin elindedir. Ve bu kontrolü kaybedersen başına bela olur.” (Ö7) “Yapay zekâ tekerlek gibidir, çünkü insanlığa çok fazla kolaylık kazandırır.” (Ö17)	YZ’yi yazma, üretme, inşa etme, işleri kolaylaştırma ve günlük yaşamda işlevsel bir araç olma yönüyle değerlendirme.
Robot / makine	2	“Yapay zekâ robot gibidir. Çünkü ikisi de beyinle ve kodla çalışır.” (Ö1)	YZ’yi daha çok fiziksel bir robot imgesi ve makine temelli çalışma mantığı üzerinden tanımlama.
Gizemli / olağanüstü özellik	1	“Yapay zekâ sihirbaz gibidir. Doğru kullanıldığında harikalar yaratır. Ama anlamayanlar için çok gizemlidir.” (Ö5)	YZ’yi olağanüstü, tam olarak anlaşılamayan ve kullanıcıya göre “sihirli” görünen bir güç olarak algılama.
Kontrol / etik kapı	1	“Yapay zekâ kapı gibidir. İyiliğe de açılır, kötülüğe de.” (Ö7)	YZ’nin kullanımına bağlı olarak hem olumlu hem olumsuz sonuçlara yol açabilecek, etik boyutu olan bir kapı olarak görülmesi.

Tablo 4.7 incelendiğinde, son testte öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin metaforik algılarının oldukça çeşitlendiği ve tematik olarak genişlediği görülmüştür. Öğrenciler yapay zekâyı en yüksek frekansla “bilgi kaynağı / öğrenme ortamı” teması kapsamında tanımlamıştır. “Kütüphane, kitap, ansiklopedi, bilgi, deniz, uzay, dünya” gibi metaforlar öğrencilerin yapay zekâyı büyük bir bilgi deposu, bilgiye erişim sağlayan bir kaynak veya keşfedildikçe derinleşen bir yapı olarak gördüklerini göstermektedir.

Bu temada yer alan ifadelerde yapay zekânın bilgi toplama, öğrenme, saklama ve sunma işlevleri vurgulanmaktadır.

Bununla birlikte öğrencilerin önemli bir kısmının yapay zekâyı “insan benzeri / sosyal varlık” temasıyla tanımladığı görülmektedir. “İnsan, arkadaş, dost, öğrenci, profesör, patron, asistan” gibi metaforlar, yapay zekânın insanlar gibi düşünebilen, konuşabilen, ilişki kurulabilen bir varlık olarak algılandığını göstermektedir. Bu görüşler, yapay zekânın sosyal bir etkileşim partneri şeklinde değerlendirildiğine işaret etmektedir. Bazı öğrencilerin yapay zekâyı “arkadaş” veya “asistan” olarak konumlandırması, yapay zekanın günlük yaşamda eşlik eden, yardımcı olan veya fikir veren bir destek unsuru olarak görüldüğünü göstermektedir.

Son test bulgularında dikkat çeken bir diğer tema “beyin / zihinsel sistem” temasıdır. Öğrenciler yapay zekâyı “beyin”, “ikinci beyin” veya “zihinsel süreç yürüten bir yapı” olarak nitelendirmiş; düşünme, öğrenme, hatırlama, analiz etme gibi bilişsel süreçler üzerinden açıklamıştır. Bu metaforlar, yapay zekânın zihinsel kapasite, bilgi işleme hızı ve karar verme becerileriyle ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır.

Bir diğer önemli tema ise “öğretici / rehberlik eden yapı” dır. Öğrencilerin “öğretmen”, “rehber” ve “ışık” metaforlarını kullanmaları, yapay zekâyı öğrenmeyi destekleyen, yönlendiren, açıklayan ve yol gösteren bir araç olarak algıladıklarını göstermektedir. Bu temada yapay zekânın öğretme, açıklama, hatırlatma ve yönlendirme işlevleri ön plana çıkmıştır.

Bunlara ek olarak öğrenciler yapay zekâyı “üretken / işlevsel araç” olarak tanımlayan çeşitli metaforlar üretmiştir. “Kalem, defter, bilgisayar, araç, tekerlek, tuğla, boya kalemleri” gibi metaforlar, yapay zekânın üretme, yazma, organize etme, kolaylaştırma ve yapı kurma işlevleri üzerinden değerlendirilmesini sağlamıştır. Bu tema, öğrencilerin yapay zekâyı günlük hayatı kolaylaştıran ve çeşitli görevleri yerine getiren pratik bir araç olarak gördüklerini göstermektedir.

Daha az sayıda öğrenci yapay zekâyı “robot / makine” metaforu ile açıklamıştır. Bu görüşlerde yapay zekâ, komutlarla çalışan, mekanik işleyiş gösteren ve kodlarla kontrol edilen bir sistem olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu temanın son testte görece daha sınırlı kaldığı; öğrencilerin yapay zekâyı yalnızca fiziksel bir robot olarak

değil, daha soyut ve işlevsel bir teknoloji olarak değerlendirmeye başladığı görülmektedir.

Son olarak, tekil metaforların yer aldığı “gizemli/olağanüstü” ve “etik/ikili kapı” temaları da dikkat çekmektedir. “Sihirbaz” metaforu yapay zekânın karmaşık ve anlaşılması güç yönlerine işaret ederken, “kapı” metaforu yapay zekânın hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurabilen bir teknoloji olarak algılandığını göstermektedir. Genel olarak son test bulguları, öğrencilerin yapay zekâyı daha çok bilgi sağlayan, öğrenmeyi destekleyen, öğreten, yönlendiren ve günlük yaşamda işlevsel bir araç olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Metaforlar, yapay zekâ algısının farklı boyutlarını yansıtan zengin bir tematik çeşitlilik ortaya koymuştur. Aşağıda çizme-yazma tekniğinden elde edilen son test bulguları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Metafor belirleme Formunun bir bileşeni olan Çizme-Yazma Tekniğinden Elde Edilen Son Test Bulguları

Tema	f	Kısa Açıklama	Örnek Çizim Açıklamaları (Öğrenci Kodu)
Beyin / Yapay beyin ve hibrit zihin	7	Yapay zekâ; insan beynine benzeyen veya beyinle bütünleşmiş dijital sistem olarak sunulmuştur. Çizimlerde devre, kablo, çip, ikili kod, hibrit kafa gibi öğeler öne çıkar.	AI logolu kamera + beyin – Ö2 ; devre desenli mavi kafa – Ö5 ; yarı insan yarı robot kafa – Ö4 ; “beyin & ChatGPT” iki bölmeli kafa – Ö8 ; düşünce balonunda bilgisayar ekranı – Ö10 ; ikili kodlarla çevrili beyin – Ö14 ; robotik göz + açılmış beyin – Ö15
Robotlar ve robotik varlıklar	5	Yapay zekâ; fiziksel robot yüzü, gövdesi, antenli başlıklar, robotik kol/bacak ve akıllı araçlar şeklinde somut mekanik varlık olarak çizilmiştir.	Tarayıcı gözlü robot – Ö1 ; robotik kolu olan çocuk – Ö9 ; kare gövdeli robot yüz – Ö12 ; antenli robot adam – Ö13 ; uçan araç (YZ kontrollü) – Ö17
Yapay zekânın iyi-kötü yönleri, güvenlik ve etik ikiliği	4	Yapay zekâ; yararlı/zararlı, güvenli/tehlikeli ikilemi içinde ele alınmış, öğrenciler YZ’nin risk ve fayda dengesine dikkat çekmiştir.	“SIFIR TEHLİKE” robot evcil hayvanlar – Ö6 ; “iyi-kötü” AI karakteri (assistant vs. skull ekranlı bilgisayar) – Ö7 ; insanın yarı robotlaşması, kontrol kaybı teması – Ö11 ; yüksek voltajlı robot sistemi – Ö16
Akıllı cihazlar ve YZ ile iletişim	2	Yapay zekâ; telefon, bilgisayar, tablet üzerinden çalışan dijital asistan olarak yorumlanmış; insanlar-YZ iletişimi vurgulanmıştır.	Gemini – Google ekranı ve çoklu cihazlar – Ö3 ; telefonla yapay zekâyla iletişim kuran insanlar – Ö18

Tablo 4.8'e göre, Son testte elde edilen çizimler incelendiğinde öğrencilerin yapay zekâyı ağırlıklı olarak beyin temsili, robotik yapılar, iyi-kötü ikiliği bağlamındaki güç/güvenlik algısı ve akıllı cihazlar üzerinden iletişim kurulan dijital bir sistem olarak kavramsallaştırdıkları görülmüştür.

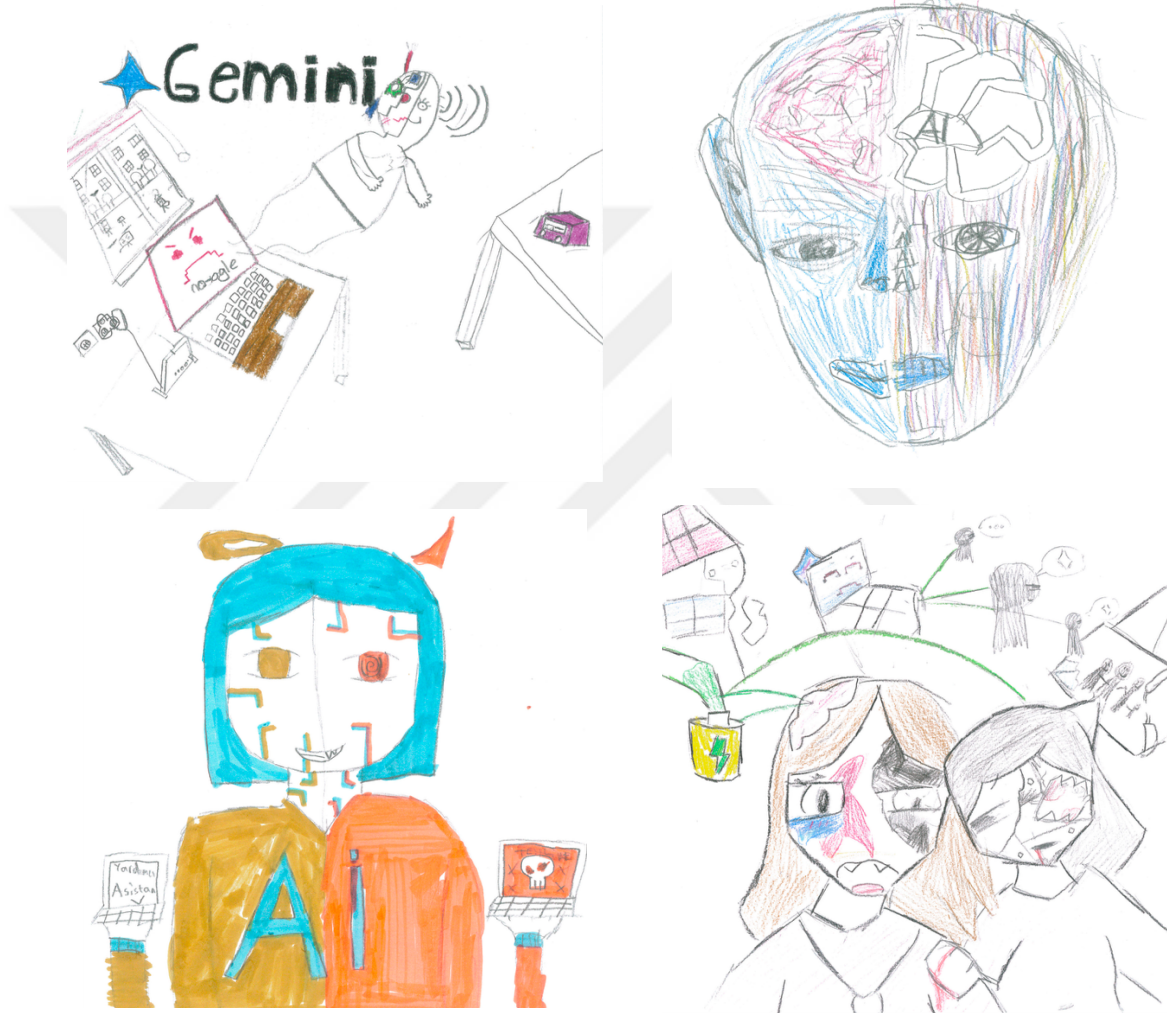
En yüksek frekansa sahip tema “beyin/yapay beyin ve hibrit zihin” olmuştur ($f=7$). Öğrenciler yapay zekâyı insan zihniyle bütünleşen veya zihni dijital olarak temsil eden yapılarla ilişkilendirmiş; çizimlerde devre yolları, çipler, kablolar, yapay beyin alanları ve ikili kod halkaları ön plana çıkmıştır. Bu temadaki çizimler, yapay zekânın bilgi işleme kapasitesine ve zihinsel süreçleri taklit eden bir yapı olduğuna dair algının güçlendiğini göstermektedir.

İkinci sırada yer alan robotlar ve robotik varlıklar teması ($f=5$), öğrencilerin yapay zekâyı somut bir robot formunda betimlemeye devam ettiklerini ortaya koymaktadır. Bu çizimlerde antenli robotlar, tarayıcı gözler, mekanik kollar ve robotik araçlar gibi unsurlar dikkat çekmiş; yapay zekâ çoğunlukla fiziksel bir varlık olarak ifade edilmiştir. Bazı çizimlerde robotik kol veya kafa gibi insan-robot kombinasyonları da yer almıştır.

Üçüncü tema olarak yapay zekânın iyi-kötü yönleri ve güvenlik boyutu öne çıkmıştır ($f=4$). Bu çizimlerde öğrenciler yapay zekânın hem yardımcı hem de tehlike potansiyeli taşıyan bir yapı olduğunu vurgulamışlardır. Bir elinde “asistan”, diğer elinde tehlike sembolü ekran taşıyan iki yüzlü yapay zekâ figürü, “sıfır tehlike” ibaresiyle sunulan robot evcil hayvanlar ve yüksek voltaj uyarıları içeren robot çizimleri bu temayı desteklemektedir. Bu durum, öğrencilerin yapay zekâya ilişkin algılarının yalnızca fayda odaklı değil, kontrol, güvenlik ve etik konularını da kapsadığını göstermektedir.

Dördüncü sırada ise akıllı cihazlar ve insan-YZ iletişimi teması yer almıştır ($f=2$). Bu temada yapay zekâ; telefon, bilgisayar ve dijital platformlar üzerinden iletişim kurulan bir yardımcı olarak resmedilmiştir. Öğrenciler, dijital arayüzler (Gemini, Google vb.) ve telefonla yapay zekâ ile konuşan insan figürlerine yer vererek yapay zekâyı etkileşimli bir bilgi kaynağı olarak algılamışlardır.

Genel olarak son test çizimleri, öğrencilerin yapay zekâya ilişkin zihinsel temsillerinin çeşitlendiğini ve belirginleştiğini göstermektedir. Öğrenciler yapay zekâyı yalnızca bir robot olarak değil, aynı zamanda beyin temelli bilgi işleyen bir sistem, günlük yaşamda kullanılan dijital bir araç ve olumlu/olumsuz yönleri olan güçlü bir teknoloji şeklinde kavramsallaştırmışlardır. Aşağıda dört öğrencinin son testlerinde yapay zeka algılarına yönelik çizmiş oldukları görseller Şekil 4.2’de yer almaktadır.



Şekil 4.2. Ö3, Ö4, Ö7 ve Ö11’in Çizme-Yazma Tekniğine Ait Örnek Resimleri

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın “Özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin blok kodlama ile makine öğrenmesi uygulamalarına dayalı STEM etkinliği ile ilgili görüşleri nelerdir?”

sorusundan oluşan dördüncü alt problemine yönelik bulgular Tablo 4.9’de sunulmuştur.

Tablo 4.9. STEM Tabanlı Yapay Zekâ Uygulamaları Sürecine İlişkin Öğrenci Görüşlerinin Analizi

Tema	Kod	Örnek Öğrenci Alıntısı	Öğrenciler	F
Öğrenmeye Katkı / Bilişsel Kazanım	Eğitici – Öğretici	“Bence güzel, eğitici ve öğretici.” (Ö2)	Ö2, Ö3, Ö5, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16	10
	Bakış açısı geliştirme	“Uygulamalar bana yapay zekâ hakkında fikir verdi ve beni meraklandırdı.” (Ö3)	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö15, Ö16	6
	STEM farkındalığı	“Bize çok katkısı oldu çünkü STEM’i öğrendik.” (Ö9)	Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10	5
	Kodlama becerisi	“Yüz tanıma ile giriş eğlenceliydi, kodları fotoğrafla kullanmak güzeldi.” (Ö3)	Ö3, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14	5
Duygusal Deneyim / İlgi – Motivasyon	Eğlenceli	“Çok eğlenceliydi. Tekrar yapmak isterim.” (Ö14)	Ö1, Ö3, Ö7, Ö8, Ö14, Ö16, Ö18	7
	İlgi çekici	“Uğraşınca başarmak hoşuma gitti.” (Ö3)	Ö3, Ö5, Ö7, Ö10	4
	Zorlayıcı ama olumlu	“Zorlandım ama sevdim.” (Ö8)	Ö4, Ö5, Ö8, Ö17	4
	Sıkıcı	“Bazı etkinliklerde zorlandım o yüzden sıkıcıydı.” (Ö4)	Ö4, Ö5	2
Zorluklar ve Öğrenme Engelleri	Türk Büyükleri etkinliği zor	“Beş Türk büyüünü yaparken hataları düzeltmek için çok uğraştım.” (Ö3)	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18	11
	Yüz tanıma zor	“Yüz tanıma çünkü tek tek yüzümüzü kodladık.” (Ö4)	Ö2, Ö4, Ö7, Ö15	4
	Kodların karmaşıklığı	“Kodlar çok zor ve yorucuydu.” (Ö13)	Ö13	1
	Hiç zorlanmadım	“Hiçbirinde zorlanmadım.” (Ö8)	Ö8, Ö10	2

Tablo 4.9. (Devamı)

En Sevilen Etkinlikler	Yüz tanıma / yüz ile giriş	“Yüz tanıma çok güzel ve eğlenceliydi.” (Ö7)	Ö2, Ö3, Ö7, Ö17	4
	El hareketleri ile çalışan robot	“Robotu kendimiz oynatıyoruz, o yüzden çok eğlenceli.” (Ö4)	Ö4, Ö5, Ö16	3
	Duygulara göre çalışan robot / LED	“Duygularımıza göre çalışan robotu sevdim.” (Ö12)	Ö1, Ö2, Ö12	3
	Taş-kağıt-makas oyunu	“Taş kağıt makas eğlenceliydi.” (Ö11)	Ö6, Ö11, Ö13	3
	Türk büyükleri uygulaması	“İlgimi çekti, uğraşınca başarmak hoşuma gitti.” (Ö3)	Ö3, Ö8, Ö14	3
	Ülkeler ve bayraklar	“Bayrakları tanıtmak zor olsa da eğlenceliydi.” (Ö9)	Ö9, Ö10, Ö15	3
STEM’in Diğer Derslere Aktarımı	Hepsi	“Hepsini sevdim çünkü bilişim dersini seviyorum.” (Ö18)	Ö18	1
	Fen	“Fen alanında kullanmak isterim çünkü feni seviyorum.” (Ö5)	Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö10, Ö14, Ö15, Ö16	8
	Matematik	“Matematikte yüz tanımayı da yapmak isterim.” (Ö3)	Ö1, Ö3, Ö4, Ö8	4
	Biyoloji – Fizik – Kimya	“Fen, biyoloji, fizik ve kimya alanında isterim.” (Ö2)	Ö2, Ö10	2
	Resim	“Resim çünkü ilgimi çekiyor.” (Ö11)	Ö11, Ö15	2
	Sosyal bilgiler	“Evet, sosyal bilgilerde.” (Ö18)	Ö18	1
	Hayır – zor	“Hayır, çünkü çok zor.” (Ö13)	Ö13, Ö17	2
	Sayısal dersler	"Sayısal derslerde"	Ö7	1
Geleceğe Yönelik Tutum / Mesleki Yönelim	Tüm derslerde	"tüm derslerde. Çünkü faydalı"	Ö9, Ö12	2
	Uzmanlaşmak isterim	“Bu konu hoşuma gitti, mühendis olursam işime yarar.” (Ö3)	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17	12
	istemem	"hayır hedefim bu değil ama yapay zeka hayatımızın her alanında olacak." (Ö11)	Ö6, Ö7, Ö11, Ö18	4
	Kısmen isterim	“Çok detaya girmeden öğrenmek isterim.” (Ö1)	Ö1, Ö6, Ö18	3

Tablo 4.9’da öğrencilerin STEM tabanlı yapay zekâ uygulamalarına ilişkin açık uçlu anket maddelerine verdikleri yazılı yanıtlar, içerik analizi basamakları izlenerek çözümlenmiştir. Önce her soru için tüm öğrenci ifadeleri defalarca okunmuş, anlamlı ifadeler altı çizilerek veri seti parçalara ayrılmıştır. Daha sonra birbirine benzer anlam taşıyan ifadeler için kodlar oluşturulmuş, bu kodlar tekrar eden biçimde tüm veri setine uygulanmıştır. Kodların birbiriyle ilişkisi ve içerdiği anlamlar doğrultusunda üst düzey temalar belirlenmiş; her bir kodun kaç öğrenci tarafından ifade edildiği sayılarak frekans sütununa işlenmiştir. Temaları temsil gücü yüksek doğrudan alıntılardan örnekler de tabloya eklenmiştir. Böylece öğrencilerin yazılı yanıtları, içerik analizi yoluyla sistematik biçimde sınıflandırılmış ve öne çıkan eğilimler sayısal göstergelerle desteklenmiştir.

Analiz sonucunda ortaya çıkan ilk tema, öğrencilerin uygulamaları “öğrenmeye katkı/bilişsel kazanım” açısından nasıl gördüklerini göstermektedir. Bu tema altında en sık karşılaşılan kod “eğitici-öğretici”dir (f=10). “Bence güzel, eğitici ve öğretici.” (Ö2) ifadesi, etkinliklerin öğrenciler tarafından yalnızca vakit geçirme aracı değil, yeni bilgi ve beceri kazandıran bir öğrenme süreci olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Aynı tema altında yer alan “bakış açısı geliştirme” kodu (f=6), yapay zekâ ve makine öğrenimi kavramlarının öğrencilerin zihninde yeni çağrışımlar oluşturduğunu ve merak duygusunu artırdığını göstermektedir; “Uygulamalar bana yapay zekâ hakkında fikir verdi ve beni meraklandırdı.” (Ö3) ifadesi bu durumu somutlaştırır. “STEM farkındalığı” (f=5) kodu, bazı öğrencilerin süreçte STEM kavramı ile ilk kez tanıştığını veya kavrayışını derinleştirdiğini; “kodlama becerisi” kodu (f=5) ise özellikle görsel tanıma gibi uygulamalar sayesinde kod bloklarının daha anlamlı hâle geldiğini göstermektedir.

Bir başka önemli tema, öğrencilerin duygusal deneyimlerini ve motivasyon düzeylerini yansıtan “duygusal deneyim / ilgi-motivasyon” temasıdır. İçerik analizi sonucunda, öğrencilerin önemli bir bölümünün etkinlikleri “eğlenceli” (f=7) olarak nitelendirdiği görülmektedir. “Çok eğlenceliydi. Tekrar yapmak isterim.” (Ö14) ifadesi, sürecin öğrencilerde olumlu duygular uyandırdığını ve tekrar etme isteği doğurduğunu göstermektedir. “İlgi çekici” kodu (f=4) altında toplanan ifadeler,

uğraşıp başardıkça motivasyonun arttığını ortaya koyar; “Uğraşınca başarmak hoşuma gitti.” (Ö3) buna örnektir. Öte yandan bazı öğrenciler uygulamaları “zorlayıcı ama olumlu” (f=4) ya da “sıkıcı” (f=2) olarak tanımlamıştır. “Zorlandım ama sevdim.” (Ö8) ve “Bazı etkinliklerde zorlandım o yüzden sıkıcıydı.” (Ö4) gibi ifadeler, zorluk düzeyinin bir grup öğrenci için geliştirici, bir grup için ise motivasyonu düşürücü olabildiğini; dolayısıyla etkinliklerin farklı hazırbulunuşluk düzeylerine göre uyarlanması önemli olduğunu düşündürmektedir.

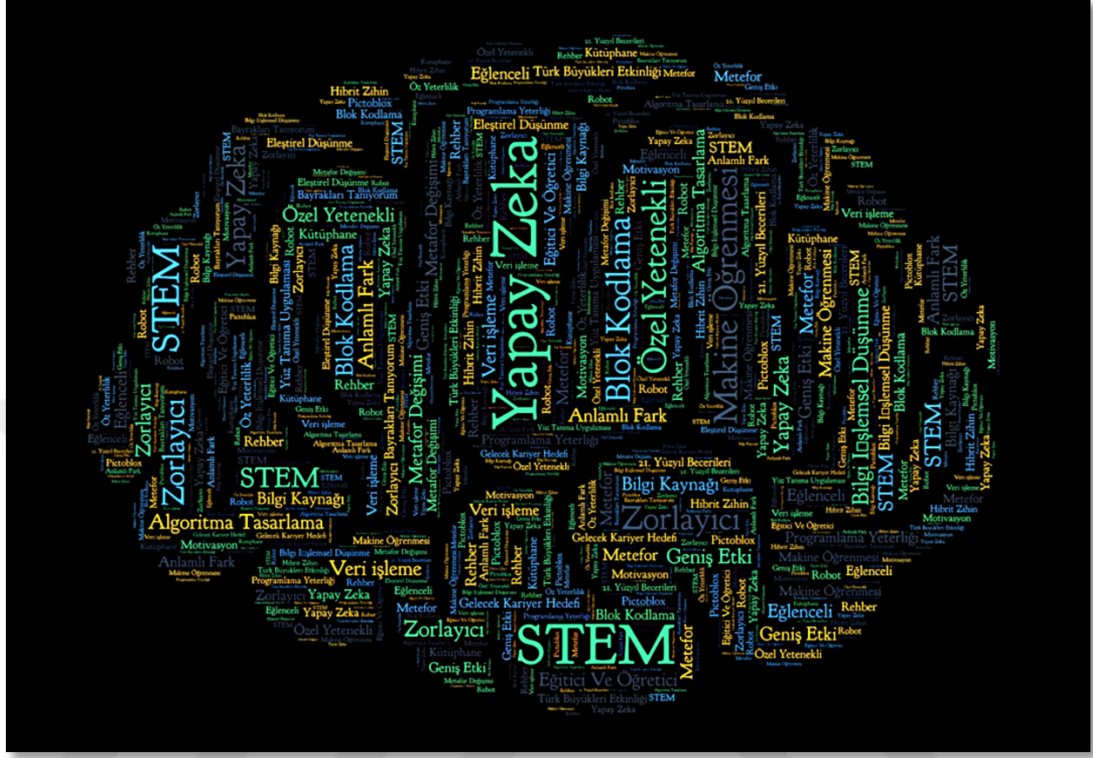
“Zorluklar ve öğrenme engelleri” teması, öğrencilerin hangi etkinliklerde daha çok zorlandığını ortaya koymaktadır. İçerik analizi, özellikle “Türk Büyükleri” etkinliğinin birçok öğrenci için güçlük kaynağı olduğunu göstermiştir (f=11). “Beş Türk büyüğünü yaparken hataları düzeltmek için çok uğraştım.” (Ö3) ve “Resmi tanımadı.” (Ö11) gibi alıntılar, görsel tanıma, resimlerin sisteme tanıtılması ve hata ayıklama süreçlerinin öğrenciler açısından karmaşık algılandığını göstermektedir. “Yüz tanıma zor” kodu (f=4), tek tek yüz verilerinin sisteme tanıtılmasının zahmetli bulunduğunu ortaya koyarken, “kodların karmaşıklığı” (f=1) kodu, özellikle bazı projelerde kod satırlarının yoğunluğunun öğrencileri zorladığını düşündürmektedir. Buna karşılık, “Hiç zorlanmadım.” diyen öğrenciler (f=2), aynı etkinliklerin farklı öğrencilerde oldukça farklı bir zorluk algısı oluşturabildiğini; bireysel farklılıkların belirgin olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin en çok sevdikleri etkinlikler “en sevilen etkinlikler” teması altında toplanmıştır. Veriler, tercihlerin belirli uygulamalarda yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. “Yüz tanıma / yüz ile giriş” (f=4) kodu, “Yüz tanıma çok güzel ve eğlenceliydi.” (Ö7) ifadesiyle temsil edilir; burada öğrencilerin kendi yüzlerini sisteme tanıtması ve bunun kodlarla ilişkilendirilmesi süreci hem kişiselleştirmekte hem de somutlaştırmaktadır. “El hareketleri ile çalışan robot” (f=3), “duygulara göre çalışan robot/LED” (f=3), “taş-kağıt-makas oyunu” (f=3), “Türk Büyükleri uygulaması” (f=3) ve “ülkeler ve bayraklar” (f=3) kodları, öğrencilerin hem oyunlaştırılmış hem de ders içeriğiyle bağlantılı uygulamalardan hoşlandıklarını göstermektedir. Bazı öğrencilerin “hepsi” ifadesini kullanması (Ö18), bilişim temelli bu etkinliklerin bütününe yönelik genel bir olumlu tutum olduğunu göstermektedir.

“STEM’in diğer derslere aktarımı” teması, öğrencilerin bu tür etkinlikleri farklı derslerle ilişkilendirme potansiyelini ortaya koymaktadır. İçerik analizi, en çok fen dersinin öne çıktığını göstermektedir (f=8). “Fen alanında kullanmak isterim çünkü feni seviyorum.” (Ö5) ifadesi, fen bilimlerinin deney ve gözleme dayalı yapısının yapay zekâ uygulamalarıyla uyumlu algılandığını düşündürür. Matematik dersi de öğrencilerin görmek istediği alanlardan biridir (f=4); “Matematikte yüz tanımayı da yapmak isterim.” (Ö3) ifadesi, matematiksel kavramların teknoloji destekli projelerle somutlaştırılabileceğine dair bir beklentiye işaret eder. Daha sınırlı oranda da olsa biyoloji-fizik-kimya (f=2), resim (f=2) ve sosyal bilgiler (f=1) dersleri de olası kullanım alanları olarak dile getirilmiştir. Bunun yanında bazı öğrenciler, “Hayır, çünkü çok zor.” (Ö13) ya da “istemem zorlayıcı” türünden ifadelerle bu tür uygulamaları diğer derslerde görmek istemediklerini belirtirken; “sayısal dersler” (Ö7) veya “tüm derslerde, çünkü faydalı.” (Ö9, Ö12) diyen öğrenciler de vardır. Bu dağılım, çoğunluğun disiplinler arası kullanım fikrine olumlu baktığını fakat herkes için aynı düzeyde istek ve hazır bulunuşluktan söz edilemeyeceğini göstermektedir.

Son tema olan “geleceğe yönelik tutum/mesleki yönelim” ise, öğrencilerin yapay zekâ ve makine öğrenimi alanında ilerleme isteklerini yansıtmaktadır. En yüksek frekansa sahip kod “uzmanlaşmak isterim”dir (f=12). “Bu konu hoşuma gitti, mühendis olursam işime yarar.” (Ö3) gibi ifadeler, öğrencilerin yapay zekâyı geleceğin meslekleriyle ilişkilendirdiklerini ve bu alanda kendilerini geliştirmeye istekli olduklarını göstermektedir. Buna karşın “istemem” kodu (f=4) altında toplanan öğrenciler, kariyer hedeflerinin farklı olduğunu belirtmekle birlikte “yapay zekâ hayatımızın her alanında olacak” diyerek bu teknolojinin önemini kabul etmektedir. “Kısmen isterim” kodu (f=3) altında yer alan “Çok detaya girmeden öğrenmek isterim.” (Ö1) gibi ifadeler ise, bazı öğrencilerin temel düzeyde bilgi sahibi olmayı yeterli gördüğünü ve uzmanlaşma isteğinin bireysel ilgi, meslek hedefi ve algılanan zorluk düzeyine göre değiştiğini göstermektedir. Genel olarak tablo, içerik analizi sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun STEM tabanlı yapay zekâ etkinliklerini hem öğretici hem de eğlenceli bulduğunu; bu etkinliklerin çeşitli zorluklar içerse de farklı derslere ve gelecekteki mesleki hedeflere taşınabilecek önemli bir öğrenme deneyimi olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. Aşağıda Şekil 4.3’ te etkinlikler

sonucunda elde edilen bulgulardan oluşturulan kelime bulutuna ait görsel yer almaktadır.



Şekil 4.3. Yapay Zekâ ve STEM Odaklı Etkinliklerden Elde Edilen Kodların Kelime Bulutu Görselleştirmesi

Şekil 4.3'te, araştırma kapsamında elde edilen nicel (ölçekler) ve nitel (metaforlar, çizimler ve öğrenci görüşleri) verilerin tamamı analiz edilerek, ortaya çıkan temel kavramların frekanslarına ve etki düzeylerine göre ağırlıklandırıldığı bir kelime bulutu oluşturulmuştur. Bu görsel, çalışmanın odak noktalarını ve en belirgin çıktılarını bütüncül bir şekilde yansıtmaktadır.

Kelime bulutu incelendiğinde, merkezde en büyük puntolarla yer alan "Yapay Zeka", "STEM" ve "Özel Yetenekli" ifadeleri, araştırmanın ana bağlamını ve hedef kitlesini oluşturmaktadır. Çalışmanın tüm süreçleri bu üç temel eksen üzerinde şekillenmiştir. Bu temel kavramları takip eden ve görselde oldukça baskın olan "Bilgi İşlemsel Düşünme", "Algoritma Tasarlama", "Veri İşleme" ve "Programlama Yeterliği" ifadeleri, araştırmanın en güçlü nicel bulgularına işaret etmektedir. İlgili t-testi sonuçlarında (Tablo 4.3 ve 4.4) bu beceri alanlarında tespit edilen istatistiksel olarak

"Anlamlı Fark" ve hesaplanan "Geniş Etki", bu kavramların bulutta ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bu durum, uygulanan etkinliklerin öğrencilerin teknik ve bilişsel becerilerine doğrudan ve güçlü bir katkı sağladığını göstermektedir.

Nitel bulgular açısından bakıldığında; öğrencilerin etkinlik sürecine dair deneyimlerini en sık "Eğitici ve Öğretici" ve "Eğlenceli" kelimeleriyle ifade etmeleri, sürecin duyuşsal açıdan olumlu geçtiğini göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin yapay zeka algısındaki "Metafor Değişimi" görselde net bir şekilde izlenebilmektedir. Süreç başında baskın olan ve daha somut/mekanik bir algıyı temsil eden "Robot" kelimesi daha küçük bir yer kaplarken; süreç sonunda gelişen daha derinlikli algıları temsil eden "Beyin Temsili", "Bilgi Kaynağı" ve "Rehber" gibi kavramların daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Buna karşılık, yapılan analizlerde kısa vadede istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin saptanmadığı "21. Yüzyıl Becerileri" (Tablo 4.1) ve etki büyüklüğü daha düşük kalan "Öz Yeterlilik" (Problem Çözme/Özgüven) gibi kavramlar, bulutta daha geri planda ve küçük puntolarla yer alarak araştırma bulgularıyla tutarlılık göstermiştir.

Sonuç olarak bu kelime bulutu; blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin, özel yetenekli öğrencilerin özellikle bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde "geniş etki" yarattığını, yapay zeka algılarını "robottan beyne" doğru dönüştürdüğünü ve sürecin öğrenciler tarafından "eğitici ve eğlenceli" bir deneyim olarak algılandığını özetleyen görsel bir kanıt niteliğindedir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterliklerini, bilgi işlemsel düşünme becerisine ilişkin öz yeterlik algılarını ve yapay zekâ kavramına yönelik metaforik algılarını inceleyen bulgular ile, blok kodlama ve makine öğrenmesine dayalı STEM etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşlerinden elde edilen sonuçları da kapsayacak biçimde; araştırma soruları doğrultusunda literatürle ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

5.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt problemine dayalı olarak (blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin 21. yüzyıl becerileri yeterliliklerine etkisi) yapılan analizler sonucunda, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma olmadığı görülmüştür. Elde edilen aritmetik ortalamalar incelendiğinde, öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında 21. yüzyıl becerilerine yönelik yeterlik algılarının benzer düzeyde seyrettiği ve puanların kararlılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin iletişim, iş birliği, eleştirel düşünme ve liderlik gibi becerilerde halihazırda yüksek bir farkındalık düzeyine sahip olduklarını; dolayısıyla nicel düzeyde anlamlı bir değişimin ortaya çıkmasının çeşitli ölçme ve başlangıç düzeyi faktörleriyle sınırlanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Literatürde STEM eğitiminin, öğrencilerin karmaşık problemler üzerinde iş birliği yapmasını ve disiplinler arası bağlantılar kurmasını sağlayarak 21. yüzyıl becerilerini desteklediği vurgulanmaktadır (Schweingruber ve ark., 2014; Becker ve Park, 2011). Ancak bu çalışmada anlamlı bir artışın gözlenememesi, özellikle “tavan etkisi” (ceiling effect) ile açıklanabilir. Araştırma grubunu oluşturan özel yetenekli öğrencilerin ön test puan ortalamalarının ($\bar{X}=133,61$) ölçekten alınabilecek maksimum

puanlara oldukça yakın olduğu görülmüştür. Subotnik vd. (2011), özel yetenekli öğrencilerin teknoloji kullanımı, bilgi okuryazarlığı ve problem çözme gibi alanlarda yaşlılarına kıyasla başlangıç düzeylerinin zaten ileri seviyede olduğunu belirtmektedir. Başlangıçtaki bu yüksek yeterlik algısı, son testte puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde yükselmesini sınırlamış olabilir.

Bununla birlikte, 21. yüzyıl becerilerinin doğası gereği; iletişim, liderlik ve sorumluluk gibi sosyal-duyuşsal boyutların, bütüncül ve çok boyutlu öğrenme yaşantılarıyla desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. (Trilling ve Fadel, 2009). Sosyal-duyuşsal becerilerdeki ölçülebilir gelişimin, uygulama niteliği, öğrenme ortamının sürekliliği ve değerlendirme yaklaşımı gibi değişkenlerle ilişkili olduğu literatürde sıkça rapor edilmektedir. Nitekim okul temelli sosyal-duygusal öğrenme müdahalelerini inceleyen meta-analizler, etkilerin uygulama kalitesi ve süreklilikle birlikte güçlendiğini, kısa vadeli ölçümlerden ziyade izleme ölçümlerinde daha görünür hale geldiğini göstermektedir (Durlak vd., 2011; Taylor vd., 2017). Dolayısıyla bu çalışmada istatistiksel anlamlılığın oluşmaması, STEM yaklaşımının bu becerilere katkı sağlamadığı anlamına gelmemekte; nicel düzeyde farkın ortaya çıkmasında ölçme aracının duyarlılığı ve başlangıç düzeyi gibi etmenlerin belirleyici olabileceğine işaret etmektedir. Ayrıca, nicel verilerde anlamlı fark bulunmamasına rağmen, STEM etkinliklerinin süreç içerisinde öğrenciler üzerinde olumlu bilişsel etkileşimler oluşturduğu göz ardı edilmemelidir. Öğrencilerin makine öğrenmesi süreçlerinde kodlama–analiz–etkileşim döngüsünü deneyimlemesi ve takımlar halinde gerçek hayat problemlerine çözüm üretmesi; STEM öğrenme ortamlarının doğası gereği iletişim ve teknoloji okuryazarlığı pratiklerini desteklediğini göstermektedir (Becker ve Park, 2011). STEM uygulamalarının problem çözme ve eleştirel düşünme üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar (Zeng ve ark., 2018; Hebebe ve Usta, 2022), bu becerilerin gelişiminin süreç odaklı olduğunu doğrulamaktadır.

Sonuç olarak, blok kodlama ve makine öğrenmesi tabanlı STEM etkinlikleri, öğrencilerin teknik becerilerinde (bkz. Bölüm 4.2) güçlü ve anlamlı etkiler yaratırken; 21. yüzyıl becerileri gibi daha genel ve duyuşsal özelliklerde koruyucu/sürdürücü bir etki göstermiştir. Bu bulgu, özel yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmalarda 21. yüzyıl

becerilerinin değerlendirilmesinde başlangıç düzeylerinin yüksekliği ve ölçme araçlarının duyarlılığı gibi faktörlerin belirleyici olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, söz konusu becerilerin daha hassas biçimde izlenebilmesi için ölçme sürecinde gözlem formları, performans temelli rubrikler ve nitel değerlendirme araçlarının birlikte kullanılmasının önemli olduğu söylenebilir.

5.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında, blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algılarına etkisi incelenmiştir. Analiz sonuçları, etkinliklerin öğrencilerin Genel Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi puanlarında istatistiksel olarak anlamlı ve etki büyüklüğü bakımından geniş düzeyde ($\eta^2 = ,505$) bir artış sağladığını göstermektedir. Alt boyutlar incelendiğinde ise Algoritma Tasarlama, Veri İşleme ve Temel Programlama yeterliklerinde anlamlı farklılıklar ve geniş etki büyüklükleri tespit edilmiştir. En yüksek etki büyüklüğünün Temel Programlama Yeterliği ($\eta^2 = ,576$) boyutunda görülmesi, STEM etkinliklerinin uygulama ağırlıklı yapısıyla açıklanabilir. Duygu tanıma, görsel sınıflandırma ve robotik kontrol gibi somut çıktısı olan görevler, öğrencilerin soyut kodlama yapılarını (döngüler, koşul yapıları) daha net kavramalarını sağlamış olabilir. Bu bulgu, blok tabanlı kodlamanın sözdizimi hatalarını ortadan kaldırarak öğrencilerin programlama mantığına odaklanmasını kolaylaştırdığını ve programlama öz yeterliğini artırdığını belirten çalışmalarla paralellik göstermektedir (Lye ve Koh, 2014; Grover ve Pea, 2013; Kalelioğlu, 2015). Benzer şekilde Algoritma Tasarlama Yeterliği boyutunda elde edilen geniş etki ($\eta^2 = ,467$), blok tabanlı ortamların adım adım işlem yapma becerisini desteklediği yönündeki literatürle örtüşmektedir. Yıldız ve Seferoğlu (2021), özellikle robotik ve blok kodlama süreçlerinin öğrencilerin mantıksal sıralama ve algoritma kurma becerilerini geliştirdiğini vurgulamaktadır. Araştırmanın makine öğrenmesi odağı göz önüne alındığında, Veri İşleme Yeterliği boyutundaki anlamlı artış ve geniş etki büyüklüğü ($\eta^2 = ,373$) oldukça önemlidir. Öğrencilerin kendi veri setlerini oluşturması, model eğitmesi ve sınıflandırma yapması; onların "veri" kavramına yönelik algılarını somutlaştırmıştır. Bu durum, yapay zekâ okuryazarlığının temelinde veri ile çalışma becerisinin yattığını savunan Olari ve Romeike (2021; 2024)

çalışmalarını destekler niteliktedir. Buna karşın, Problem Çözme Yeterliği ($p=.579$) ve Özgüven Yeterliği ($p=.131$) alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak bu iki boyut arasındaki etki büyüklüğü farkı dikkat çekicidir. Problem Çözme boyutunda etki büyüklüğü oldukça düşüktür ($\eta^2 = .018$). Problem çözme becerisinin üst düzey bilişsel süreçleri kapsamı ve kısa süreli müdahalelerle değişiminin zor olması (Shute ve ark., 2017), bu durumun temel nedeni olarak görülebilir. Özgüven boyutunda ise istatistiksel anlamlılık görülmesi de orta düzeye yakın bir etki büyüklüğü ($\eta^2 = .129$) hesaplanmıştır. Bu bulgu, uygulamanın öğrencilerin özgüvenleri üzerinde kayda değer bir etki potansiyeli taşıdığını; ancak sınırlı örneklem büyüklüğünün ($N=18$) istatistiksel gücü düşürerek bu farkın anlamlı düzeye ulaşmasını engellemiş olabileceğini düşündürmektedir (Cohen, 1992; Button ve ark., 2013). Ayrıca kodlama/robotik temelli STEM uygulamalarında motivasyon, tutum ve öz-yeterlik gibi duyuşsal çıktılara ilişkin sonuçların bağlama ve uygulama yoğunluğuna göre değişebildiği; bazı çalışmalarda olumlu değişimler görülürken bazılarında sınırlı veya karma sonuçların rapor edildiği belirtilmektedir (Benitti, 2012; Selcuk, 2024; Wang ve ark., 2023). Sonuç olarak bu çalışma; blok kodlama ve makine öğrenmesi etkinliklerinin teknik ve bilişsel becerileri (programlama, veri, algoritma) güçlü ve hızlı bir şekilde geliştirdiğini; ancak problem çözme ve özgüven gibi daha karmaşık ve duyuşsal yapıların gelişimi için sürece yayılmış, daha uzun soluklu deneyimlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

5.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmada yapay zekâyâ ilişkin metafor analizinden elde edilen bulgular, öğrencilerin yapay zekâ algılarının ön testten son teste somut/nesne odaklı betimlemelerden süreç ve bilişsel işleyiş odaklı betimlemelere doğru belirgin bir yönelim değişimi gösterdiğine işaret etmektedir. Ön testte öğrencilerin yapay zekâyı çoğunlukla “robot”, “makine”, “bilgisayar” gibi daha somut ve mekanik çağrışımlı ifadelerle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin yapay zekâ kavramına yönelik başlangıç algılarının daha çok gündelik yaşamda karşılaşılan teknolojik araçlar üzerinden şekillendiğini düşündürmektedir. Nitekim üstün yetenekli öğrencilerle yürütülen bir çalışmada da yapay zekâ kavramının sıklıkla

robotik/teknolojik çağrışımlı metaforlarla anlamlandırılabilirdiği raporlanmaktadır (Güzelgörür ve Çevik-Sever, 2025).

Son test bulguları ise öğrencilerin yapay zekâyı “beyin”, “öğrenen sistem”, “insan gibi düşünebilen yapı” ve “veri işleyen mekanizma” gibi daha soyut ve süreç temelli ifadelerle açıkladıklarını göstermektedir. Bu değişim, makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin yapay zekânın işleyiş mantığına (veri–öğrenme–çıktı üretme) ilişkin kavramsal modellerini geliştirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Nitekim STEM tabanlı yapay zekâ öğretimine ilişkin çerçeveler, öğrencilerin yapay zekâyı bir “öğrenen sistem” olarak anlamlandırmalarını hedeflemekte ve temel kavramların (veri, model, öğrenme ve karar) öğretim sürecine dâhil edilmesini önermektedir (Touretzky ve ark., 2019). Çalışmada elde edilen metaforik yönelim değişimi, bu yaklaşımı destekler niteliktedir. Bu bulguların yorumlanmasında katılımcı grubun özel yetenekli öğrencilerden oluşması da dikkate alınmalıdır. Özel yetenekli öğrencilerin öz düzenleme, üstbilişsel farkındalık ve bağımsız öğrenme becerileri bakımından daha ileri düzey özellikler gösterebildiği; bu durumun karmaşık kavramları kısa sürede yeniden yapılandırmalarını kolaylaştırabildiği bildirilmektedir (Bircan, 2024; Savaş Yağcı ve Demirtaş, 2024). Bu çerçevede, kısa süreli bir uygulama sürecinde dahi metaforların daha bilişsel ve süreç temelli bir yapıya yönelmesi, katılımcı özellikleri açısından beklenebilir bir durum olarak da değerlendirilebilir.

Metaforlarda ve çizme–yazma tekniği çıktılarında görülen bir diğer önemli değişim, öğrencilerin yapay zekâyı ilişkin etik farkındalıklarının artmış olmasıdır. Son testte bazı öğrencilerin yapay zekâyı “virüs” ya da “insan zekâsını ele geçirebilecek güç” gibi metaforlarla tanımlamaları, teknolojinin olası risklerine yönelik bilişsel bir uyanma yaşadıklarını düşündürmektedir. Yapay zekâ okuryazarlığına ilişkin çalışmalarda etik boyutun temel bir bileşen olarak ele alınması, bu bulguyu açıklamada destekleyici bir çerçeve sunmaktadır (Long ve Magerko, 2020).

Ayrıca son test çizimlerinde beyin–devre bütünleşmesi, veri akışı, dijital kodlar, hibrit insan–robot figürleri ve yaratıcı üretim yapan sistemler gibi temaların yoğunlaşması, öğrencilerin yapay zekâyı daha soyut, çok boyutlu ve işlevsel bir teknoloji olarak

temsil etmeye başladıklarını göstermektedir. Bu tür temsillerin, özel yetenekli öğrencilerin üstbilişsel farkındalık ve bağımsız öğrenme düzeyleriyle ilişkili olarak daha hızlı gelişebileceği; dolayısıyla söz konusu temaların bu katılımcı grubunda daha belirgin biçimde ortaya çıkmasının beklenebilir olduğu düşünülmektedir (Bircan, 2024; Savaş Yağcı ve Demirtaş, 2024).

Sonuç olarak, bu alt probleme ilişkin bulgular STEM temelli yapay zekâ etkinliklerinin öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin metaforlarını mekanik/nesne odaklı bir algıdan, öğrenme, karar verme ve veri işleme süreçlerini merkeze alan bilişsel bir algıya doğru dönüştürdüğünü göstermektedir. Metaforların yanı sıra çizme–yazma çıktılarında da benzer bir yönelim görülmesi, dönüşümün yalnızca sözel düzeyde değil, görsel-temsili düzeyde de desteklendiğine işaret etmektedir.

5.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Tartışma ve Sonuç

Blok kodlama ve makine öğrenmesine dayalı STEM etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşleri incelendiğinde, özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin büyük çoğunluğunun etkinlikleri “eğlenceli, öğretici, yenilikçi, ilgi çekici ve merak uyandırıcı” olarak değerlendirdiği görülmektedir. Bu değerlendirmeler; STEM’in, öğrencileri gerçek yaşam problemleri üzerinden aktif katılıma, ürün/çözüm geliştirmeye ve tasarım–deneme–iyileştirme döngüsüne dâhil eden yapısıyla açıklanabilir. Entegre STEM yaklaşımının disiplinler arası problem çözme ve tasarım odağını merkeze alan yapısı, öğrencilerin etkinlikleri motive edici ve anlamlı bulmalarını destekleyen bir çerçeve sunmaktadır (Bybee, 2013; Roehrig ve ark., 2021).

Öğrencilerin özellikle “duygulara göre çalışan robot”, “el hareketleri ile kontrol edilen yapay zekâ uygulamaları”, “taş–kâğıt–makas oyunu” ve etkileşim temelli robotik çalışmalarını en sevilen etkinlikler arasında belirtmeleri dikkat çekicidir. Bu tür etkileşimli teknoloji deneyimlerinin, öğrencilerin derse/uygulamaya katılımını ve öğrenme sürecine yönelik ilgisini artırabildiği; robotik ve etkileşim temelli STEM etkinliklerinin de öğrenci algılarını ve katılımını güçlendirebildiği belirtilmektedir. (Ouyang ve Xu, 2024; Ragab ve ark., 2025). Bu nedenle öğrencilerin “etkileşim” ve

“oyun” bileşeni taşıyan uygulamaları daha çok tercih etmeleri, alan yazınla tutarlı bir durum olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte öğrenci görüşleri, bazı etkinliklerin “zorlayıcı” ve “yoğun” bulunduğunu; özellikle kodlama ve veri temelli adımlarda hata yapma olasılığının daha yüksek algılandığını göstermektedir. “Türk büyükleri” ve makine öğrenmesi tabanlı sınıflandırma görevlerinin daha karmaşık görülmesi; yapay zekâ/makine öğrenmesi süreçlerinde veri seçme–düzenleme, etiketleme, model oluşturma ve çıktıyı yorumlama gibi veri odaklı kavramların aynı anda devreye girmesiyle ilişkili olabilir. Nitekim K-12 düzeyinde yapay zekâ eğitiminde veriyle ilişkili kavramların ve veri temelli akıl yürütmenin ayrı bir öğrenme yükü oluşturabildiği; yapay zekâ öğrenme araçları/etkinliklerinde süreç bileşenlerinin öğrenciler için zorlayıcı olabildiği belirtilmektedir (Olari ve Romeike, 2024; Yim ve Su, 2025).

Öğrencilerin, STEM etkinliklerinin “fen, matematik, resim-sanat ve hatta tüm derslerle” entegre edilebileceğini ifade etmeleri, etkinliklerin disiplinler arası doğasının öğrenci algılarına yansıdığını göstermektedir. Entegre STEM’in; fen ve matematik temelinde mühendislik tasarımı, teknoloji kullanımı ve (uygulama bağlamına göre) tasarım/sanat bileşenleriyle birlikte ele alınabildiği; alan yazında hem kuramsal çerçevelerle hem de sistematik derlemelerle ortaya konulmaktadır (Bybee, 2013; Portillo-Blanco ve ark., 2024; Roehrig ve ark., 2021). Bu bağlamda, öğrencilerin “çoklu derslerle ilişkilendirme” vurgusu, uygulamada bütünleşik STEM özelliklerinin görünür hâle gelebildiğine işaret etmektedir.

Öğrencilerin önemli bir kısmının yapay zekâ ve kodlama alanında “uzmanlaşmak” ya da “en azından bilgi sahibi olmak” istediklerini belirtmeleri, etkinliklerin teknoloji temelli alanlara yönelik ilgi ve yönelim oluşturabildiğini göstermektedir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM kariyer ilgisi ve motivasyonunu destekleyebildiğini ortaya koyan bulgular ile STEM kampı deneyimlerinin kariyer yollarına ilişkin algıları etkileyebildiğini rapor eden çalışmalar, bu tür görüşleri açıklamada kullanılabilir (Hiğde ve Aktamış, 2022; Thibodeaux ve ark., 2025). Ayrıca bu çalışmanın katılımcılarının özel yetenekli öğrencilerden oluşması; öz-düzenleme, üstbilişsel farkındalık ve özerk öğrenme gibi özelliklerin daha belirgin olabildiğini gösteren

araştırmalar (Bircan, 2024; Savaş Yağcı ve Demirtaş, 2024) dikkate alındığında, öğrencilerin zorlu etkinliklere rağmen öğrenme isteğini sürdürmelerini açıklamada anlamlı bir çerçeve sunmaktadır

Genel olarak öğrenci görüşleri; etkinliklerin çoğunlukla “eğlenceli-öğretici” bulunduğunu, etkileşim/robotik bileşeni olan uygulamaların daha çok beğenildiğini, veri ve modelleme adımı içeren yapay zekâ etkinliklerinin daha zorlayıcı algılanabildiğini ve etkinliklerin disiplinler arası ilişkilendirilebildiğini göstermektedir. Bu temalar, entegre STEM’in öğrenci algılarına yansıyan doğası ve teknoloji-etkileşim odaklı öğrenme ortamlarının katılımı artırabildiğine ilişkin bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, çalışmada elde edilen öğrenci görüşlerinin alan yazınla genel olarak tutarlı bir çerçeve sunduğu söylenebilir (Benek ve Dönmez, 2024; Kellinghusen, ve ark., 2025).

Bu araştırmanın dört alt problemine ilişkin bulgular birlikte ele alındığında, blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerde bazı alanlarda anlamlı düzeyde gelişimle, bazı alanlarda ise son test lehine eğilimlerle ilişkilendiği görölmektedir. Nicel bulgular, 21. yüzyıl becerileri yeterliliklerinde ön test–son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmadığını; buna karşın bazı alt boyutlarda son test lehine bir yönelimin ortaya çıkabildiğini göstermektedir. Bu durum, 21. yüzyıl becerilerinin özellikle iletişim ve liderlik gibi sosyal-duyuşsal bileşenlerinde kısa süreli uygulamaların etkisinin sınırlı kalabilmesiyle açıklanabilir. Nitekim okul temelli sosyal-duygusal öğrenme müdahalelerine ilişkin meta-analizler, etkilerin program niteliği ve sürekliliğiyle birlikte güçlenebildiğine işaret etmektedir (Durlak ve ark., 2011; Taylor ve ark., 2017). Ayrıca katılımcı grubun özel yetenekli öğrencilerden oluşması, başlangıç düzeylerinin görece yüksek olabilmesi ve kısa süreli müdahalelerde büyük farkların her zaman görünür olmaması açısından dikkate alınması gereken bir değişken olarak değerlendirilebilir (Subotnik, ve ark., 2011).

İkinci alt probleme ilişkin nicel sonuçlar ise bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısında, özellikle algoritma tasarlama, veri işleme ve temel programlama boyutlarında son test lehine anlamlı artışlar bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, programlama öğretiminin bilgi işlemsel düşünmeyi desteklediğini ortaya koyan

bulgularla tutarlı bir çerçeve sunmaktadır (Xu ve ark., 2023). Özellikle veri işleme boyutundaki artışın; makine öğrenmesi sürecinde veriyle çalışma, sınıflandırma ve model oluşturma gibi adımların doğrudan deneyimlenmesiyle ilişkili olabileceği; K-12 düzeyinde yapay zekâ eğitiminde veriyle ilişkili kavramların temel bir bileşen olarak ele alınması gerektiğini vurgulayan çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Olari ve Romeike, 2024). Buna karşılık problem çözme ve özgüven boyutlarında anlamlı fark ortaya çıkmaması, duyuşsal bileşenlerin daha uzun süreli öğrenme yaşantılarıyla daha belirgin değişim gösterebilmesiyle ilişkilendirilebilir (Shute ve ark., 2017).

Nitel bulgular, nicel sonuçları açıklayan ve derinleştiren bir görünüm sunmaktadır. Yapay zekâyâ ilişkin metaforların ön testte daha çok somut/nesne odaklı çağrışımlardan, son testte süreç ve bilişsel işleyiş odaklı açıklamalara yönelmesi; öğrencilerin yapay zekâyı “öğrenen sistem” ve “veri işleyen mekanizma” olarak anlamlandırmaya başladıklarını düşündürmektedir. Bu tür bir kavramsal yönelim değişimi, K-12 yapay zekâ öğretimine ilişkin çerçevelerde vurgulanan temel kavramlarla (veri, öğrenme, model ve karar süreçleri) uyum göstermektedir (Touretzky ve ark., 2019). Buna ek olarak, etik riskleri çağrıştıran metafor ve çizimlerin artması, yapay zekâ okuryazarlığında “etik” boyutun temel bileşenlerden biri olduğu görüşüyle örtüşmektedir (Long ve Magerko, 2020). Dördüncü alt probleme ilişkin öğrenci görüşleri ise etkinliklerin çoğunlukla motive edici ve ilgi çekici bulunduğunu; etkileşim ve robotik bileşeni olan uygulamaların daha çok beğenildiğini; veri ve modelleme adımı içeren yapay zekâ görevlerinin ise daha zorlayıcı algılanabildiğini göstermektedir. Bu tablo, bütünleşik STEM yaklaşımının disiplinler arası problem çözme ve tasarım odağını vurgulayan birincil kaynaklarla birlikte değerlendirildiğinde, öğrenme deneyiminin hem yüksek katılım hem de belirli bilişsel yük unsurları içerebilmesinin beklenebilir olduğunu düşündürmektedir (Bybee, 2013; Roehrig ve ark., 2021).

Sonuç olarak, çalışma bulguları genel düzeyde değerlendirildiğinde; blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ve veriyle çalışma gibi daha doğrudan bilişsel bileşenlerde anlamlı gelişimler ortaya koyabildiği; 21. yüzyıl becerileri gibi daha geniş ve sosyal-duyuşsal bileşenleri güçlü

biçimde içeren alanlarda ise kısa süreli uygulamalarda anlamlı farklılıkların her zaman görünür olmayıp son test lehine eğilimlerle sınırlı kalabildiği anlaşılmaktadır. Bu bütüncül görünüm, nicel ve nitel bulguların birbirini tamamladığını ve araştırmada kullanılan etkinliklerin öğrencilerin yapay zekâyı anlama biçimlerinde daha süreç temelli bir çerçeveye yönelim oluşmasına katkı sağlayabildiğini göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, benzer konularda çalışma yapacak araştırmacılar ve uygulama sürecinde yer alacak eğitimciler için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Bu çalışmada 21. yüzyıl becerileri yeterliliklerinde ön test–son test arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemekle birlikte bazı alt boyutlarda son test lehine eğilimler gözlenmiştir. Bu eğilimlerin farklı koşullarda nasıl değiştiğini ortaya koymak amacıyla, benzer çalışmaların farklı örneklemelerle (farklı sınıf düzeyi, ön bilgi düzeyi ve farklı öğrenci profilleri) yürütülmesi ve sonuçların karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmesi faydalı olabilir.
2. Bilgi işlemsel düşünmeye yönelik öz yeterlik algısında özellikle algoritma tasarlama, veri işleme ve temel programlama boyutlarında son test lehine anlamlı artışlar elde edilmesi dikkate alındığında, blok kodlama ve makine öğrenmesi temelli STEM etkinliklerinin farklı sınıf düzeyleri ve farklı öğrenci profilleriyle uygulanması; bu alandaki uygulama birikiminin artırılmasına ve kuramsal çerçevenin güçlendirilmesine katkı sağlayabilir.
3. Öğrenci görüşleri, makine öğrenmesi temelli etkinliklerde veri toplama/etiketleme, model eğitimi ve çıktı yorumlama gibi adımların bazı durumlarda zorlayıcı algılanabildiğini göstermiştir. Bu nedenle benzer uygulamalarda, süreçleri adım adım yapılandıran rehber akışlar, uygulama kitapçıkları ve kısa açıklayıcı videolar gibi destekleyici materyallerin kullanılması önerilmektedir.
4. Bu çalışmada etkinlikler belirli bir blok tabanlı kodlama ortamı ve belirli yapay zekâ/makine öğrenmesi araçları üzerinden yürütülmüştür. İlerleyen çalışmalarda benzer etkinliklerin farklı blok tabanlı kodlama ortamları ve farklı yapay zekâ/makine öğrenmesi platformlarıyla; örneğin Scratch (AI/ML eklentileriyle), MIT App Inventor + Personal Image Classifier (PIC), Google

Teachable Machine, Machine Learning for Kids, TensorFlow Playground gibi araçlarla gerçekleştirilmesi; kullanılan ortamların öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini karşılaştırmak ve uygulama tasarımına ilişkin daha güçlü sonuçlara ulaşmak açısından faydalı olabilir.

5. STEM temelli yapay zekâ uygulamalarının daha yaygın ve sürdürülebilir biçimde yürütülebilmesi için, özellikle Bilişim Teknolojileri öğretmenleri ile Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri (BÖTE) alanı öğretmenlerine yönelik; blok tabanlı kodlama, makine öğrenmesi adımları (veri hazırlama–model eğitimi–çıktı yorumlama) ve bütünlük STEM etkinlik tasarımı konularını içeren hizmet içi eğitimlerin planlanması önerilmektedir. Ayrıca okul–üniversite iş birliği kapsamında akademisyen–öğretmen etkileşiminin artırılması, bu alanda çalışma yürütmek isteyen öğretmenlerin uygulama deneyimlerini güçlendirebilir.
6. Yapay zekâ/makine öğrenmesi bileşenleriyle zenginleştirilen STEM etkinlikleri, öğrencilerin derse yönelik merak ve katılımını artırmaya katkı sağlayabildiğinden, öğretim programlarında bu tür etkinliklerin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Agaoglu, O., & Demir, M. (2020). The integration of 21st century skills into education: An evaluation based on an activity example. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 7(3), 105–114.
- Akgün, E. (2016). Okul öncesi öğretmen adaylarının “çocuk” ve “okul öncesi öğretmeni” kavramına ilişkin metaforik algıları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4), 1652–1672. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aibuefd/article/304590>
- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365–1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, S. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.
- Alali, R. (2024). Enhancing 21st century skills through integrated STEM education using project-oriented problem-based learning. *GeoJournal of Tourism and Geosites*. <https://doi.org/10.30892/gtg.53205-1217>
- Alkan, A., & Yıldız, E. P. (2024). Artificial intelligence and education: A metaphorical analysis on the perceptions of students with special abilities. *International Journal of Research in Education and Science*, 10(4), 761–775. <https://doi.org/10.46328/ijres.3520>
- Almazroa, H., & Alotaibi, W. (2023). Teaching 21st Century Skills: Understanding the depth and width of the challenges to shape proactive teacher education programmes. *Sustainability*, 15(9), 7365. <https://doi.org/10.3390/su15097365>
- Altıok, S., & Üçgül, M. (2024). Effects of robotic coding on computational thinking skills of secondary school students. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 50(2), 1–24. <https://doi.org/10.21432/cjlt28607>
- Andersen, R., Mørch, A. I., & Litherland, K. T. (2022). Collaborative learning with block-based programming: Investigating human-centered artificial intelligence in

- education. *Behaviour & Information Technology*, 41(9), 1830–1847.
<https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2083981>
- Arduino. (2024). Arduino Uno pinout diagram. <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>
- Arseven, A. (2016). Öz yeterlilik: Bir kavram analizi. *Turkish Studies*, 11(19), 63–80.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.10001>
- Aşkar, P., & Umay, A. (2001). İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin bilgisayarla ilgili öz-yeterlik algısı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21).
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661–670.
<https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>
- Ayazoğlu, Ö., Soylu, E., & Bağcı, H. (2020). Students' views on machine learning with code blocks and the evaluation of the platform used. *Journal of Interdisciplinary Education: Theory and Practice*, 2(2), 123–144.
<https://doi.org/10.47157/jietp.803708>
- Baccassino, F., & Pinnelli, S. (2023). Giftedness and gifted education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 7, 1073007.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1073007>
- Backett-Milburn, K., & McKie, L. (1999). A critical appraisal of the draw and write technique. *Health Education Research*, 14(3), 387–398.
<https://doi.org/10.1093/her/14.3.387>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117–148.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Barış, N., & Ecevit, T. (2019). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM uygulamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 217–233.
- Batool, S., Rashid, J., Nisar, M. W., Kim, J., Kwon, H. Y., & Hussain, A. (2023). Educational data mining to predict students' academic performance: A survey study. *Education and Information Technologies*, 28(1), 905–971.

- Baykoç, N., & Şahin, S. (2018). Özel eğitimin tarihi gelişimi. In N. Baykoç (Ed.), *Öğretmenlik programları için özel eğitim ve kaynaştırma* (pp. 26–40). Vize Yayıncılık.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Integrative approaches to STEM education: An analysis of the literature. *Journal of STEM Education*, 12(5–6), 23–37.
- Benek, İ., & Dönmez, İ. (2024). Investigating the effect of integrated STEM activities on summer school students' STEM interests and opinions. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 53(2), 850–885. <https://doi.org/10.14812/cuefd.1417392>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), 1–20.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Bircan, H. (2024). *Self-regulated learning in gifted students: A case study of a simulation-based engineering design environment* (Doctoral dissertation, Middle East Technical University).
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association* (p. 25). Vancouver, Canada.
- Bull, G., Garofalo, J., & Nguyen, N. (2020). Reflecting on computational thinking. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(1), 18–26. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1694381>
- Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: Why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(5), 365–376. <https://doi.org/10.1038/nrn3475>
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Atıf İndeksi, 001–214.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (Gözden geçirilmiş baskı). Pegem Akademi.

- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association (NSTA) Press.
- Cameron, L., & Maslen, R. (2010). *Metaphor analysis: Research practice in applied linguistics, social sciences and the humanities*. Equinox Publishing.
- Cansız Aktaş, M. (2014). Nitel veri toplama araçları. M. Metin (Ed.), *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (ss. 337–371) içinde. Pegem Akademi.
- Chalkiadaki, A. (2018). A systematic literature review of 21st century skills and competencies in primary education. *International Journal of Instruction*, 11(3), 1–16. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1131a>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Ching, Y.-H., Hsu, Y.-C., & Baldwin, S. (2018). Developing computational thinking with educational technologies for young learners. *TechTrends*, 62, 563–573. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Chiu, T. K. (2021). A holistic approach to the design of artificial intelligence (AI) education for K-12 schools. *TechTrends*, 65(5), 796–807.
- Chung, C.-J., & Shamir, L. (2021). Introducing machine learning with Scratch and robots as a pilot program for K–12 computer science education. *International Journal of Learning and Teaching*, 7(3), 181–186. <https://doi.org/10.18178/ijlt.7.3.181-186>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Corry, M., & Stella, J. (2018). Teacher self-efficacy in online education: A review of the literature. *Research in Learning Technology*, 26, 2047. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2047>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

- Cruz, S., Bento, M., & Lencastre, J. A. (2021). Computational thinking training using PICTOBLOX: Exploratory study with students of primary degree. In P. Kommers et al. (Eds.), *Proceedings of International Conferences Internet Technologies & Society 2021* (pp. 53–60). IADIS.
- Çam, E. (2022). Research trends and features of robotics studies in educational technology and STEM education: Data mining on ERIC samples. *Sakarya University Journal of Education*, 12(3), 545–572. <https://doi.org/10.19126/suje.1188142>
- Çetin, M., Karakuş, A., & Geçgel, Ş. (2024). Gelişen bir paradigma: Yapay zekâ okuryazarlığı. *International Journal of Active Learning*, 8(1), 50–63. <https://doi.org/10.48067/ijal.1422876>
- Çiftçi, S., Yayla, A., & Sağlam, A. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında öğrenci, öğretmen ve eğitim ortamları. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, (24), 718–734.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74–85. <https://doi.org/10.15390/ES.2014.1219>
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51–76). Solution Tree Press.
- Demir, K., & Güraksın, G. E. (2022). Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence: A metaphor analysis. *Participatory Educational Research*, 9(2), 297–312. <https://doi.org/10.17275/per.22.41.9.2>
- Doğan, G. A., & Tamul, Ö. F. (2024). Türkiye’de üstün yetenekli öğrencilerin tanınması ve eğitimi. *Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 12–34.
- Doménech-Betoret, F., Abellán-Roselló, L., & Gómez-Artiga, A. (2017). Self-efficacy, satisfaction, and academic achievement: The mediator role of students' expectancy-value beliefs. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 1193. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01193>
- Druga, S., & Ko, A. J. (2021). How children learn with machine learning: The importance of data literacy. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*. <https://doi.org/10.1145/3459990.3460712>
- Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82(1), 405–432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>

- Dönmez Usta, N., & Turan Güntepe, E. (2019). Bilişim teknolojileri rehber öğretmenlerinin programlama araçlarına ilişkin deneyimlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 373–396.
- Düzgüner, T. T., Karabulut, H., & Kariper, İ. A. (2022). Ortaokul öğrencilerine yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlik algısı ölçeği geliştirme çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 1–21. <https://doi.org/10.30803/adusobed.1074325>
- Egin, E. G., & Sözer, M. A. (2024). Bilgi işlemsel düşünme kavramının gelişim süreci. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(44), 3101–3125.
- Elçiçek, M. (2024). Öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı üzerine bir inceleme. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 6(1), 24–35. <https://doi.org/10.53694/bited.1460106>
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153.
- English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Eniş-Erdoğan, T., & Ekşioğlu, S. (2024). Yapay zekâ okuryazarlığı ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(2), 1196–1211. <https://doi.org/10.37217/tebd.1496716>
- Eroglu, S., & Bektas, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri (Ideas of science teachers took STEM education about STEM based Activities). *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(43), 43–67.
- Ezeamuzie, N. O., & Leung, J. S. C. (2021). Computational thinking through an empirical lens: A systematic review of literature. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 481–511. <https://doi.org/10.1177/07356331211033158>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). SAGE Publications.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119–147. <https://doi.org/10.1080/1359813042000314682>

- Gagné, F. (2010). Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High Ability Studies*, 21(2), 81–99. <https://doi.org/10.1080/13598139.2010.525341>
- Gaona, R. J., & González, M. M. (2022). STEAM skills developed in basic general education through the creation of the digital robot through the mBlock platform. In *2022 Third International Conference on Information Systems and Software Technologies (ICI2ST)* (ss. 152–157). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICI2ST57350.2022.00029>
- García-Tudela, P. A., & Marín-Marín, J. A. (2023). Use of Arduino in primary education: A systematic review. *Education Sciences*, 13(2), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15–29.
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: Systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- González-Salamanca, J. C., Agudelo, O. L., & Salinas, J. (2020). Key competences, education for sustainable development and strategies for the development of 21st century skills: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(24), 10366. <https://doi.org/10.3390/su122410366>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Gresse von Wangenheim, C., Hauck, J. C. R., Pacheco, F. S., & Bertonceli Bueno, M. F. (2021). Visual tools for teaching machine learning in K–12: A ten-year systematic mapping. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5733–5778. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10570-8>
- Gül, M. D., & Ayık, Z. (2023). Enrichment studies in gifted education: A bibliometric analysis with RStudio. *Participatory Educational Research*, 10(3), 266–284.
- Gülbahar, Y., Kalelioğlu, F., Doğan, D., & Karataş, E. (2020). Bilge Kunduz: Enformatik ve bilgi işlemsel düşünmeyi kavram temelli öğrenme için toplumsal bir yaklaşım. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 53(1), 241–272. <https://doi.org/10.30964/auebfd.560771>
- Gülbahar, Y., Kert, S. B., & Kalelioğlu, F. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 1–29. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.385097>

- Gündoğdu, A. (2025). *Blok tabanlı yapay zekâ uygulamaları destekli öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlığı, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ve kodlamaya yönelik tutumları üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Güven, E., & Sülün, Y. (2023). Ortaokul 5. sınıf fen öğretiminde Arduino destekli robotik kodlama etkinliklerinin kullanılması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 225–236. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1116283>
- Güzelgörür, F., & Çevik-Sever, R. (2025). Üstün yetenekli öğrencilerin yapay zekâ kavramına yönelik metaforik algılarının incelenmesi. *Eğitimde Pedagojik Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 1–19.
- Hamarat, E. (2019). *21. yüzyıl becerileri odağında Türkiye'nin eğitim politikaları* (SETA Analiz No. 272). SETA Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı.
- Hebebe, M. T., & Usta, E. (2022). The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358–379.
- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48).
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952–984. <https://doi.org/10.1002/tea.20439>
- Herlinawati, H., Marwa, M., Ismail, N., Liza, L., & Situmorang, D. (2024). The integration of 21st century skills in the curriculum of education. *Heliyon*, 10, e35148. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35148>
- Hiğde, E., & Aktamış, H. (2022). The effects of STEM activities on students' STEM career interests, motivation, science process skills, science achievement and views. *Thinking Skills and Creativity*, 43, 101000.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Honicke, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63–84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature.

Computers & Education, 126, 296–310.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>

Inganah, S., Darmayanti, R., & Rizqi, N. (2023). Problems, solutions, and expectations: 6C integration of 21st century education into learning mathematics. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5012200>

International Society for Technology in Education. (2011). *Computational thinking in K–12 education: Leadership toolkit*. <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf>

International Society for Technology in Education & Computer Science Teachers Association. (2011). *Operational definition of computational thinking for K–12 education*

Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23, 2531–2544. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z>

Kahn, K., Megasari, R., Piantari, E., & Junaeti, E. (2018, September). AI programming by children using snap! block programming in a developing country. In *Thirteenth European Conference on Technology Enhanced Learning* (Vol. 11082). Springer.

Kahraman, E., & Doğan, A. (2020). STEM etkinliklerine yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(1), 1–20.

Kain, C., Koschmieder, C., Matischek-Jauk, M., & Bergner, S. (2024). Mapping the landscape: A scoping review of 21st century skills literature in secondary education. *Teaching and Teacher Education*, 151, 104739. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104739>

Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200–210.

Kalemkuş, J., & Kalemkuş, F. (2025). Primary school students' perceptions of artificial intelligence: Metaphor and drawing analysis. *European Journal of Education*, 60(1), e70007. <https://doi.org/10.1111/ejed.70007>

Kaptanoğlu, A., & Dönmez Usta, N. (2025). Robotik kodlama destekli STEM etkinlikleri: mBot örneği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16(3), 4086–4123. <https://doi.org/10.51460/baebd.1675455>

Karaahmetoğlu, K. (2019). *Proje tabanlı Arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel STEM beceri düzeyleri algılarına etkisi* (Master's thesis, Amasya University (Turkey)).

- Kaya, M., Korkmaz, Ö., & Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış robot etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 54–70. <https://doi.org/10.12984/egedfd.588512>
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245–255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kellinghusen, A., Sprenger, S., Zierlacks, C., Orschulik, A., Vorhölter, K., & Schulz, S. (2025). Secondary school students' perceptions of subjects in integrated STEM teaching. *Education Sciences*, 15(7), 821. <https://doi.org/10.3390/educsci15070821>
- Kılbaş, E. P. K., & Cevahir, F. (2023). Bilimsel araştırmalarda örneklem seçimi ve güç analizi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 7(1), 1–8.
- Kolokouri, E. (2025). 21st century skills in higher education: A differentiated learning approach. *International Journal of Research in Education Humanities and Commerce*, 6(3), 146–161. <https://doi.org/10.37602/IJREHC.2025.6311>
- Kong, S.-C., Cheung, M.-Y. W., & Tsang, O. (2024). Developing an artificial intelligence literacy framework. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100214. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100214>
- Korkmaz, F., & Ünsal, S. (2016). Okul öncesi öğretmenlerin “teknoloji” kavramına ilişkin metaforik algılarının incelemesi/An investigation of preschool teachers' perceptions on the concept of “technology”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(35).
- Korkmaz, Ö., Acar, H., Çakır, R., Erdoğan Uçar, F., & Çakır, E. (2019). Eğitsel robot setleri ile Fen ve Teknoloji dersi basit makineler konusunun ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM beceri düzeylerine ve derse dönük tutumlarına etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 9(2), 372–391. <https://doi.org/10.17943/etku.518215>
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Koştur, H. İ. (2023). Assessment of STEM projects: Tacit perspective of Turkish science education. *Journal of STEAM Education*, 6(1), 61–83. <https://doi.org/10.55290/steam.1167600>

- Köseoğlu, E., & Can, B. (2024). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 8(2), 249–277. <https://doi.org/10.35346/aod.1590344>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100211. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- LEGO Education. (2024). LEGO Mindstorms EV3 set. <https://education.lego.com>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). Computational thinking is more about thinking than computing. *Journal of STEM Education Research*, 3, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00030-2>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*, 7, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16). ACM. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. <https://static.googleusercontent.com/media/edu.google.com/tr//pdfs/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Metin, M. (Ed.). (2015). *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2022). *Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi* (Sayı: 64832509). Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Muñoz-Repiso, A. G. V., & González, Y. A. C. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, (59), 63–72.

- Murphy, C., Venkat, H., Leahy, M., Broderick, N., Kelly, O., Butler, D., Harbison, L., Lawlor, C., & Naughton, Y. (2023). *STEM Education: Curriculum & literature overview & Primary science education: Systematic literature review*. National Council for Curriculum and Assessment.
- Mutohhari, F., Sutiman, S., Nurtanto, M., Kholifah, N., & Samsudin, A. (2021). Difficulties in implementing 21st century skills competence in vocational education learning. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(4), 1229–1236. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.22028>
- Nacaroğlu, O., & Kızıkan, O. (2021). ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN STEM TUTUMLARI VE 21. YÜZYIL BECERİLERİNE SAHİP OLMA DÜZEYLERİ. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 425–442.
- Nardelli, E. (2019). Do we really need computational thinking? *Communications of the ACM*, 62(2), 32–35. <https://doi.org/10.1145/3231587>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 58(1), 504–509. <https://doi.org/10.1002/pra2.487>
- Nimy, E., Mosia, M., & Chibaya, C. (2023). Identifying at-risk students for early intervention—A probabilistic machine learning approach. *Applied Sciences*, 13(6), 3869.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030 (OECD Learning Framework 2030)*. OECD. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- OECD. (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>
- Oğuz, A., & Kutlu Kalender, D. (2018). Ortaokul öğrencilerinin üst bilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algıları arasındaki ilişki. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(2), 170–186. <https://doi.org/10.17244/eku.319267>
- Olari, V., & Romeike, R. (2021). Addressing AI and data literacy in teacher education: A review of existing educational frameworks. In *Proceedings of the 16th*

- Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 1–2). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3481312.3481351>
- Olari, V., & Romeike, R. (2024). Data-related concepts for artificial intelligence education in K–12. *Computers and Education Open*, 7, 100196. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100196>
- Ondruška, J. (2025). *Programování systému Arduino v jazyce PictoBlox* [Bachelor's thesis, Charles University]. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/202901/130435559.pdf>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Oxford, R. L., Tomlinson, S., Barcelos, A., Harrington, C., Lavine, R. Z., Saleh, A., & Longhini, A. (1998). Clashing metaphors about classroom teachers: Toward a systematic typology for the language teaching field. *System*, 26(1), 3–50. [https://doi.org/10.1016/S0346-251X\(97\)00071-7](https://doi.org/10.1016/S0346-251X(97)00071-7)
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334–351.
- Özer, E. C., Özdemir, A., Ünsal, F., & Benzer, S. (2025). Artificial intelligence and block-based coding in science education: Graduate student insights. *Science Insights Education Frontiers*, 31(1), 4977–5004. <https://doi.org/10.15354/sief.25.or849>
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113–128. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.06>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Park, Y., & Shin, Y. (2022). A block-based interactive programming environment for large-scale machine learning education. *Applied Sciences*, 12(24), 13008. <https://doi.org/10.3390/app122413008>
- Partnership for 21st Century Learning. (2015). *P21 framework for 21st century learning*. ERIC. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J., & Zuza, K. (2024). A systematic literature review of integrated STEM education: Uncovering

- consensus and diversity in principles and characteristics. *Education Sciences*, 14(9), 1028. <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Pridmore, P., & Bendelow, G. (1995). Images of health: Exploring beliefs of children using the “draw-and-write” technique. *Health Education Journal*, 54(4), 473–488. <https://doi.org/10.1177/001789699505400410>
- Ragab, K., Martínez-Jiménez, E., & Fernandez-Ahumada, E. (2025). Students’ perceptions of the impact of interactive technology on engagement in STEM classes. *Contemporary Educational Technology*, 17(4). <https://doi.org/10.30935/cedtech/17408>
- Renzulli, J. S. (2011). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 92(8), 81–88. <https://doi.org/10.1177/003172171109200821>
- Renzulli, J. S. (2021). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for promoting creative productivity 4. In *Reflections on gifted education* (pp. 55–90). Routledge.
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Roshid, M. M., & Haider, M. Z. (2024). Teaching 21st-century skills in rural secondary schools: From theory to practice. *Heliyon*, 10(9), e30769.
- Saban, A. (2008). Okula ilişkin metaforlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 55(55), 459–496.
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two-year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309–322.
- Sak, U. (2016). *Yaratıcılık gelişimi ve eğitimi*. Vize Yayıncılık.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Savaş Yağcı, B., & Demirtaş, Z. (2024). Metacognitive awareness and autonomous learning skill levels in gifted children. *Journal of Family Counseling and Education*, 9(2), 20–39. <https://doi.org/10.32568/jfcee.1575298>

- Schweingruber, H., Pearson, G., & Honey, M. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Selcuk, N. A., Kucuk, S., & Sisman, B. (2024). Does really educational robotics improve secondary school students' course motivation, achievement and attitude? *Education and Information Technologies*, 29(17), 23753–23780. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12773-1>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Sırakaya, D. A. (2019). Programlama öğretiminin bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(2), 575–590.
- Slangen, L., van Keulen, H., & Gravemeijer, K. (2011). What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(4), 449–469.
- Soylu, E. (2023). *Ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen yapay zekâ eğitim içeriğinin yapay zekâ okuryazarlığına etkisi = Artificial intelligence education for secondary students the effect of its content on artificial intelligence literacy* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- Su, J., & Yang, W. (2024). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: An intervention study in Hong Kong. *Interactive Learning Environments*, 32(9), 5494–5508. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2217864>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1), 3–54. <https://doi.org/10.1177/1529100611418056>
- Sungur Gül, K., Saylan Kirmizigül, A., Ates, H., & Garzón, J. (2023). Advantages and challenges of STEM education in K-12: Systematic review and research synthesis. *International Journal of Research in Education and Science*, 9(2), 283–307.
- Şahin, E. (2018). Üstün/Özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitim yaklaşımına ve bir STEM materyali olarak Algodoo'ya yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(26).
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>

- Talan, T. (2020). Eğitsel robotik uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503–522. <https://doi.org/10.33308/26674874.2020342177>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148, 103798.
- Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M.-C., Adams, J. D., & Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213–253. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>
- Taylor, R. D., Oberle, E., Durlak, J. A., & Weissberg, R. P. (2017). Promoting positive youth development through school-based social and emotional learning interventions: A meta-analysis of follow-up effects. *Child Development*, 88(4), 1156–1171. <https://doi.org/10.1111/cdev.12864>
- Tedre, M., Toivonen, T., Kahila, J., Vartiainen, H., Valtonen, T., Jormanainen, I., & Pears, A. (2021). Teaching machine learning in K–12 computing education: Potential and pitfalls. *arXiv preprint*, arXiv:2106.11034. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.11034>
- Tellioğlu, Ş. M. (2022). *Ortaokul öğrencilerine yönelik robotik uygulamaların etkililiğinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Thibodeaux, T., Jordan, S., & Kemerly, S. (2025). Student perceptions of STEM camp experience and STEM career pathways: A mixed methods study. *Discover Education*, 4(1), 224. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00645-w>
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J.-M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., Vinchon, F., El Hayek, S., Augereau-Landais, M., Mourey, F., Feybesse, C., Sundquist, D., & Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, 11(3), 54. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>
- Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I.-M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Educational Technology & Society*, 19(2), 148–163.
- Top, O., & Arabacıoğlu, T. (2021). Bilgi işlemsel düşünme: Bir sistematik alanyazın taraması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 527–567. <https://doi.org/10.19171/uefad.850325>
- Tosik-gün, E., & Güyer, T. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesine ilişkin sistematik alanyazın taraması. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 99–120.

- Tosun, S., & Kalaycıoğlu, D. B. (2024). Data mining approach for prediction of academic success in open and distance education. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 7(2), 168–176.
- Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K–12: What should every child know about AI? *AI Magazine*, 40(1), 92–106.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Tsai, S. C., Chen, C. H., Shiao, Y. T., Ciou, J. S., & Wu, T. N. (2020). Precision education with statistical learning and deep learning: A case study in Taiwan. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 12.
- Turhan, E. M. (2023). Bilgi işlemsel düşünme. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 10(92), 434–439.
- Türkman, B. (2020). The evolution of the term of giftedness & theories to explain gifted characteristics. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 7(1), 17–24.
- Uçak, S., & Erdem, H. H. (2020). Eğitimde yeni bir yön arayışı bağlamında “21. yüzyıl becerileri ve eğitim felsefesi”. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 76–93.
- Ulger, B. B., & Çepni, S. (2020). Gifted education and STEM: A thematic review. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 443–466. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.38>
- Uluyol, Ç., & Eryılmaz, S. (2015). 21. yüzyıl becerileri ışığında FATİH projesi değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 209–229.
- Ültay, N., Dönmez Usta, N., & Ültay, E. (2021). Descriptive content analysis of studies on 21st century skills. *SDU International Journal of Educational Studies*, 8(2), 85–101. <https://doi.org/10.33710/sduijes.895160>
- Üzümcü, Ö., & Bay, E. (2018). Eğitimde yeni 21. yüzyıl becerisi: Bilgi işlemsel düşünme. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 1–16.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715–728.
- Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum

- policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2023). Measuring user competence in using artificial intelligence: Validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technology*, 42(9), 1324–1337. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768>
- Wang, K., Sang, G. Y., Huang, L. Z., Li, S. H., & Guo, J. W. (2023). The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: A meta-analysis. *Sustainability*, 15(5), 4637. <https://doi.org/10.3390/su15054637>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual Review of Sociology*, 41, 331–357. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>
- Xu, E., Wang, W., & Wang, Q. (2023). A meta-analysis of the effectiveness of programming teaching in promoting K–12 students’ computational thinking. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6619–6644. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11445-2>
- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of artificial intelligence technologies in STEM education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*, 9, 59. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem-solving in K–12 classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565–568. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1145/2576872>
- Yalçın, A. (2025). Artificial intelligence as a new paradigm: A research on MoNE artificial intelligence applications course curriculum. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(4), 230–251. <https://doi.org/10.16986/hunefd.1707874>
- Yaman, Y., Kahraman, S., & Zengin, R. (2025). Ortaokul öğrencileri için yapay zekâ farkındalık ve kullanım eğilimleri ölçeği: Geliştirme, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 64, 2451–2475. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1611893>

- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 47–54.
- Yıldırım, H., & Gelmez-Burakgazi, S. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalar üzerine bir araştırma: Meta-sentez çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 291–314.
- Yıldız, A., Baltacı, S., Kurak, Y., & Güven, B. (2012). Üstün yetenekli ve üstün yetenekli olmayan 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanma durumlarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 123–143.
- Yıldız, T., & Seferoğlu, S. S. (2021). The effect of robotic programming on coding attitude and computational thinking skills toward self-efficacy perception. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 6(2), 101–116.
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence (AI) learning tools in K–12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 12(1), 93–131. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>
- Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*, 1, 771–774.
- Yusuf, M. (2011). The impact of self-efficacy, achievement motivation, and self-regulated learning strategies on students’ academic achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2623–2626. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.158>
- Zahira, M. S., Mardiana, A., Mutmainah, R., Apriliya, S., & Saputra, E. R. (2023). Learning media for counting operations based on Pictoblox gamification: Development research in class 1 elementary school. *Al-Aulad: Journal of Islamic Primary Education*, 6(2), 144–154.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (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(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zeng, Z., Yao, J., Gu, H., & Przybylski, R. (2018). A meta-analysis on the effects of STEM education on students’ abilities. *Science Insights Education Frontiers*, 1(1), 3–16.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82–91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

Əliyev, R. (2024). 21st century skills in education: Our yesterday, today. *Scientific Works*, 91(3), 31–36. [https://doi.org/10.69682/azrt.2024.91\(3\).31-36](https://doi.org/10.69682/azrt.2024.91(3).31-36)

Филиппов, В. И. (2024). Знакомство учащихся V–VI классов с основами искусственного интеллекта при обучении программированию во внеурочной деятельности [Introducing grade 5–6 students to the basics of artificial intelligence through extracurricular programming activities]. *Информатика в школе*, 23(5), 64–72.



EKLER

EK-1 Ölçeklerin Elektronik Posta Yolu İle Alınan İzinleri

Bilgi İşlemSEL Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği



[Redacted Name]

Merhaba Hocam, İyi akşamlar.

Ben Arif DAMAR, Giresun Bilim ve Sanat Merkezi Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak görev yapıyorum. Giresun Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği bölümünde yüksek lisans yapıyorum. Geliştirdiğiniz Ortaokul Öğrencilerine yönelik "Bilgi İşlemSEL Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği" ni tez çalışmam için kullanabilir miyim?

İyi çalışmalar. Kolay gelsin.

...



Alıcı: ben

Merhaba,

Tabii ki kullanabilirsiniz, çalışmanızda başarılar dilerim.

[Redacted Name]

Öğrenme ve Öğretme Menekz Müdürü
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölüm Başkanı
Başkent Üniversitesi



Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği

[Redacted Name]

Merhaba Hocam, İyi akşamlar.

Ben Arif DAMAR, Giresun Bilim ve Sanat Merkezi Bilişim Teknolojileri Öğretmeni olarak görev yapıyorum. Giresun Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği bölümünde yüksek lisans yapıyorum. Geliştirdiğiniz Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeğini tez çalışmam için kullanabilir miyim? Ölçeğin orijinali paylaşırsanız çok sevinirim.

İyi çalışmalar. Kolay gelsin.

...

*** Gönderildiği Yere ***



[Redacted Name]

Sayın hocam

Merhaba. Elbette ilgili ölçeği çalışmamızda kullanabilirsiniz.

İyi çalışmalar dilerim

Dr Hilal KARABULUT

[Android'de Yahoo Postadan gönderildi](#)



...



[Redacted Name]

Sayın hocam

İlgili ölçeğin maddelerini ekte gönderiyorum

Kolaylıklar dilerim



...

Bir ek - Gmail tarafından tarandı



EK-2 Etik Kurulu Onayı



T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu



Sayı : E-50288587-050.01.04-2357
Konu : 06.03.2024 tarihli ve 03/14 sayılı Etik Kurulu Kararı

14.03.2024

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Arif DAMAR'ın 19.02.2024 tarihli başvurusu.

Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz "*Özel Yetenekli Öğrencilere Yönelik Blok Kodlama ile Makine Öğrenmesi Uygulamalarına Dayalı STEM Etkinliği*" başlıklı çalışmanız 06.03.2024 tarihli ve 03/14 sayılı Etik Kurulumuzca değerlendirilmiş olup etik açıdan **uygun** bulunmuştur.

Bilgilerinize sunulur.

Prof. Dr. Eyüp NEFES
Kurul Başkanı

Dağıtım:
Gereği:
Sayın Arif DAMAR

Bilgi:
Sayın Doç.Dr. Necla DÖNMEZ USTA
Sayın Doç.Dr. Necla DÖNMEZ USTA
Sayın Doç.Dr. Necla DÖNMEZ USTA

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 7D40AAEE-B223-47BE-97F8-6856A435C9D7

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/>

Giresun Üniversitesi Rektörlüğü Güre Yerleşkesi Gaziler Mah. Prof.

Bilgi için: Ahmet ÖLKEN

Ahmet Taner Kışlalı Cad. 28200 Merkez/GİRESUN E-Posta Adresi:

Bilg. İşl.

bilgi@giresun.edu.tr İnternet Ağı: www.giresun.edu.tr

Telefon No : (454) 310 10 00 Belgegeçer No : (454) 310 11 19

KEP Adresi : gru@hs01.kep.tr



EK-3 Giresun İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzni



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



Başvuru No: MEB.TT.2024.011888.01

T.C. Kimlik No: 16*****02

Adı Soyadı: ARİF DAMAR

Araştırmanın Adı: ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERE YÖNELİK BLOK KODLAMA İLE MAKİNE ÖĞRENMESİ UYGULAMALARINA DAYALI STEM ETKİNLİĞİ

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Ortaokul Öğrencileri İçin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği, Ortaokul Öğrencilerine Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği, Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu, Görüşme Soruları

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 18.12.2024

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 18.12.2025

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

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
GİRESUN	BİLSEM (Üstün veya Özel Yetenekliler)	Giresun Bilim ve Sanat Merkezi (MERKEZ)	965105

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

Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb.egitimarastirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

Ek-4 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Ölçeği

21 YÜZYIL BECERİLERİ YETERLİLİK ÖLÇEĞİ					
	Kesinlikle Yapamam	Yapamam	Kararsızım	Yaparım	Kesinlikle Yaparım
İletişim					
1. Arkadaşlarıma karşı nazik davranırım.					
2. Arkadaşlarıma karşı anlayışlı davranırım.					
3. Empati kurarım.					
4. Farklı kültürlerdeki insanlara saygı duyarım.					
5. Grup üyeleriyle uyumlu bir biçimde çalışırım.					
6. Arkadaşlarımdan bir konu üzerindeki düşüncelerini dinlerim.					
Bilgi Okuryazarlığı					
7. Benim gibi düşünmeyen kişilerle arkadaşlık yapmak istemem.					
8. Okuduğum her bilginin doğru olduğunu kabul ederim.					
9. Yeni durumlara uyum sağlamada rahat değilimdir.					
10. Teknolojiyi olumsuz amaçlar için kullanırım.					
Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık					
11. Problemin çözümü için uygun yöntemi seçerim.					
12. Benim için doğru olan bir şeyi ispatlamaya gerek yoktur.					
13. Bir problemi çözmek için başka yollar kullanmam.					
14. Ödevlerimi zamanında teslim edemem.					
Yaratıcı Düşünce ve Yenilik					
15. Problemleri çözmede yaratıcı çözümler üretirim.					
16. Özgün fikirler oluşturmak için farklı düşünme teknikleri (beyin fırtınası, altı şapkalı düşünme vb.) kullanırım.					
17. Hayal gücümü kullanarak yeni ürünler (model, materyal, vb.) ortaya çıkarırım.					
18. Derse gelmeden önce konuyla ilgili farklı kaynaklardan (kütüphane, kitap, internet, vb.) araştırma yaparım.					
19. Derslerde öğrendiğim yeni bilgileri önceki bilgilerimle karşılaştırırım.					

20. Zamanımı etkili olarak kullanabilmek için işlerimi (sınav, proje ödevi vb.) planlarım.					
21. Proje ödevimizi grup arkadaşlarımla sınıfa sunarım					
22. Başarılı olmak için kendime hedefler koyarım.					
23. Problemin çözümü için uygun yöntemi kullanamam.					
Bilgi ve Teknoloji Okuryazarlığı					
24. Öğrenme sürecinde teknoloji kullanırım.					
25. Ödevlerimi yaparken internetten nasıl yararlanacağımı bilirim.					
26. İhtiyaç duyduğum bilgiye ulaşırken medyayı kullanırım.					
Liderlik ve Sorumluluk Becerileri					
27. Sınıf içi tartışmalara katılarak fikirlerimi paylaşıyorum.					
28. Arkadaşıma geri bildirim veririm.					
29. Arkadaşıma önerilerine dayalı olarak fikirlerimi değiştirme konusunda esneğimdir.					
30. Eleştirilere açığım.					
31. Kendi özelliklerimi (güçlü ve zayıf yönler) tanırım.					
32. Risk alırım.					
33. Yeteneklerimi geliştirmek için girişimde bulunurum.					
34. Grup çalışmalarında sorumluluk üstlenirim.					

EK-5 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (BİDBÖA)

Ortaokul Öğrencileri İçin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği

Değerli katılımcı, aşağıda yer alan ifadelere ilişkin, her madde içerisinde sunulan 3 seçenekten (Evet-1, Kısmen-2, Hayır-3) size en uygun olanı işaretleyiniz. Tercihlerinizin doğru ya da yanlış olarak bir değerlendirilmesi yapılmayacaktır. İfadelere, düşünerek ve içtenlikle vereceğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.

Sıra No	Soru Metni	Evet	Kısmen	Hayır
Algoritma Tasarlama Yeterliği				
1	Algoritmaların hangi amaçla kullanıldığını anlıyorum.	1	2	3
2	Algoritmanın ne olduğunu biliyorum.	1	2	3
3	Basit algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
4	Koşullu algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
5	Döngü yapısında algoritmalar oluşturabilirim.	1	2	3
6	Algoritma oluştururken mantıksal sorgulama yapabilirim.	1	2	3
7	Bir algoritmanın çıktısının ne olacağını tahmin edebilirim.	1	2	3
8	Algoritmada bulunan hataları ayıklayabilirim.	1	2	3
9	Algoritmaların dijital araçlar için nasıl koda dönüştürüleceğini anlıyorum.	1	2	3
Problem Çözme Yeterliği				
10	Problemi çözüp sonucunu bulduktan sonra yaptığım işlemleri kontrol ederim.	1	2	3
11	Problemi çözüp sonucunu bulduktan sonra yaptığım işlemleri kontrol eder varsa hataları düzeltirim.	1	2	3
12	Bir problemi okuduğumda, çözüm için hangi bilgiye ihtiyacım olduğunu düşünürüm.	1	2	3
13	Problem çözüm sürecinde işlem önceliklerine dikkat ederim.	1	2	3
14	Bir problemi okuduğumda, çözüm için gerekli ve gereksiz olan bilgiyi ayırt edebilirim.	1	2	3
15	Farklı çözüm yollarını inceleyerek daha iyi bir çözüm bulmaya çalışırım.	1	2	3
16	Bir problemi okuduğumda, daha önce çözdiğüm problemleri düşünerek benzerlik ve farklılıklarına göre aralarında ilişki kurarım.	1	2	3
17	Problem çözerken, hangi işlemi neden yaptığımı sürekli sorgularım.	1	2	3
18	Bir problemi çözebilmem için yeterli veri sunulup sunulmadığına karar verebilirim.	1	2	3
19	Bir problem için ürettiğim çözümü farklı problemlere genelleyeabilirim.	1	2	3
Veri İşleme Yeterliği				
20	Verinin ne olduğunu biliyorum.	1	2	3
21	Veri toplamının önemini anlıyorum.	1	2	3
22	Verinin farklı türleri olduğunu (sayı ve metin) farkındayım.	1	2	3
23	Veri ve bilgi arasındaki farklı açıklayabilirim.	1	2	3
24	Problemlerin çözümünde farklı veri türleri kullanılabileceğini biliyorum.	1	2	3
25	Verilerin tablo yapısında daha anlamlı sunulabildiğini biliyorum.	1	2	3
26	Dijital verinin farklı biçimlere dönüşebileceğini biliyorum.	1	2	3
Temel Programlama Yeterliği				
27	Değişkenleri tanımlayıp kullanabilirim.	1	2	3
28	Koşullu yapıları ve döngüleri oluştururken aritmetik operatörleri kullanabilirim.	1	2	3
29	Bir döngüyü sonlandırmak için değişken ve ilişkisel operatörleri kullanabilirim.	1	2	3
30	Farklı kontrol durumları için değişik döngüler oluşturabilirim.	1	2	3
31	Belirli işlemler için hazır fonksiyonları kullanabilirim.	1	2	3
Özgüven Yeterliği				
32	Yönergelerin ve işlem adımlarının önemini biliyorum.	1	2	3
33	Çözümleri göstermek için şemalar kullanabilirim.	1	2	3
34	Aynı problem için farklı çözümler üretebileceğimin farkındayım.	1	2	3
35	Problem çözme sürecinde hatalarımı nasıl düzelteceğimi biliyorum.	1	2	3
36	Dijital araçlar tarafından en iyi başarılan işlemlerin ne olduğunu farkındayım.	1	2	3

EK-6 Yapay Zekâ Metafor Belirleme Formu

Yapay Zeka Metafor Belirleme Formu

Daha önce yapay zekâ ile ilgili eğitim aldınız mı? Eğitim aldıysanız, kimden ve ne eğitimi aldığınızı açıklayınız?

.....
.....

Yapay zekâ gibidir. Çünkü

Yapay zekâ gibidir. Çünkü

Yapay zekâ gibidir. Çünkü

Yapay zekâ denildiğinde aklınızda şekillenen resmi çizerek açıklayınız.

EK-7 Açık Uçlu Anket Formu

Açık Uçlu Anket Formu

1. Kod blokları ile Makine Öğrenimine yönelik gerçekleştirilen STEM uygulamalarını hakkında ne düşünüyorsunuz?
2. Uygulama sürecinde en zorlandığınız etkinlik hangisi oldu? Neden?
3. Uygulama sürecinde en sevdiğiniz etkinlik hangisi oldu? Neden?
4. İleriki dönemlerde bu tür STEM etkinliklerini farklı derslerde de kullanmak ister misin? Hangi dersler? Neden?
5. İleriki dönemlerde yapay zekâ- makine öğrenimi konularında uzmanlaşmak ister misiniz? Neden?

EK-8

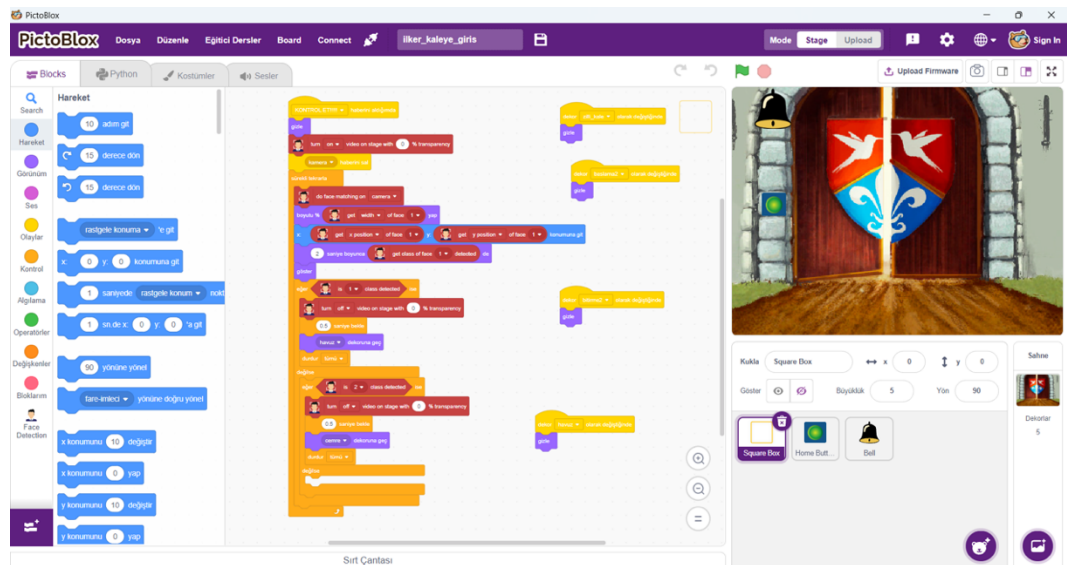
- Arkadaşlarımı Işınlıyorum

“Arkadaşlarımı Işınıyorum” etkinliğine ait görseller aşağıda yer almaktadır.



Arkadaşlarımı Işınıyorum Etkinliğine Ait Görseller

“Arkadaşlarımı Işınıyorum” etkinliğine ait örnek kod bloklarına ait görsel aşağıda yer almaktadır.



Arkadaşlarımı Işınlıyorum Etkinliği Kod Blok Örneği

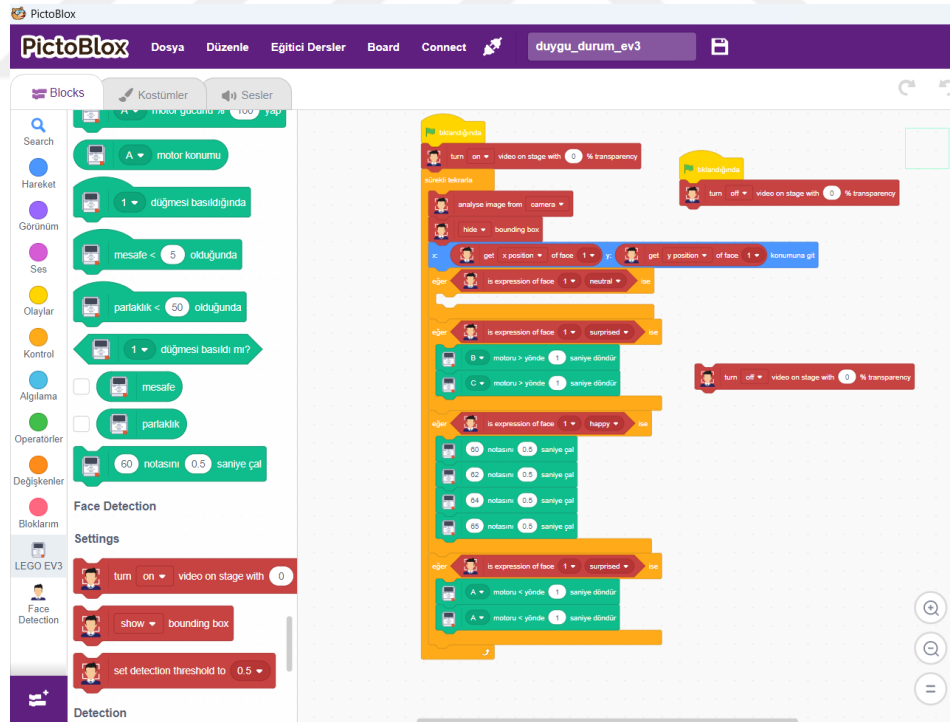
- **Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot**

“Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot” etkinliğine ait görseller aşağıda sunulmuştur.



Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot Etkinliğine Ait Görseller

“Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot” etkinliğine ait örnek kod bloklarına ait örnek aşağıda sunulmuştur.



“Duygu Durumuna Göre Çalışan Robot” Etkinliği Kod Blok Örneği

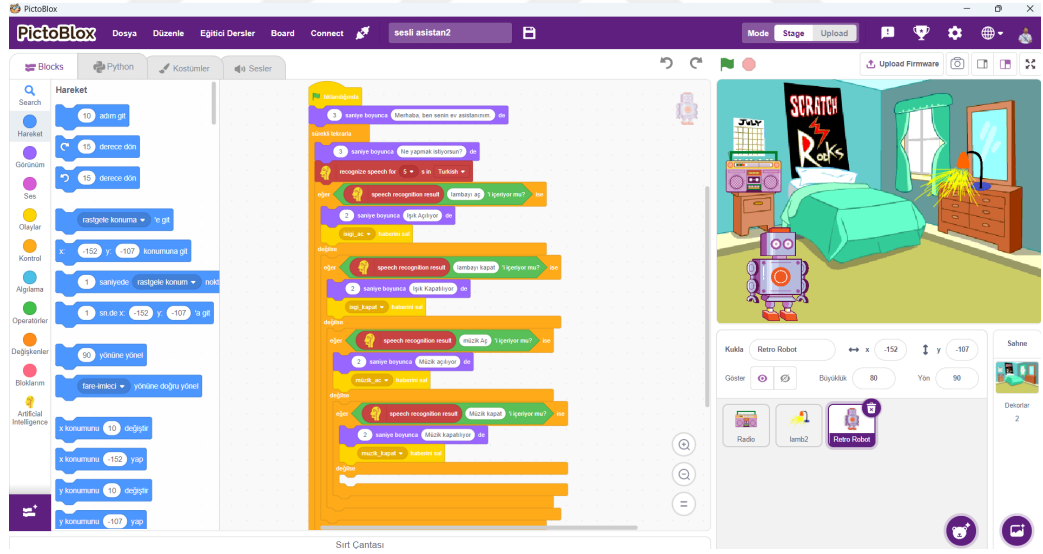
- **Sesli Ev Asistanı**

“Sesli Ev Asistanı” etkinliğine ait görseller aşağıda sunulmuştur.



Sesli Ev Asistanı” Etkinliğine Ait Görseller

“Sesli Ev Asistanı” etkinliğine ait örnek kod blokları aşağıda sunulmuştur.



Sesli Ev Asistanı" Etkinliği Tasarım ve Kod Blok Örneği

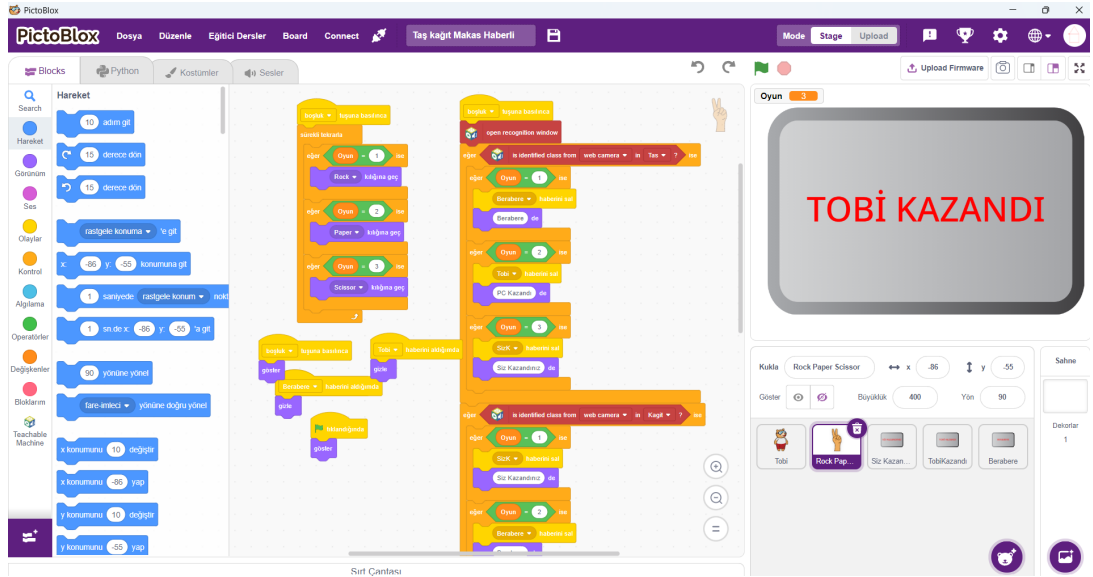
- **Geleneksel Oyun**

Aşağıda “Geleneksel Oyun” etkinliğine ait görseller sunulmuştur.



Geleneksel Oyun" Etkinliğine Ait Görseller

“Geleneksel Oyun” etkinliğine ait örnek kod bloğu örnekler aşağıdaki görselde yer almaktadır.



Geleneksel Oyun" Etkinliğine Ait Örnek Kod Blokları

- **Tanınmış Türk Büyükleri**

“Tanınmış Türk Büyükleri” etkinliğine ait görseller aşağıda yer almaktadır.



Tanınmış Türk Büyükleri" Etkinliğine Ait Görseller

“Tanınmış Türk Büyükleri” etkinliğine ait örnek kod bloklarına ait örnek kodlar aşağıda sunulmuştur.



Tanınmış Türk Büyükleri” Etkinliğine Ait Örnek Kod Blokları

ÖZGEÇMİŞ

Arif DAMAR İlk, orta ve lise eğitimini Bursa'da tamamladı. 2000 yılında Bursa Demirtaşpaşa Meslek Lisesi Bilgisayar Bölümü'nden mezun oldu. 2000 yılında başladığı Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Bölümü'nü 2004 yılında bitirdi. Aynı yıl Millî Eğitim Bakanlığında öğretmen olarak görev yapmaya başladı. 2022 yılında Giresun Üniversitesi Fen Bilimlileri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Halen Millî Eğitim Bakanlığında Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.