



T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**STEM EĞİTİMİNE UYGUN TASARLANAN ROBOTİK KODLAMA
UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ÖZ
YETERLİLİK, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
EĞİLİMİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENES GÜLTEK

Malatya-2025

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**STEM EĞİTİMİNE UYGUN TASARLANAN ROBOTİK KODLAMA
UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ÖZ
YETERLİLİK, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
EĞİLİMİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENES GÜLTEK

Danışman: Doç. Dr. Funda OKUŞLUK

Malatya-2025

	KABUL ONAY FORMU	Doküman No	İNÜ-KYS-FRM-439
		Yayın Tarihi	04.01.2022
Revizyon No			
Revizyon Tarihi			
Sayfa No			
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ			
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ			

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

STEM EĞİTİMİNE UYGUN TASARLANAN ROBOTİK KODLAMA
UYGULAMALARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ÖZ
YETERLİLİK, ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
EĞİLİMİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

DANIŞMAN

Doç. Dr. Funda OKUŞLUK

HAZIRLAYAN

Enes GÜLTEK

Jürimiz tarafından 30/01/2025 tarihinde yapılan değerlendirme sonucunda bu araştırma raporu **oybirliği/oyçokluğu** ile başarılı bulunarak Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri, Unvanı Adı Soyadı

1. Prof. Dr. Erdal CANPOLAT

2. Doç. Dr. Metin KAPIDERE

3. Doç. Dr. Funda OKUŞLUK

İmza

.....

.....

.....

ONAY

Bu Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla da uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Eyüp İZCİ
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

"Doç. Dr. Funda OKUŞLUK' un danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım **“STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM Öz yeterlilik, Eleştirel Düşünme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Eğilimine Etkisinin Belirlenmesi”** başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

ENES GÜLTEK

ÖN SÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca her türlü akademik katkıyı sağlayan, çalışmamın uygulama sürecinin her adımında ve karşılaşılan problemlerde desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden değerli danışmanım Doç. Dr. Funda OKUŞLUK' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, hayatım boyunca her konuda yanımda olan, maddi ve manevi destekleriyle bugünlere gelmemi sağlayan, sevgilerini ve fedakârlıklarını her zaman hissettiren sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.



ÖZET

STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM Öz yeterlilik, Eleştirel Düşünme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Eğilimine Etkisinin Belirlenmesi

GÜLTEK, Enes

Yüksek Lisans Tezi,

İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Funda OKUŞLUK

MART -2025 xiii+89 sayfa

STEM uygulamaları, 21. yüzyıl becerilerini kapsayan etkili bir eğitim yaklaşımı olarak giderek artan bir ilgi görmekte ve özellikle fen bilimleri eğitiminde öğretmenler ve öğrenciler için önemli avantajlar sunmaktadır. STEM eğitimi, eleştirel düşünme becerisi, bilgi işlemsel düşünme eğilimi gibi öz yeterlilik gelişimine de katkı sağlayarak bireyleri geleceğin bilim ve teknoloji dünyasına hazırlamaktadır. Bu tez çalışmasında, STEM eğitime uygun robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM öz yeterliliklerine etkisini incelemek, öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkilerini belirlemek ve öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme eğilimlerini nasıl etkilediğini analiz etmek amaçlanmıştır.

Çalışmanın yöntemi, nicel araştırma yöntemidir ve ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel aşamasında, deney ve kontrol grupları oluşturulurken uygun örneklem ve amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, her bir grupta 20 fen bilgisi öğretmen adayı yer almıştır. Nicel veri toplama araçları olarak “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği”, “Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği” ve “STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği” kullanılmıştır.

Deney grubunda bulunan öğretmen adayları ile robotik ve kodlama temelli STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar deney grubunda 8 hafta sürmüştür. Uygulamalardan önce ve sonra her iki gruba veri toplama araçları ön test ve son test

olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular nicel veri analizine tabi tutulmuş ve betimleyici ile çıkarımsal istatistik yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının STEM ile ilgili genel olarak olumlu görüşlere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, STEM eğitime uygun şekilde tasarlanmış robotik kodlama etkinliklerinin, öğretmen adaylarının robotik ve kodlamaya yönelik tutumlarına olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu uygulamaların öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme ve STEM öz yeterliliklerini de olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: STEM , Öğretmen Adayı, Bilgi İşleme, Öz yeterlilik, Eleştirel Düşünme



ABSTRACT

Determining the Impact of Robotics Coding Applications Designed According to STEM Education on Pre-Service Teachers' STEM Self-Efficacy, Critical Thinking, and Computational Thinking Tendencies

GÜLTEK, Enes

Master's Thesis,

Inönü University, Institute of Educational Sciences, Department of Mathematics and Science Education

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Funda OKUŞLUK

March 2025 xiii+89 pages

STEM practices are gaining increasing attention as an effective educational approach that encompasses 21st century skills and offers significant benefits to teachers and students, especially in science education. STEM education prepares individuals for the future world of science and technology by contributing to the development of self-efficacy such as critical thinking skills and computational thinking tendencies. In this dissertation study, it was aimed to examine the effects of robotic coding applications suitable for STEM education on pre-service teachers' STEM self-efficacy, to determine their effects on pre-service teachers' critical thinking skills, and to analyze how they affect pre-service teachers' computational thinking dispositions.

The method of the study is a quantitative research method and a quasi-experimental design with a pretest-posttest control group was used. In the quantitative phase of the study, criterion sampling, which is one of the appropriate sampling and purposive sampling methods, was preferred in forming the experimental and control groups. Accordingly, 20 science teacher candidates were included in each group. The "Computational Thinking Scale", "Marmara Critical Thinking Dispositions Scale" and "STEM Applications Pre-service Teachers Self-Efficacy Scale" were used as quantitative data collection instruments.

Robotics and coding based STEM activities were carried out with pre-service teachers in the experimental group. The applications lasted for 8 weeks in the experimental group. Data collection instruments were administered to both groups as pre- and post-tests before and after the applications. The results of the research were subjected

to quantitative data analysis and evaluated using descriptive and inferential statistical methods. The findings show that pre-service teachers have generally positive views of STEM. Furthermore, it was found that robotics coding activities designed in line with STEM education contributed positively to pre-service teachers' attitudes towards robotics and coding. These practices were also found to have a positive impact on pre-service teachers' critical thinking, computational thinking and STEM self-efficacy.

Keywords: STEM, Pre-Service Teacher, Information Processing, Self-Efficacy, Critical Thinking



İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	4
1.3 Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Problem Cümlesi.....	6
1.5. Alt Problemler.....	6
1.6. Sınırlılıklar	6
1.7. Sayıtlar	6
1.8. Tanımlar	7

BÖLÜM 2

KURAMSAL BİLGİLER ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 STEM.....	9
2.1.1 STEM' in Ortaya Çıkışı.....	9
Bilim ve Fen (Science) :	10
Teknoloji (Technology):	11
Mühendislik (Engineering):	11
Matematik (Mathematics):.....	11
2.2 STEM Eğitimi	12
2.2.1 İzole STEM Yaklaşımı	12

2.2.2 Gömülü STEM Yaklaşımı	12
2.2.3 Entegre STEM Yaklaşımı	13
2.3. Dünyada STEM.....	13
2.4. Türkiye’de STEM	15
2.5.Robotik Kodlama	17
2.5.1. Robotik	17
2.5.2. Kodlama	18
2.5.3. Robotik ve Kodlama Eğitimi	19
2.5.4. STEM Eğitimi ve Eğitsel Robotik Uygulamalar	21
2.6. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	22
2.6.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Tanımı ve Kapsamı	22
2.6.2. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Temel Bileşenleri.....	23
2.7. Eleştirel Düşünme Becerisi	24
2.8 Türkiye de Yapılan İlgili Araştırmalar.....	24
2.8.1. STEM Uygulamaları ile İlgili Araştırmalar	24

BÖLÜM 3

YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Modeli	26
3.2 Araştırma Grubu (Evren-Örnekleme)	26
3.3 Veri Toplama Süreci	27
3.4 Veri Toplama Araçları	27
3.4.1 Nicel Veri Toplama Araçları	27
3.4.1.1 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği	27
3.4.1.2 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği	28
3.4.1.3 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği	29
3.5.Araştırma Çalışma Planı ve Uygulama Basamakları	29
3.5.1. STEM Temelli Etkinlik Planları.....	29
3.5.1.1. STEM eğitimi haftalık eğitim ders planı:	30
3.5.2. STEM Temelli Yapılan Deneysel Etkinlikler	35
3.5.2.1 Hava Kalite Cihazı	35
3.5.2.2 ÇÖP AYIRMA ROBOTU.....	38

3.5.2.3 SU HASADI.....	41
3.5.2.4 YEŞİL DALGA.....	44
3.6. Verilerin Analizi.....	47
3.6.1. Nicel Verilerin Analizi	47
3.7. Araştırmanın Geçerliliği.....	47

BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUM

4.1 Betimsel İstatistiklere İlişkin Bulgular.....	49
4.2. Araştırmada Problemlere Yönelik Bulgular.....	57

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Araştırma Problemlerine Yönelik Sonuçlar	62
5.1.1 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma .	63
5.1.2 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma.....	64
5.1.3 STEM Öz Yeterlilik Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma.....	64
5.2 Öneriler	65
KAYNAKÇA.....	67
EKLER.....	75
EK 1: Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği	75
EK 2: Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği	76
EK 3 : STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği	78
EK 4 : HAVA KALİTESİ İZLEME CİHAZI.....	79
EK 5 : ÇÖP AYIRMA ROBOTU	82
EK 6: SU HASADI	84
EK 7 : YEŞİL DALGA	86
EK 8 ÖLÇEK İZİNİ.....	89
EK 9 ETİK KURUL İZİNİ.....	90

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Öğretmen Adaylarının Deney ve Kontrol Grubu Cinsiyet Dağılımı	27
Tablo 2 Bilgi işlemsel düşünme ölçeği değerlendirme aralıkları	28
Tablo 3 Marmara eleştirel düşünme ölçeği değerlendirme aralıkları	28
Tablo 4 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	49
Tablo 5 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları	50
Tablo 6 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	51
Tablo 7 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanları normallik testi sonuçları	52
Tablo 8 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön test grup istatikselleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	52
Tablo 9 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları	53
Tablo 10 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	54
Tablo 11 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanları normallik testi sonuçları ...	55
Tablo 12 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Ön test grup istatikselleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	55
Tablo 13 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları	56
Tablo 14 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Son test grup istatikselleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları	56
Tablo 15 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Son test puanları normallik testi sonuçları	57
Tablo 16 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu	58
Tablo 17 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği fark test uygulama sonucu ...	58
Tablo 18 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu	59

Tablo 19 <i>Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin deney ve kontrol grubu arası fark uygulama sonucu</i>	60
Tablo 20 <i>STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu</i>	60
Tablo 21 <i>STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeğinin deney ve kontrol grubu arası fark uygulama sonucu</i>	61



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: İzole STEM Yaklaşımı	12
Şekil 2: Entegre STEM Yaklaşımı	13
Şekil 3: Giriş ve Temel Kavramlar dersi	30
Şekil 4: 2.ve 3. Hafta algoritma dersi ve uygulama	31
Şekil 5: 4.Hafta uygulama.....	32
Şekil 6: 5.Hafta Uygulama.....	32
Şekil 7: 6. Hafta Uygulama.....	33
Şekil 8: 7. ve 8. Hafta Uygulama	34
Şekil 9: Hava Kalite Cihazı.....	37
Şekil 10: Çöp ayırma robotu	40
Şekil 11: Su hasadı.....	44
Şekil 12: Yeşil dalga	47

KISALTMALAR LİSTESİ

AAAS	: American Association for the Advancement of Science
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BİDÖ	: Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MEDEÖ	: Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği
OECD	: Organisation for Economic Co operation and Development
PISA	: Programme for International Student Assesment
PwC	: PricewaterhouseCoopers
STEM	: Science, Technology, Engineering and Math
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği
YÖK	: Yüksek Öğretim Kurulu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sınırlılıkları ve tanımları yer almaktadır.

1.1 Problem Durumu

İnsanlık, varoluşundan itibaren merak duygusunu da beraberinde taşımış ve bu duygu, bilme, anlama, araştırma ve inceleme çabalarını tetiklemiştir. Bu çabalar, bireyin yaşadığı toplumla olan etkileşimini güçlendirmiştir. Merak sayesinde edinilen bilgiler, insan ve toplum arasındaki değişim ve gelişimi şekillendirmiştir (Kurtbaş, 2011). Günümüzde ise ülkeler, yenilikçi adımlar atarak ilerlemek için bilimsel araştırmalar yapmaya, hızla değişen bilim ve teknolojiye uyum sağlamaya ve bu doğrultuda çalışmalar yürütmeye büyük önem vermektedir (Aydınlı & Avan, 2017).

Bilim ve teknolojideki gelişmeler, insan ihtiyaçlarını dönüştürerek yaşam standartlarının yükselmesine katkıda bulunmuştur. Bu değişimle birlikte, ortaya çıkan ihtiyaçları karşılamak için birçok yeni meslek dalı doğmuştur. Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanındaki çalışmaların artması, ülkeleri ekonomik kalkınmalarını desteklemek amacıyla eğitim programlarını bu alanlara yönelik olarak geliştirmeye yöneltmiştir (Yıldırım, 2016). Küresel rekabet ortamında var olabilmek, çağın gereksinimlerine uygun iş fırsatları sunabilmek, güçlü bir ekonomiye sahip olmak ve bunun temelinde teknolojik ilerlemelere hâkim, üretken bireyler yetiştirebilmek için toplumlar, eğitim programlarını bu doğrultuda yenilemektedir (Şad & Arıbaş, 2010).

Teknolojideki ilerlemelerin ve rekabetin tetiklediği yeni arayışlar, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) eğitimde reform hareketlerini ortaya çıkarmıştır. Bu reformlar, çeşitli yeni eğitim yaklaşımlarının doğmasını sağlamıştır. Bu yaklaşımlardan biri de STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitim modelidir. STEM, bireylerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasını ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetkin hale gelmelerini hedefleyen bir eğitim anlayışıdır. 1985 yılında başlatılan ve AAAS'in Proje 2061 girişiminin bir parçası olan “Tüm Amerikalılar İçin Bilim” inisiyatifi, STEM eğitiminin

önemini vurgulamış ve halkın bu eğitim modeline erişimini desteklemiştir (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012). ABD'nin yanı sıra Singapur, Çin, Finlandiya, Japonya, Hindistan ve İngiltere gibi birçok ülkede STEM eğitim yaklaşımı ile çalışmalar yapmaktadır (Eroğlu & Bektaş, 2016). Türkiye'nin de teknoloji, inovasyon ve dijitalleşmenin şekillendirdiği küresel ekonomide rekabet edebilmek için STEM eğitimi uygulayan ülkeler arasında yerini almıştır (Ekmekçi, 2022). STEM eğitiminin var olması ve yaygınlaşması iş hayatının multidisipliner yapı çerçevesinde evrimleşmesinden kaynaklanmaktadır. Öngörüler, Çin ve Hindistan'daki STEM alanlarındaki mezun sayısının benzer bir artış oranıyla devam etmesi durumunda, 2030 yılı itibarıyla OECD ve G20 ülkelerinin toplam STEM işgücü ihtiyacının %60'ının bu iki ülke tarafından karşılanabileceğine işaret etmektedir (OECD, 2015). PricewaterhouseCoopers (PwC) tarafından yapılan analizlere göre, Türkiye'deki STEM alanlarındaki istihdam oranı 34 milyonluk toplam istihdamın yaklaşık 3,5 milyonunu kapsadığı tahmin edilmektedir. Ayrıca, 2016-2023 döneminde STEM istihdam talebinin yaklaşık 1 milyona ulaştığı öngörülmektedir. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için lisans ve yüksek lisans mezunlarına dayalı olarak hesaplandığında ise yaklaşık %31 oranında bir arz açığı oluşacağı belirtilmektedir. OECD tarafından en son 2014 yılında yayımlanan veriler temel alındığında, belirli ülkelerin mezuniyet oranlarına ilişkin dağılımlar Grafik de sunulmuştur. Türkiye'de STEM alanlarındaki mezunların toplam mezunlara oranı %17 olarak tespit edilmiştir. Bu oran, Brezilya'nın %16'luk oranını geride bırakmakla birlikte, ABD (%17) ve Avustralya (%17) ile benzer bir seviyededir. Ancak Türkiye, bu oranla listelenen diğer OECD ülkelerinin gerisinde kalmaktadır (Pwc, 2023).

Türkiye'nin 21. yüzyıl becerilerindeki ilerleme kaydetmesi, OECD ülkelerini geçme potansiyelini artırabilir. 2023 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) sonuçları, bu hedefin önemini vurgulamaktadır. Türkiye, TIMSS 2023'te matematik ve fen alanlarında önceki yıllara göre dikkate değer bir gelişim göstermiştir. Bu ilerleme, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerinin eğitim politikalarında ve uygulamalarında önceliklendirilmesi ile daha da hızlandırılabilir.

TIMSS 2023 sonuçlarına göre, Türkiye'nin özellikle fen bilimlerinde üst düzey yeterlilik gösteren öğrenci oranını artırdığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu oran hâlâ OECD ülkelerinin ortalamasının gerisindedir. Türkiye'nin bu farkı kapatabilmesi ve hatta OECD ülkelerini geride bırakabilmek için eğitim sisteminde teknoloji entegrasyonu, STEM odaklı müfredat geliştirme ve öğretmen eğitimi gibi alanlara yoğunlaşılması gereklidir.

Bilim ve teknoloji uygulamalarının, 21. yüzyıl becerileri arasında yer alan eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme ve yaratıcı düşünme gibi yetkinlikler ile akademik başarı, tutum, motivasyon ve öğrenme kalıcılığı üzerindeki etkileri çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Ayyıldız & Yılmaz, 2021; Abanoz & Deniz, 2019). 21. yüzyılda yaşanan değişimler, eğitim bilimleri alanında yaparak ve yaşayarak öğrenme, buluş yoluyla öğrenme, teknoloji okuryazarlığı temelli öğrenme ve probleme dayalı öğrenme gibi yöntemleri ön plana çıkarmıştır (Roberts, 2012; Yıldırım, 2016; Yılmaz, 2021).

Bu süreçte öğrenme ortamlarının rolü büyük önem taşımaktadır. Çocukların gelişim seviyelerine uygun, kendilerini rahatça ifade edebilecekleri, hayal dünyalarını sınırlamayan ve problem çözme becerilerini harekete geçiren öğrenme ortamlarının okul öncesinden itibaren hazırlanması gerekmektedir (Akbiyık & Kalkan-Ay, 2014). Bu tür ortamlarda hedeflenen davranışlar ve kazanımlara uygun yaklaşımlar, çocuklarda eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, yenilikçilik, bilgi ve teknoloji okuryazarlığı, iletişim, iş birliği, üretkenlik ve girişimcilik gibi birçok 21. yüzyıl becerisinin gelişimini desteklemektedir (Partnership for 21st Century Skills [P21], 2009).

Teknolojinin gelişimi ve problemlerin bilgisayar desteğiyle çözülmesi gerekliliği, bilgi işlemsel düşünme becerisini öne çıkarmıştır. Bu beceri, yalnızca sayısal ve bilgisayarla ilgili alanları değil, dijital kimliğe sahip her bireyi ilgilendirmektedir (Wing, 2006; Avan, Gülgün, Yılmaz, Ertuğrul Akyol & Doğanay, 2019). Bilgi işlemsel düşünme, okul öncesinden başlayarak her yaş grubunda kazandırılabilir bir beceri olarak tanımlanmış ve 2010 yılından itibaren bu alana yönelimin arttığı gözlemlenmiştir (Koç & Büyük, 2013; Ertuğrul-Akyol, 2020).

STEM eğitimi, günlük yaşamla bağlantılı olarak farklı disiplinleri bir araya getiren, üst düzey ve eleştirel düşünme becerilerini geliştiren nitelikli bir öğrenme süreci sunmaktadır (Yıldırım & Altun, 2015). Günlük hayatta karşılaşılan problemlere etkili çözümler üretebilmek ve bu çözümlere eleştirel bir bakış açısı kazandırmak, bireylerin ülkesine katkı sağlayan üretici bir kimlik geliştirmesini sağlamaktadır. Eğitim sürecinde teorik bilginin yaşamla ilişkilendirilmesi temel bir gereklilik olup, bu süreçte öğretmenlerin donanımlı bilgi ve becerilere sahip olması kritik bir öneme sahiptir. Bu niteliğe sahip öğretmenlerin gelişen teknolojiyi yakından takip etmeli ve STEM eğitimi gerekliliği olan teknoloji ayağını günlük yaşamlarına yarar sağlayacak şekilde bilgi ve yetenek envanterlerine eklemelidir.

Robotik kodlama, 21. yüzyıl becerilerine sahip, karşılaştığı problemleri çözebilen, teknolojiyi etkili kullanabilen ve ürün geliştirme yeteneklerine sahip bireylerin eğitiminde önemli bir yer tutmaktadır. STEM Eğitimi kapsamında robot programlamanın öğretilmesi, günümüzde önemli ve vazgeçilmez konulardan biri haline gelmiştir. Robot teknolojisinin gelişimine yapılan yatırımlar, artırılan maddi kaynaklar ve yapılan araştırmalar sayesinde, yeni iş olanakları ortaya çıkmış ve hayal gücünün önemi vurgulanmıştır.

Eğitim sisteminde, ezberci anlayış yerine, eleştirel düşünme ve sorgulama yeteneklerine sahip bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bunun için erken yaşlardan itibaren robotik kodlama eğitimi verilerek, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır. Öğretmen adayları, bu sürecin tam merkezinde yer almakta ve robotik kodlama, sadece bilgisayar bilimleriyle sınırlı kalmayıp, disiplinler arası etkileşim (STEM) yönüyle de önem taşımaktadır.

Robotik kodlama eğitiminin nasıl uygulanabileceğiyle ilgili görüşler, eğitim öğretim yılı içerisinde nasıl bir içerik ve yaklaşım izlenmesi gerektiği üzerine yapılmıştır. Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları ve dijital çağa uyum sağlamaları gerekliliği vurgulanmıştır (Güleryüz vd., 2020). Fen bilimleri ile robotik kodlama arasındaki ilişkiye bakıldığında, fen bilimlerinin birçok konusunun soyut kavramlar içerdiği görülmektedir. Geçmişte, ilkokulda sayı saymayı öğrenirken kullanılan somut cisimler (fasulye, ceviz gibi) gibi yöntemler, soyut kavramları öğrenmek için en anlaşılır araçlar arasında yer alıyordu. Günümüzde ise hızla dijitalleşen dünyada, soyut kavramları somutlaştırmak ya da görsel hale getirmek için yeni araçlar ve teknolojiler kullanılmaktadır. Öğrenmeyi kolaylaştıracak araçlardan en önemlisi bilgisayar ve sonra internet olmuştur. Günümüzde ise daha özel bir alan olan kodlama ön planda yer almaktadır (Güleryüz vd., 2020).

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, STEM eğitime uygun robotik kodlama uygulamalarının, öğretmen adaylarının STEM öz yeterliliklerine etkisini incelemek, öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkilerini belirlemek ve öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme eğilimlerini nasıl etkilediğini analiz etmek amaçlanmıştır.

1.3 Araştırmanın Önemi

21.yüzyıl, teknolojik gelişmelerin hızla yaşandığı ve toplumların bu değişimlere ayak uydurmak zorunda kaldığı bir dönem olmuştur. Bu hızlı değişim süreci, ülkelerin teknolojiyi yönlendirebilecek nitelikli insan gücüne olan ihtiyacını artırmıştır. Bu doğrultuda, birçok ülke eğitim politikalarını yeniden düzenleyerek bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM)

alanlarına odaklanmış; bu disiplinlerin entegrasyonu ile STEM adı verilen yenilikçi bir eğitim modeli geliştirilmiştir. STEM eğitimi, teknolojik gelişmelere yön vermede kritik bir rol oynaması nedeniyle ulusal ve uluslararası düzeyde stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye'de de STEM eğitimi üzerine son yıllarda önemli çalışmalar gerçekleştirilmiş olmakla birlikte, özellikle öğretmen adaylarına yönelik STEM uygulamaları sınırlı düzeyde kalmıştır. Yapılan sınırlı çalışmalardan, Ateş ve Gül (2023), Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Öz-Yeterlik ve Endişe Düzeylerini ölçmek için yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarından yetkin olduğu konusunda olumlu yönde geri dönüş almışlardır. Gürsoy ve Çinici'nin (2019) yaptığı çalışmada bilim şenliklerinin Fen Bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalığı için olumlu yönde etkisi olduğu görülmüştür. Azamet ve Yalçın (2020), okul öncesi öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin mesleki tutumlarına olumlu yönde etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmalar öğretmen adayları ile yapılan STEM eğitim ve etkinliklerinin mesleki hayatlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Literatürdeki bu çalışmalar öğretmen adaylarını mesleki yönde olumlu bir etki gösterdiği görülmüştür.

Hayata geçirilen bu tez çalışması ile öğretmen adaylarının var olan diğer çalışmaların sonucu gibi kendilerini geliştirmeleri ile sonuçlanacaktır. Öğretmen adaylarının multidisipliner yapısı ile var olan yenilikçi eğitim sistemi olan STEM eğitimi ile öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel düşünme ve STEM özyeterliliklerini geliştirme amaç edinildi.

Öğretmen adayları için STEM eğitimi hem kendi mesleki gelişimleri hem de öğrencilerini 21. yüzyıl becerileriyle donatmaları açısından kritik öneme sahiptir. STEM eğitiminin öğretmen adayları için multidisipliner düşünme becerisini kazandırır, problem çözme yeteneğini geliştirir ve dijital araçları eğitimde bilinçli bir şekilde kullan konusunda kendini geliştirir. STEM eğitimi ile aynı zamanda 21. Yüzyıl'da öğretmen adaylarında olması gereken bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme yeteneğinin ve öz yeterlilik gibi özelliklerin gelişmesini sağlar. Bilgi işlemsel düşünme ile öğretmen adayları problem çözme yeteneği gelişir, eleştirel ve analitik düşünmeyi güçlendirir, eleştirel düşünme ile etkili kararlar almayı, öğrencilere rehberlik etmeyi ve sürekli gelişmeyi destekler ve STEM özyeterliliğinin gelişmesi ile öğretmen adaylarının hem mesleki güvenlerini artırmak hem de öğrencilerine etkili bir eğitim olanağı sunması için önemlidir.

1.4. Problem Cümlesi

“STEM Eğitimine Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM Öz yeterlilik, Eleştirel Düşünme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Eğilimini nasıl etkilemektedir?” sorusu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

1.5. Alt Problemler

Araştırmanın alt problemleri aşağıda ifade edildiği gibidir:

1. STEM eğitimine uygun tasarlanmış robotik kodlama etkinlikleri uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının STEM Öz yeterlilikleri üzerinde nasıl etki göstermektedir?
2. STEM eğitimine uygun tasarlanmış robotik kodlama etkinlikleri uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının Eleştirel Düşünme Eğiliminde nasıl etki göstermektedir?
3. STEM eğitimine uygun tasarlanmış robotik kodlama etkinlikleri uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Eğiliminde nasıl etki göstermektedir?

1.6. Sınırlılıklar

- Gerçekleştirilen uygulamalar, robotik, kodlama, yazılım ve STEM etkinlikleri ile sınırlandırılmıştır.
- Araştırma, birbirinden bağımsız olarak oluşturulan deney ve kontrol grupları ile sınırlandırılmıştır.
- Bu araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılında Malatya ilinde bir devlet üniversitesinin birinci, ikinci ve üçüncü sınıfında öğrenim gören 40 fen bilimleri öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- Yapılan çalışma hafta bir gün 6 saat olmak üzere 8 haftada yapılan eğitimle sınırlıdır.

1.7. Sayılılar

1. Araştırmanın literatür kısmında yer verilen kaynak kitaplar, makaleler ve internet kaynaklarındaki bilgiler, araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini destekleyecek şekilde yeterli ve tarafsız bir şekilde sunulmuştur.
2. Araştırma sürecinde öğretmen adaylarının düşünce ve görüşlerine yer verilmiş olup, bu bilgiler hem tarafsız bir yaklaşımla değerlendirilmiş hem de gerçek durumu yansıtmaktadır.

3. STEM eğitimine uygun olarak tasarlanmış robotik kodlama etkinliklerinde, öğretmen adaylarının robotik ve kodlamaya yönelik STEM öz yeterlilik, eleştirel düşünme ve eğilimlerinin bireysel farklılıklar gösterebileceği varsayılmaktadır.

1.8. Tanımlar

STEM: STEM, bilim (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) alanlarının disiplinler arası bir yaklaşımla bir araya getirildiği bir eğitim modelidir. Bu model, bireylerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirerek, küresel sorunlara yenilikçi çözümler sunabilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. STEM eğitimi, özellikle 21. yüzyılın teknolojik ve toplumsal gereksinimlerine yanıt vermek üzere tasarlanmış bir paradigma olarak, bireylerin bilimsel okuryazarlığını artırmayı ve onların mühendislik ile teknoloji alanlarında üretken bireyler olmasını teşvik etmektedir (Bybee, 2010).

Kodlama: Kodlama, bir problemin çözümü için gerekli adımları belirli bir mantık çerçevesinde yapılandırarak, bu adımları bir bilgisayarın anlayabileceği bir dilde ifade etme sürecidir. Bu süreç, bireylerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefler ve problem çözme yeteneklerini güçlendiren bir araç olarak öne çıkar. Kodlama eğitimi, bireylere dijital çağın gerekliliklerine uygun beceriler kazandırarak, teknolojiyi tüketen bireylerden çok üreten bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Grover & Pea, 2013).

Robotik: Robotik, insan işlevlerini taklit edebilen veya belirli görevleri yerine getirebilen mekanik sistemlerin tasarımı, üretimi ve programlanmasını içeren bir disiplindir. Eğitimde robotik, öğrencilere mühendislik tasarımı, algoritmik düşünme ve problem çözme becerileri kazandırmayı hedefleyen bir araç olarak öne çıkar. Robotik etkinlikleri, öğrencilerin teori ve pratiği birleştirerek STEM alanlarındaki bilgi ve becerilerini uygulamalı olarak geliştirmelerine olanak sağlar (Mataric, 2004).

Öz Yeterlilik: Öz yeterlilik, bireylerin belirli bir görevi ya da durumu başarıyla yerine getirebileceklerine olan inançlarını ifade eder. Bandura'nın sosyal bilişsel teorisine dayanan öz yeterlilik, bireyin geçmişteki başarı deneyimleri, başkalarının deneyimlerinden öğrenme, sosyal geri bildirimler ve duygusal durumlar gibi faktörlerden etkilenir (Bandura, 1997).

Eleştirel Düşünme: Eleştirel düşünme, bireylerin bilgi ve argümanları sorgulayıcı bir şekilde analiz ederek, değerlendirme yapma ve mantıksal sonuçlara ulaşma sürecini ifade eder.

Bu süreç, kanıtlara dayalı akıl yürütme, önyargılardan arınma, tutarlı karar verme ve açık bir şekilde iletişim kurma becerilerini içerir (Ennis, 1985).

Bilgi İşlemsel Düşünme: Bilgi işlemsel düşünme (computational thinking), problemlerin analitik bir yaklaşımla ele alınması, çözümlerinin algoritmalar ve hesaplama süreçleri ile ifade edilmesi sürecidir. Bu düşünme biçimi, problem çözme, veri analizi, soyutlama, modelleme ve algoritma geliştirme gibi temel becerileri içerir (Wing, 2006).



BÖLÜM 2

KURAMSAL BİLGİLER ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde ilgili kuramsal bilgiler verildikten sonra araştırma konusuyla ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1 STEM

2.1.1 STEM' in Ortaya Çıkışı

21. Yüzyıl'a beraber gelen teknolojik de ki gelişimler birçok ülkeyi yakından ilgilendirmektedir. Her bir yeniliği yakalayan ülke kendi ekonomisini bir adım öne çıkaracak fırsatı yakalamakta istemekte bu rekabetli yarışta zamanı değerli kullanmak çok önemli rol oynamaktadır. Zamanı en rahat kullanabilmek ve teknolojik gelişimleri en iyi şekilde sürdürmek için nitelikli insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Gelişen ülkeler bu gücü elde etmek için eğitim de yapılacak yenilikçi ve etki reform ile bu ihtiyacı karşılamak istemektedir. Bu alanda, Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere Hindistan, Çin, Rusya ve Almanya gibi ülkeler öncü bir rol üstlenmiş, STEM eğitimi ve kodlama gibi yenilikçi eğitim yaklaşımlarının geliştirilmesinde önemli katkılar sağlamışlardır. Bu ülkeler, ulusal eğitim politikalarını ve stratejilerini bu doğrultuda şekillendirerek, küresel ölçekte liderlik etmektedir (Akgündüz ve Ertepinar, 2015: 10).

Değişen koşullara uyum sağlamak amacıyla, ülkeler eğitim programlarını yeniden yapılandırarak farklı içerikler geliştirmeye yönelmişlerdir. Bu bağlamda, öncelikli olarak ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde mühendislik eğitiminin öğretilmesi ve yaygınlaştırılması üzerine çalışmalar başlatılması düşünülmüştür. Bu yaklaşım, bireylerin erken yaşlardan itibaren mühendislik kavramlarıyla tanışmasını ve bu alandaki temel becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir(Katehi vd., 2009). Okullar, mühendislik eğitimi anlayışını daha fazla desteklemek amacıyla, genellikle ders saatleri dışında düzenlenen okul sonrası programlar aracılığıyla bu hedefi gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Bu çerçevede, informal eğitim kurumları mühendislik eğitimi ile ilgili çeşitli destek programları geliştirmeye başlamıştır. Mühendislik eğitiminin önemine vurgu yapılan bu süreçte, mühendisliğin bilim, teknoloji ve matematikle bir araya geldiğinde daha etkili bir eğitim modeli sunabileceği düşüncesi benimsenmiştir. Bu

doğrultuda, disiplinler arası bir yaklaşım olarak STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) modeli ortaya çıkmış ve eğitim sistemlerinde giderek daha fazla benimsenmeye başlanmıştır(Bybee, 2013).

STEM, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını disiplinler arası bir bütünlük içerisinde ele alan ve uygulamaya dayalı öğrenmeyi ön planda tutan bir eğitim yaklaşımıdır. Bu model, öğrencilerin karşılaşabilecekleri karmaşık problemleri çözmek için farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerileri bir araya getirmelerine olanak tanır. Ayrıca, STEM eğitimi sayesinde bireyler, analitik düşünme, yaratıcılık ve mantıksal akıl yürütme gibi temel becerileri kazanırken, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanma yetkinliği de geliştirirler (Sanders, 2009).

Birçok ülkede olduğu gibi STEM eğitimi alanında, Türkiye'de de çeşitli araştırmalar yürütülmektedir. Bu araştırmalar kapsamında, STEM eğitimiyle ilgili makale, tez, rapor ve bildiri türünde akademik çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu tür yayınlar, STEM eğitiminin teorik temellerini güçlendirmekle birlikte uygulamalı boyutuna ilişkin önemli katkılar sunmaktadır (Altaş, 2018; Arslan, 2018; Ekmekci, 2022; Ensari, 2017; Güleriyüz & Dilber, 2021; Kundakcı, 2021; Türk, 2019). Türkiye de genellikle çalışmalarda FETEMM şeklinde kısaltmalar bulunmaktadır. 21.Yüzyıl becerilerinin en güzel ve interaktif olarak hayata geçmesini sağlayacak dört ana temel alanın bir çatı altında bulunması şekillenen multidisipliner yenilikçi eğitim sistemidir. Bu temel alanlar;

Bilim ve Fen (Science) :

Alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde , STEM kısaltmasındaki *Science* teriminin Türkçeye çevrilmesi konusunda farklı görüşlerin bulunduğu görülmektedir (Kocaman, 2021; Yazıcı, 2019; Yıldırım & Altun, 2014). Bu görüşlerden biri *Bilim*, diğeri ise *Fen* kavramı üzerinde yoğunlaşmaktadır. *Fen*, canlı ve cansız varlıklarda gözlemlenen doğa olayları ile ilgilenen doğa bilimlerini ifade ederken, *Bilim* kavramı Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre “Evrenin veya olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneye dayalı yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuçlar çıkarmaya çalışan sistemli bilgi” şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda, fen bir bilim dalı olsa da her bilim dalı fen kapsamına girmemektedir (Bilim ve Teknik, 2012). STEM eğitiminde hangi kavramın daha uygun olduğu konusunda farklı görüşler mevcut olmakla birlikte, *Bilim* kavramının, *Fen* kavramına kıyasla daha geniş ve kapsayıcı bir anlam taşıdığı için daha doğru bir karşılık olduğu ifade edilmektedir.

Teknoloji (Technology):

Teknoloji, en temel anlamıyla, insanların ihtiyaçlarını gidermek veya yaşam kalitesini artırmak amacıyla mevcut malzemeleri kullanarak sorunlara çözüm üretme sürecidir. Bununla birlikte, günümüzde teknoloji; üretim, istihdam, pazarlama ve yönetim gibi pek çok karmaşık süreci de kapsayan geniş bir yapıya sahiptir (Demirer, 2017). Teknolojinin gelişimi, temelde bilim ve matematik alanındaki ilerlemelere dayanmaktadır. Bilimsel ve matematiksel bilgilerin işlevsel hale getirilmesi ve bu bilgilerin bütünleştirilmesi sonucunda mühendislik disiplini doğmaktadır. Teknoloji ise bilim, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan uygulamalı bir alandır (Kocaman, 2021; Yıldırım & Altun, 2015).

Mühendislik (Engineering):

Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre mühendislik, “İnsanlığın ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, temel bilimler çerçevesinde, estetik tasarımı da göz önünde bulundurarak en düşük maliyetle, en yüksek verimlilik ve güvenlikte teknoloji veya sistem geliştirme” olarak tanımlanmaktadır. Lantz (2009) ise mühendisliği, bireylerin keşfetme, araştırma yapma ve problem çözme amacıyla kullandıkları sistematik bir yöntem olarak ifade etmektedir.

Mühendislik bilimin ışığında teknoloji oluştururken matematik çok büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, küçük yaşlarda bilim ve matematik dersleri alan öğrencilerin aynı zamanda mühendislik dersleriyle tanışmaları, onların akademik ve bilişsel gelişimlerine önemli katkılar sağlayacaktır (Hester & Cunningham, 2007).

Matematik (Mathematics):

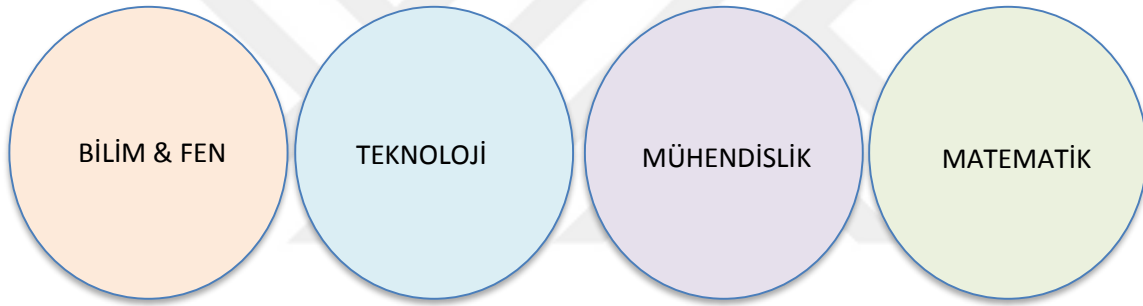
Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre matematik, “Aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı” olarak tanımlanmaktadır. Matematik, soyut bir kavram olma niteliği taşıdığından, evrensel bir bilim dalı olarak kabul edilmektedir. Değişen dünya koşulları göz önüne alındığında, matematik yapabilen bireylerin çağa yön verdiği bu dönemde, matematiği anlamak ve uygulamak büyük bir gereklilik haline gelmiştir (Yıldırım, 2016).

2.2 STEM Eğitimi

STEM eğitiminin nasıl yapılandırılması gerektiği üzerine çeşitli tartışmalar yürütülmüş ve bu çerçevede farklı tanımlamalar ve uygulamalar geliştirilmiştir. STEM eğitimi; içeriği, disiplinler arası etkileşim düzeyi ve uygulama yöntemlerine göre farklı kategorilere ayrılmıştır (Breiner, Johnson, Harkness, & Koehler, 2012). Bu doğrultuda, üç farklı STEM yaklaşımı kullanılmaktadır (Schweingruber et al., 2014). Bu yaklaşımlar; izole STEM yaklaşımı, gömülü STEM yaklaşımı ve bütünleşmiş STEM yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Gülhan, 2016).

2.2.1 İzole STEM Yaklaşımı

Geleneksel STEM yaklaşımı olarak da adlandırılan bu modelde, STEM disiplinleri birbirinden bağımsız şekilde ele alınmaktadır. Her bir disiplin, kendi sınırları içerisinde öğretilirken, öğrencilerin bu disiplinleri bir araya getirme becerisi örtük bir şekilde geliştirilmek istenmektedir (Roberts & Cantu, 2012).



Şekil 1: İzole STEM Yaklaşımı

Bu modelde, disiplinler arası ilişkiler ele alınarak ortak becerilerin kazandırılmasına da önem verilir. İzole STEM olarak adlandırılan bu yaklaşımda, disiplinlerin bağımsız yapısı nedeniyle zaman zaman S-T-E-M şeklinde ayrı ayrı telaffuz edildiği görülmüştür (Akay, 2018, s. 10).

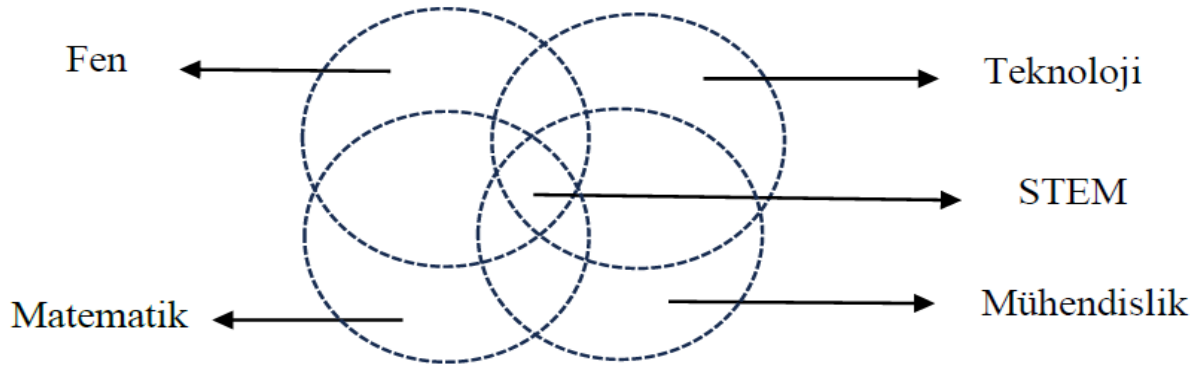
2.2.2 Gömülü STEM Yaklaşımı

Gömülü STEM yaklaşımında, bir disiplin diğer disiplinlerle entegre edilerek sunulur. Bu süreçte, gömülen disiplinin, diğer disiplinlerin konu bütünlüğünü bozmamasına özen gösterilir. Ancak, gömülen disiplin dışında kalan diğer disiplinler bağımsız bir şekilde tasarlanır. Değerlendirme süreçlerinde, bağımsız disiplinler değerlendirilirken, gömülü olarak sunulan disiplin genellikle ya değerlendirilemez ya da değerlendirme dışı bırakılır.

Bu süreçte, gömülen disiplinin öğrencilerin seviyesine uygun şekilde sunulması ve gerekli temel becerilerin kazandırıldığından emin olunarak öğretim sürecine dahil edilmesi oldukça önemlidir. Ancak, bu adımların yönetimi sırasında öğretim sürecinde kopukluklar yaşanabilir ve istenilen öğrenme hedeflerinin tam olarak gerçekleştirilememesi riski ortaya çıkabilir (Roberts & Cantu, 2012).

2.2.3 Entegre STEM Yaklaşımı

John Dewey'in yapılandırmacı yaklaşımıyla önemli benzerlikler taşıyan bu model, bilim, teknoloji, mühendislik veya matematik disiplinlerinden en az ikisinin bir arada kullanıldığı bir öğretim yöntemidir. Bu yöntem, işlenen konuların gerçek hayatla ilişkilendirilmesini sağlayarak, disiplinler, üniteler veya dersler arasında bağlantılar kurmayı amaçlar. Disiplinlerin entegrasyonu, öğrenmenin öğrenciler için daha anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamak amacıyla uygulanmaktadır (Akay, 2018: 10).



Şekil 2: Entegre STEM Yaklaşımı

Entegre STEM yaklaşımında, her bir disiplini temsil eden çizgilerin kesik kesik verilmesi, disiplinlerin birbiriyle iç içe olduğunu ve katı sınırlarla ayrılmadığını ifade etmektedir. Literatürde, STEM'in doğasına en uygun yaklaşımın entegre STEM yaklaşımı olduğu vurgulanmaktadır (Gülhan & Şahin, 2016).

2.3. Dünyada STEM

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki önemli gelişmeler, ülkelerin bu teknolojileri geliştirebilecek nitelikli insan gücüne duyduğu ihtiyacı artırmıştır. STEM eğitimi, değişen dünya standartlarına uygun teknolojileri üretebilecek nitelikli bireyler yetiştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Kısa bir süre içerisinde, başta ABD olmak üzere Hindistan, Çin, İngiltere, Almanya, Güney Kore gibi teknoloji devleri, tüm okul kademelerinde STEM eğitimi uygulamaya başlayarak geleceğin eğitim modelinin temelini atmışlardır.

STEM eğitimi, dünya genelinde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki becerilerin geliştirilmesine odaklanarak küresel kalkınma ve rekabet gücünün artırılması için kritik bir öneme sahiptir. ABD, STEM eğitime öncülük eden ülkelerden biri olarak öne çıkmaktadır. 2001 yılında biyolog Judith A. Ramaley tarafından ilk kez tanımlanan STEM, hızla eğitim sistemine entegre edilmiş ve ABD hükümeti bu alanı devlet politikası haline getirmiştir (Beers, 2011). STEM eğitimi, ABD'de özellikle 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması amacıyla büyük bir öneme sahip olup, ülke genelindeki birçok okul ve üniversitede STEM eğitim merkezleri kurulmuştur (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010). Ancak, ABD'de STEM eğitime rağmen, öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisi ve yeterlilikleri oldukça düşük seviyelerdedir. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) gibi uluslararası sınavlar, ABD'nin matematik ve fen bilimlerinde düşük performans sergilediğini göstermektedir (National Center for Education Statistics, 2016). Bu durum, ABD'nin STEM eğitime ilişkin daha etkili stratejiler geliştirmesine yol açmıştır. Eski ABD Başkanı Barack Obama, STEM alanlarına yönelik eğitim politikalarını güçlendirerek, “Geleceği inşa edecek olanlar, STEM alanlarında eğitim almış öğrenciler olacaktır.” diyerek bu alandaki eğitimin önemine dikkat çekmiştir (Obama, 2011).

Dünyada diğer ülkeler de STEM eğitime büyük önem vermektedir. Özellikle Singapur, Güney Kore, Almanya, Çin ve Finlandiya gibi ülkeler, STEM odaklı eğitim sistemleriyle dikkat çekmektedir. Bu ülkeler, STEM becerilerinin ekonomik kalkınma ve uluslararası rekabetçilik açısından stratejik bir öneme sahip olduğunun farkındadır (OECD, 2018). Singapur, öğrencilerini STEM alanlarında dünya standartlarına taşıyabilmek için müfredatlarını sürekli olarak güncellemektedir. Ülke, öğretim metodolojilerini ve öğretmen eğitimini STEM odaklı hale getirerek, öğrencilerin analitik düşünme ve problem çözme becerilerini geliştiriyor (Singapore Ministry of Education, 2015). Singapur'daki eğitim sistemi, teknolojiye dayalı yenilikçi eğitim uygulamaları ve güçlü endüstri-üniversite iş birlikleri ile dikkat çekmektedir.

Güney Kore, STEM eğitimini özellikle teknoloji ve mühendislik alanlarında lider konumda olmak için kritik bir araç olarak kullanmaktadır. Güney Kore hükümeti, öğrencilerin STEM alanlarında erken yaşlardan itibaren eğitim almalarını teşvik eden birçok program başlatmış ve bu alanda büyük yatırımlar yapmıştır (Kim, 2014). Ülke, teknoloji ve mühendislik alanlarında dünya çapında rekabet edebilecek iş gücü yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

Çin, STEM eğitimi konusunda büyük yatırımlar yaparak, bilim ve teknolojiye liderliğini pekiştirmeyi hedeflemektedir. Çin hükümeti, STEM eğitimini özellikle bilimsel

araştırma ve yenilikçilik açısından stratejik bir öncelik olarak belirlemiştir. Ülkede, STEM alanlarına olan ilgi hızla artmakta ve Çinli öğrenciler, PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda oldukça başarılı sonuçlar elde etmektedir (Cheng & Wang, 2016). Çin, STEM alanlarında küresel liderliğini sürdürmek için öğretim sistemine sürekli yenilikler eklemektedir.

Finlandiya ise, eğitim sistemindeki başarılarıyla tanınan bir diğer STEM odaklı ülkedir. Finlandiya, eğitimde kaliteyi artırmak için öğretmenlerin güçlü bir STEM eğitime sahip olmasını ve müfredatın öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmesini sağlamaktadır. Ülkede STEM eğitimi, daha çok öğrencilerin kendi ilgi ve yeteneklerine dayalı olarak özelleştirilmiş öğrenme yolları sunarak, yenilikçi ve bireyselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmektedir (Sahlberg, 2011). Finlandiya'daki eğitim sistemi, öğrencileri kendi hızlarında öğrenmeye teşvik eder ve STEM becerilerini kazandırmada esnek bir yol sunar.

Günümüzde STEM eğitiminin küresel boyuttaki önemi, sadece bilimsel bilgi birikimini artırmakla kalmaz, aynı zamanda ülkelerin inovasyon kapasitelerini geliştirmelerine ve küresel ekonomiye uyum sağlamalarına yardımcı olur. 2017'de yayımlanan bir OECD raporuna göre, STEM becerileri, geleceğin iş gücünün şekillenmesinde kritik bir rol oynayacaktır (OECD, 2017). Bu nedenle birçok ülke, STEM eğitime yatırım yaparak, öğrencilerine yüksek teknolojiye dayalı, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, STEM eğitimi, 21. yüzyılın küresel eğitim vizyonunun bir parçası olarak tüm dünyada hızla yayılmaktadır. Her ne kadar ABD bu alanda öncü ülkelerden biri olsa da Singapur, Güney Kore, Almanya, Çin ve Finlandiya gibi ülkeler de STEM eğitiminin önemini kavrayarak, bu alanlarda ulusal stratejiler geliştirmektedirler. STEM eğitime verilen destek, geleceğin ekonomik ve bilimsel başarıları için temel bir yapı taşıdır.

2.4. Türkiye'de STEM

STEM eğitimi, 21. yüzyıl becerilerini kazandırmaya yönelik olarak, özellikle küresel rekabetin arttığı günümüzde büyük önem taşımaktadır. STEM, öğrencilerin yalnızca teorik bilgileri değil, aynı zamanda bu bilgileri pratikte kullanabilme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir eğitim modelidir. Bu model, günümüzün dinamik iş gücü piyasasında, problem çözme, analitik düşünme ve yaratıcı düşünme gibi becerileri teşvik eder. Son yıllarda, Türkiye, STEM eğitime büyük yatırımlar yaparak, eğitim sisteminin kalitesini artırmayı ve küresel rekabette daha güçlü bir konum elde etmeyi amaçlamaktadır.

Türkiye, STEM eğitimi alanında önemli bir yol kat etmiştir. 2013 yılında Milli Eğitim

Bakanlığı tarafından başlatılan STEM eğitim modelinin yanı sıra, TÜBİTAK ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK) gibi kuruluşlar da STEM eğitiminin güçlendirilmesine yönelik çeşitli projeler ve stratejiler geliştirmiştir. Özellikle son yıllarda, STEM eğitiminin öğretim süreçlerine entegre edilmesi, eğitim politikalarının yeniden şekillendirilmesi ve okullarda STEM merkezlerinin kurulması gibi adımlar, bu alanın güçlenmesine büyük katkı sağlamıştır. Türkiye’de STEM eğitimi, sadece fen ve matematik alanlarındaki başarıyı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilere teknoloji, mühendislik ve bilimsel düşünme becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır.

TIMSS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) 2023 sonuçları, Türkiye'nin STEM eğitimindeki başarısını ve bu alandaki yatırımlarının olumlu etkilerini net bir şekilde ortaya koymaktadır. 4. sınıf düzeyinde gerçekleştirilen TIMSS 2023 fen bilimleri testinde Türkiye, 570 puanla 58 ülke arasında 4. sırada yer almıştır. Bu sonuç, Türkiye'nin 2019 yılına göre 44 puanlık bir artış sağladığını ve OECD ülkeleri arasında Güney Kore'den sonra ikinci sıraya yükseldiğini göstermektedir. Bu başarı, Türkiye'nin STEM eğitimine verdiği önemin ve uyguladığı stratejilerin ne denli etkili olduğunu gözler önüne seriyor.

TIMSS sonuçlarına bakıldığında, Türkiye'nin fen bilimlerinde özellikle Avrupa'da birinci sırada yer alması, STEM alanlarındaki eğitim politikalarının doğru bir şekilde uygulandığının bir göstergesidir. Bu başarı, STEM eğitiminde gerçekleştirilen reformların, okul müfredatındaki yenilikçi yaklaşımların ve öğretmen eğitimine yapılan yatırımların olumlu etkilerini göstermektedir. Türkiye'nin STEM eğitimine yönelik politikaları, öğrencilerin matematik ve fen bilimlerinde daha güçlü bir temele sahip olmalarını sağlamakla birlikte, bu başarıyı uluslararası arenada da taçlandırmaktadır.

Türkiye'nin STEM alanındaki gelişimi yalnızca ulusal düzeyde değil, uluslararası düzeyde de dikkat çekmektedir. STEM eğitimi, ülkelerin ekonomik ve bilimsel kalkınmasında kilit bir rol oynamaktadır ve küresel rekabette öne çıkabilmek için kritik bir faktördür. Bu bağlamda, Türkiye'nin STEM eğitimine yaptığı yatırımlar, eğitim sistemindeki yapısal değişiklikler ve sanayi-üniversite iş birliklerinin güçlendirilmesi, ülkenin bu alandaki küresel rekabet gücünü artırmayı hedeflemektedir. Örneğin, Türkiye'deki üniversiteler, STEM eğitimi alanındaki akademik faaliyetlerini artırmış, bilimsel araştırma ve yenilikçilik alanlarında önemli projeler gerçekleştirmiştir.

TIMSS 2023 sonuçları, Türkiye'nin STEM eğitimi politikalarının etkinliğini vurgulayan bir diğer önemli göstergedir. Bu başarı, Türkiye'nin eğitimdeki yapısal değişikliklerin, öğretim yöntemlerindeki yeniliklerin ve STEM alanındaki stratejik hedeflerin

etkisini ortaya koymaktadır. STEM eğitime yönelik yapılan bu yatırımlar, öğrencilerin yalnızca teorik bilgiyle değil, aynı zamanda bu bilgileri pratikte nasıl kullanacakları konusunda da derinlemesine bir anlayış geliştirmelerine olanak sağlamaktadır. Bu sayede, Türkiye'nin genç nesilleri, global iş gücü piyasasında daha rekabetçi hale gelmektedir.

Sonuç olarak, STEM eğitimi, Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişimine katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına olanak tanımaktadır. Türkiye'nin STEM eğitime yaptığı yatırımlar, bu alandaki başarısını ve küresel rekabetteki yerini güçlendirmiştir. TIMSS 2023 sonuçları, STEM eğitiminde kaydedilen bu başarıyı somut bir şekilde ortaya koymakta ve Türkiye'nin eğitim politikalarının etkinliğini gözler önüne sermektedir. Türkiye'nin STEM alanındaki yatırımlarının artarak devam etmesi, gelecekte ülkenin ekonomik ve bilimsel kalkınmasına önemli katkılar sunacaktır.

2.5.Robotik Kodlama

2.5.1. Robotik

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim gibi tekniklerin icadı, endüstriyel otomasyon sistemlerinde hızlı bir gelişimi tetiklemiştir. Bu gelişim, endüstriyel robotların kullanımını büyük ölçüde hızlandırmıştır. Bugün, robotlar birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılmakta ve büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. "Robot" terimi, ilk kez Çek tiyatro yazarı Karel Čapek tarafından, Çek dilinde "köle" veya "serf" anlamına gelen bir kelimedenden türetilmiştir. Sözcüğün ilk defa, yazarın 1921 yılında Prag'da sahnelenen *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)* oyununda kullanıldığı kabul edilmektedir (Bingül & Küçük, 2005, s. 1).

Robotlar, bilim insanları tarafından üretilen ve duygu, düşünce ve hareket gibi üç anahtar içeriği barındıran teknolojik ürünlerdir. Robotlar, çevresindeki değişiklikleri tespit edebilen sensörlerle donatılmıştır, bu değişimlere nasıl tepki vereceklerini belirleyen yapay zekâ algoritmalarına sahiptir ve günümüzde yenilikler yaratmak amacıyla çeşitli uygulamalarla aktif bir şekilde çalışmaktadır. Bu süreçler gerçekleştiğinde, robotlar, yapay organizmaların yeteneklerini kazanmış olur(Singer,2015).

Robotik, robotları ve bunların kullanımını inceleyen bir bilim dalıdır. Bu terim, ilk olarak Rus asıllı Amerikalı bilim insanı Isaac Asimov (1920-1992) tarafından ortaya atılmıştır. Robotik terimi, 1942 yılında yayımlanan kısa öyküsü *Runaround*'da ilk kez kullanılmıştır (Kurtoğlu, 2011). Isaac Asimov, *Runaround* öyküsüyle birlikte, robotlar ile insanlar arasındaki ilişkinin ahlaki çerçevesini belirlemek amacıyla "3 Robot Yasası"nı ortaya koymuştur. Asimov,

sadece bir bilim kurgu yazarı değil, aynı zamanda saygın bir bilim insanı olarak, bu yasaların bilim dünyasında ve edebiyat dünyasında geniş bir kabul görmesini sağlamıştır. "Asimov'un 3 Robot Yasası" şu şekilde ifade edilmiştir (Çamoğlu, 2013: 22):

1. "Bir robot, insana zarar veremez ya da bir insanın zarar görmesine engel olmak için harekete geçmemelidir."
2. "Bir robot, kendisine verilen görevleri yerine getirecek, ancak bu görevlerin insanlara zarar vermesine neden olmamalıdır."
3. "Bir robot, kendi varlığını korumak zorundadır, fakat bu, birinci veya ikinci yasaya aykırı olmamalıdır."

2.5.2. Kodlama

Son yüzyılın en önemli teknolojik gelişmelerinden biri olarak kabul edilen kodlama, günümüzde 21. yüzyıl becerileri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Teknolojik yeniliklerin hızla arttığı bu dönemde, kodlama, bireylerin dijital dünyada daha etkin olabilmesi için gerekli temel becerilerden biri haline gelmiştir (Binkley, 2012). Kodlama, öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine olanak tanırken, aynı zamanda karşılaştıkları problemleri çözme yeteneklerini geliştirmelerine de yardımcı olur. Bu süreç, üst bilişsel gelişimi destekleyen bir yapı sunar. Programlama olarak da adlandırılabilen kodlama, yapılan işlemlerin belirli bir kural ve düzene göre birleştirilip bir araya getirilmesiyle oluşan blok tabanlı bir yapıdır. Bu şekilde öğrenciler, soyut düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirebilirler (Genç ve Karakuş, 2011).

Kodlama, bir yazılım türü kullanarak ve çeşitli algoritmalar geliştirerek blok tabanlı bilgisayar programları oluşturma sürecidir. Bu süreç için bilgisayar, dizüstü bilgisayar, tablet veya akıllı telefon gibi teknolojik araçlar gereklidir. Kodlamanın ürünleri arasında web sayfaları, yazılımlar, animasyonlar, bilgisayar oyunları, robot kodları veya akıllı telefon uygulamaları yer alabilir. Kodlama, önceden belirlenen hedeflere ulaşmak amacıyla başlar ve bu hedefe ulaşacak adımların planlanarak takip edilmesiyle devam eder.

Bayman ve Mayer (1988) kod yazma sürecine başlamak için önce doğru kodların belirlenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu süreçte, gerekli olan bilgi türleri; söz dizimsel, kavramsal ve stratejik bilgi olarak tanımlanır (Aksu, 2019: 16).

- **Söz Dizimsel Bilgi (Syntactic Information):** Programlama dillerinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için gereken yazım kuralları ve yapılar bütünüdür.

- **Kavramsal Bilgi (Conceptual Information):** Programlama eğitimi ve öğretiminde kullanılan temel kavramlarla ilgili bilgileri kapsar. Bu tür bilgi, yapı gereği farklı programlarda benzer şekilde uygulanabilir.
- **Stratejik Bilgi (Strategic Information):** Problemlerin çözülmesi için gerekli olan problem çözme becerilerini ifade eder. Algoritma geliştirme sürecinde kritik bir rol oynar.

2.5.3. Robotik ve Kodlama Eğitimi

21. Yüzyıl becerileri arasında yer alan kodlama ile ilişkili beceriler, bireylerin problem çözme, yaratıcı düşünme, iş birlikli çalışma ve iletişim gibi önemli beceriler kazanmalarına yardımcı olur. Kodlama öğrenme becerisi, aynı zamanda üst bilişsel gelişimi ve algoritmik düşünmenin gelişimini de önemli ölçüde destekler. Bu süreç, bireylerin daha etkili ve verimli düşüncelerini sağlayarak, farklı problemleri çözme yeteneklerini geliştirir.

Birçok Avrupa ülkesi ve ABD, ilköğretim kademesinden itibaren kodlama dersleri vermektedir. Ülkemizde ise Millî Eğitim Bakanlığı, okullarda verilen bilişim teknolojileri dersini "Bilişim Teknolojileri ve Yazılım" olarak yeniden yapılandırmıştır. Bu ders, ilköğretim kademesindeki 5. ve 6. sınıflar için zorunlu, 7. ve 8. sınıflar için ise seçmeli ders olarak müfredatta yer almaktadır. Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinin öğrencilere kazandırmayı hedeflediği birçok beceri ve amaç bulunmaktadır (Yıldırım, 2020: 11-12). Bu amaçlar:

- Öğrencilerin problem çözme yetilerini geliştirmek,
- Öğrencilerin bilgi işleme ve değerlendirme kabiliyetlerini artırmak,
- Öğrencilerin bilişim teknolojilerini amaçlarına uygun şekilde verimli kullanmalarını sağlamak,
- Öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları sorunları çözmelerine yardımcı olmak ve bu süreçte yenilikçi fikirler üretmelerini teşvik etmek,
- Teknolojiye hâkim, dijital vatandaşlık bilincine sahip bireyler yetiştirmektir.

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte, kodlama eğitimi de bu gelişmelere uyum sağlayarak evrilmiştir. Kodlama eğitimindeki bu değişim, robotik kodlama alanına geçişle gerçekleşmiştir. Robotik kodlama, öğrencilere kodlama ile ilgili becerileri kazandırmanın yanı sıra, soyut kavram ve işlemleri somut hale getirerek öğrencilerin daha etkili bir şekilde öğrenmesini sağlar (Korkmaz, Altun, Usta ve Özkaya, 2014).

Robotik kodlama, bireylerin kodlama ve mekanik bilimleri birleştirerek geliştirdiği bir

kodlama türüdür. Öğrenciler, yazdıkları kodlarla somut ve hareketli nesnelere yaratma imkânı bulurlar. Başka bir ifadeyle, öğrenciler kendi yazdıkları kodlarla robotları hareket ettirerek pratik deneyim kazanırlar. Bu süreç, eğitim ve öğretimi öğrenciler için daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmektedir. Robotik kodlama, öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlar ve aynı zamanda bilimsel yöntemleri, kodlama mantığını, mühendislik tasarım süreçlerini, problem çözme, iş birlikli çalışma, yaratıcılık ve matematiksel düşünme gibi becerileri geliştirmelerine katkı sunar (Eguchi, 2016).

Robotik kodlama mantığını öğrenciler için somut hale getirirken birçok materyal kullanılır onlardan bazıları şunlardır:

LEGO Mindstorms EV3

LEGO Mindstorms EV3, görsel programlama dili ve gelişmiş sensörler ile robotik projelerin oluşturulmasına olanak tanır. Bu set, STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılır ve kullanıcıların robotları programlayarak mühendislik, yazılım geliştirme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. EV3, Python gibi ileri düzey programlama dillerini de destekler.

VEX Robotics

VEX Robotics, hem eğitici hem de yarışmalara yönelik robotik setler sunar. VEX IQ, ortaokul seviyesindeki öğrenciler için tasarlanmış bir kit olup, görsel programlama ve daha ileri düzeyde metin tabanlı programlamayı destekler. VEX V5 ise daha gelişmiş robotik sistemler kurmayı ve programlamayı mümkün kılar, özellikle mühendislik öğrencileri için uygundur.

Makeblock mBot

Makeblock mBot, başlangıç seviyesindeki robotik kodlama kitidir ve STEM eğitimine yönelik bir araçtır. mBot, Scratch tabanlı bir programlama dili kullanarak çocukların robotik sistemleri anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, Arduino uyumlu kitler de sunar, bu da kullanıcıların daha ileri düzeyde programlama yapmalarına olanak tanır.

Arduino

Arduino, açık kaynaklı bir donanım ve yazılım platformudur. Robotik uygulamalar için çok yaygın olarak kullanılır. Arduino, sensörler, motorlar ve diğer elektronik bileşenlerle uyumlu olarak, robotların oluşturulmasına ve programlanmasına olanak tanır. Gelişmiş kodlama dilleri ve protokoller kullanılarak robotlar kişisel ihtiyaçlara göre özelleştirilebilir.

Tinkerbots

Tinkerbots, başlangıç seviyesindeki robotik öğrenme setlerindedir. Modüler yapısı sayesinde kolayca montaj yapılabilir ve robotlar programlanabilir. Bu set, kullanıcıların robotik mühendislik ve yazılım geliştirme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır.

Thymio

Thymio, özellikle küçük yaş gruplarındaki öğrenciler için tasarlanmış bir robotik platformdur. Hem görsel programlama hem de metin tabanlı dillerle programlama yapabilme imkanı sunar. Bu set, çocukların robotik kodlama ile temel bilgisayar bilimleri kavramlarını öğrenmelerine olanak tanır.

Robolink CoDrone

CoDrone, drone tabanlı bir robotik kodlama kitidir. Öğrencilere uçan robotları programlama yeteneği kazandırmak için kullanılır. Set, görsel ve metin tabanlı programlama dillerini destekleyerek, robotik ve havacılık mühendisliği becerilerini geliştirir.

Bu robotik setler, öğretim süreçlerinde interaktif öğrenmeyi teşvik eder, öğrencilerin mühendislik ve bilgisayar bilimleri konularına olan ilgisini artırır ve pratik uygulamalarla teorik bilgilerini pekiştirmelerine yardımcı olur.

2.5.4. STEM Eğitimi ve Eğitsel Robotik Uygulamalar

Fen bilimleri dersleri, öğrencilerin araştırma, sorgulama, gözlem yapma, sınıflandırma, yorumlama, deney tasarlama, ölçüm yapma, hipotez oluşturma ve ilişkiler kurma gibi önemli beceriler kazanmalarına olanak tanır. Teknolojik gelişmelerin etkisiyle, fen bilimleri disiplinlerinin birbirleriyle bağlantısını güçlendirmek amacıyla bu becerilere sahip öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme yeteneklerini destekleyen teknolojilerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Eğitim sürecinde fen becerilerinin gelişimini destekleyen teknolojilerin kullanılması, öğrencilerin derslerden en üst düzeyde fayda sağlamasına yardımcı olur (Costa ve Fernandes, 2005).

21. Yüzyılda fen bilimleri eğitiminde, geleneksel laboratuvar araç ve gereçlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, teknolojik yeniliklerin kullanımı önem kazanmıştır. Özellikle hassas ölçümler yapabilen, veri toplayıp analiz eden, grafik oluşturabilen ve modelleme yapabilen araçlar, modern fen eğitiminin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Bu bağlamda, 21. yüzyılın önemli teknolojik gelişmelerinden biri olan robotik uygulamalar, fen bilimleri

derslerinde giderek daha fazla yer almaktadır (Yılmaz, 2019: 29-30).

Eğitimde robotik uygulamalar, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birlikte kullanılmasıyla multidisipliner bir yapıya sahiptir. Bu özellik, robotik eğitimde STEM yaklaşımını etkili bir yöntem hâline getirmektedir. Öğrenciler, robotlarla çalışırken gerçek yaşam problemleriyle karşılaşır ve bu süreç STEM disiplinlerini öğrenmek için uygun bir zemin hazırlar. Ayrıca robotik, eleştirel ve yaratıcı düşünme, problem çözme ve inovasyon gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine de katkı sağlar. Bu sayede öğrenciler, robotlarla öğrenirken hem eğlenceli hem de motive edici bir eğitim süreci yaşayarak STEM alanlarında kaliteli bir öğrenme deneyimi elde ederler(MEB , 2018).

2.6. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi

2.6.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Tanımı ve Kapsamı

Wing (2006) çalışmasında, bilgi işlemsel düşünme becerisinin yalnızca bilgisayar teknolojileri ile ilgilenen bireyler için değil, tüm bireyler için gerekli bir düşünme yetisi olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, bu becerilerin tıpkı temel okuma ve yazma yetenekleri gibi erken yaşlardan itibaren öğretilmesi gerektiğini savunmuştur.

Bu noktaya farklı bir perspektif kazandırıldığında, "Bilgi işlemsel düşünme tam olarak nedir?", "Neden gereklidir?" ve "Nasıl öğretilmelidir?" gibi sorular ön plana çıkmaktadır (Çetin ve Toluk Uçar, 2017).

Bilgi işlemsel düşünme, temelinde "hesaplama" mantığına dayanan bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Tarihsel gelişimine bakıldığında, ilk hesaplama işlemini gerçekleştiren "makinelere" aslında insanlar olmuştur (Light, 1999). Bu kavram, teknolojik ilerlemelerle birlikte günümüzde daha geniş bir anlam kazanmış ve problem çözme süreçlerinde sistematik ve algoritmik bir yaklaşımın önemini vurgulamıştır. 1900'lü yıllarda, özellikle savaş dönemlerinde, yalnızca hesaplama yapmak amacıyla çalışan görevliler bulunmaktaydı. Bu dönemin ardından, 1946 yılında ilk programlanabilir bilgisayar olan ENIAC geliştirilmiş ve insanlık tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Schneider ve Gersting, 2016).

Bilgi işlemsel düşünme becerisi, öğrenciler, bireyler ve her yaşta insanın kazanması gereken bazı davranış örüntülerini içerir (Wing, 2006). Bunlar şunlardır:

- Büyük ve karmaşık problemlerin daha anlaşılabilir ve yönetilebilir parçalara ayrılarak yeniden formüle edilmesi,
- Özyinelemeli düşünme becerisinin geliştirilmesi, yani problemin çözümü için sürekli

olarak tekrar ve yenileme yapma,

- Soyutlama ve çözümlene yapabilme yeteneğinin kazandırılması,
- Çalışmanın odak noktalarının ayrıştırılması, yani bütüne odaklanmak yerine problemin parçalara bölünmesi,
- Değişkenleri tanımlayarak, incelenen sistemin davranış karakteristiğinin belirlenmesi,
- Buluşsal muhakeme (yenilikçi düşünme) kullanılarak çözümlerin oluşturulması,
- Bilgisayar bilimcisi gibi düşünme, yani çok düzeyli soyutlamalar yaparak problem çözme becerisinin kazanılması.

2.6.2. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Temel Bileşenleri

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin bileşenlerine yönelik olarak, farklı bilim insanları (Aho, 2012; Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul, 2016; Wing, 2006) arasında kesin bir karar olmasa da bazı ortak noktaların bulunduğu görülmektedir. Bu noktalar, Çetin ve Toluk Uçar (2017) tarafından aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. **Problem çözme ve algoritma geliştirme:** Öğrencilerin, karşılaştıkları problemlere çözüm bulmak için algoritmalar geliştirmeleri ve sistematik düşünme becerisini kazanmaları.
2. **Soyutlama yapma:** Sorunları daha basit bir şekilde ifade edebilmek ve bu şekilde çözüm geliştirebilmek için soyutlama yapabilme yeteneği.
3. **Veri analizi ve modelleme:** Veri toplama, bu verileri analiz etme ve modellenmiş çözüm yolları oluşturma.
4. **Özyineleme (rekürsiyon) ve mantıksal çıkarımlar:** Öğrencilerin, çözüm yollarını tekrarlayarak ve mantıksal çıkarımlar yaparak problemi çözmeleri.
5. **Buluşsal düşünme ve inovasyon:** Farklı ve yaratıcı çözüm yolları üreterek yenilikçi çözümler bulabilme becerisi.
6. **Çok düzeyli düşünme:** Problemi farklı düzeylerde ve bakış açılarıyla ele alarak çözüm üretme.
7. **Teknik beceriler ve bilgisayar bilimi kullanımı:** Teknolojik araçlar ve bilgisayar bilimlerini kullanarak problem çözme yeteneği.

Bu bileşenler, bilgi işlemsel düşünmenin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için kritik faktörler olarak kabul edilmektedir.

2.7. Eleştirel Düşünme Becerisi

Düşünme becerileri incelendiğinde, farklı alanlarda çeşitli özelliklere sahip birçok düşünme türü karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri de eleştirel düşünmedir. Eleştirel düşünme, Duman'a (2007, s.359) göre; "Amaçlı, mantıklı ve hedefe yönelik düşünme ve farklı bakış açılarından dikkatli ve mantıksal olarak bilgi ve fikirlerin çözümlenme becerisi" olarak tanımlanmıştır. Bu tür düşünme, bireylerin doğru kararlar alabilmesi ve fikirlerini etkili bir şekilde analiz edebilmesi için önemli bir beceridir.

Eleştirel düşünme, yaratıcı düşünmenin temel kaynaklarından biri olarak kabul edilebilir. Çünkü yeni bir şey ortaya koyabilmek için önce eleştirmek, sorgulamak ve neden-sonuç ilişkileri kurmak gereklidir. Eleştirel düşünme, beynimizin ve fikirlerimizin sürekli olarak zinde kalmasını sağlayan bir süreçtir. Neden-sonuç ilişkileri kurmak, zihnimizdeki bağlantıları güçlendirir ve daha kalıcı olmamıza yardımcı olur (Kökdemir, 2003). Eleştirel düşünmenin nitelikli bir şekilde yapılabilmesi için, bu düşünme becerisinin özellikleri ve alt boyutlarının iyi anlaşılması önemlidir. Alan yazınında, eleştirel düşünmenin; tutarlılık, birleştirme, uygulanabilirlik, yeterlilik ve iletişim kurabilme gibi alt boyutları olduğu vurgulanmaktadır (Demirel, 2000; Duman, 2007).

2.8 Türkiye de Yapılan İlgili Araştırmalar

Alanyazın incelendiğinde, STEM uygulamalarına yönelik birçok araştırma mevcuttur. Bu sebeple araştırmalar; STEM uygulamaları ve eğitimi ile ilgili araştırmalar ve öğretmen adayları örnekleminde STEM uygulamaları ve eğitimi ile ilgili araştırmalar olmak üzere iki alt başlık altında incelenmiştir.

2.8.1. STEM Uygulamaları ile İlgili Araştırmalar

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, STEM temelli etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, öğrencilere okul sonrası STEM etkinlikleri uygulanmış ve veriler gözlemler, etkinlik sonrası yapılan görüşmeler ve öğrencilerle düzenlenen toplantılar aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, okul sonrası düzenlenen STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ve iş birliğine dayalı öğrenme yetkinliklerine olumlu katkı sağladığını göstermektedir.

Yamak, Bulut ve DüNDAR (2014), Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumları ve bilişsel süreç becerilerinin STEM temelli etkinliklerle nasıl etkilendiğini incelemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma, tek grup ön-son test tasarımıyla yapılmış ve toplamda 55 öğrenciden oluşan bir örneklem kullanılmıştır. Nicel veri toplama

yönteminin kullanıldığı çalışmada elde edilen veriler, t-testi ile analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, STEM temelli etkinliklerin fen bilimlerine yönelik tutumlar ve bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu bir etki yarattığını göstermektedir.

Keçeci, Alan ve Kırbağ Zengin (2017), Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinde STEM etkinliklerinin kodlama dersine yönelik tutumlar üzerindeki etkisini ve bu etkinliklerin öğrencilerin düşünce ve duygularında yarattığı değişiklikleri incelemek amacıyla dört hafta süren bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Verilerin toplanmasında günlük notlar ve eğitsel oyun destekli kodlama eğitimine yönelik tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları, öğrencilerin bilgisayar destekli kodlama eğitimine karşı olumlu bir tutum geliştirdiğini ortaya koymuştur. Günlük notlarına dayalı bulgular ise öğrencilerin başlangıçta zorluk yaşayacaklarını düşündüklerini, ancak uygulamalar sonucunda zorluk çekmek yerine etkinliklerden keyif aldıklarını göstermektedir.

Yıldırım ve Altun (2015), Fen bilgisi laboratuvar dersinde STEM temelli etkinliklerin ve mühendislik alanına yönelik uygulamalarının etkisini incelemek amacıyla bir deneysel çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma, öncelikle STEM ve mühendislik alanlarında eğitim verilmesini ve ardından STEM'in derslere entegrasyonuna vurgu yapılmasını içermektedir. Araştırmanın örneklemini, üniversitede 3. sınıf öğrencisi olan fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşturmuştur (N=83). Deney ve kontrol grupları, yansız atama yöntemiyle belirlenmiş ve araştırma, fen bilgisi laboratuvar dersinde yürütülmüştür. Kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemlerle devam ederken, deney grubunda dersler STEM temelli etkinliklere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir fark gösterdiğini ve bu durumun fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarını geliştirmede STEM ve mühendislik uygulamalarının etkili olduğunu ortaya koyduğunu göstermektedir.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, çalışma grubunun özellikleri, kullanılan veri toplama araçları ve bunların uygulama süreçleri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, verilerin analizine ve elde edilen sonuçların yorumlanmasına ilişkin yöntemler açıklanmıştır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırmada, yarı deneysel model (desen) benimsenmiştir. Yarı deneysel desen, katılımcıların rastgele atanmadığı ancak bağımsız değişkenin manipüle edildiği bir araştırma tasarımıdır. Bu desen, deneysel kontrolün tam sağlanamadığı durumlarda nedensel ilişkileri incelemek için kullanılır. Genellikle, ön test-son test kontrol grubu veya yalnızca son test kontrol grubu gibi yapılar içerir (Creswell& Creswell, 2018).

3.2 Araştırma Grubu (Evren-Örneklem)

Bu çalışmanın uygulama evrenini, İnönü Üniversitesinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın ulaşılabilir ve genelleştirilebilir örneklemini ise İnönü Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programındaki birinci, ikinci ve üçüncü sınıf öğrencileri temsil etmektedir. Araştırma kapsamında bu sınıflardan iki farklı grup seçilmiş; gruplardan biri deney grubu, diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Grupların benzer düzeylerde olması nedeniyle, deney ve kontrol grupları random (tesadüfi) olarak atanmıştır. Deney ve kontrol grubunda toplam 40 öğretmen adayı yer almaktadır. Araştırmada kullanılan kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi, bilinen bir örneklem üzerinde çalışılmasını sağlamış ve bu durum araştırmanın pratik bir şekilde yürütülmesine olanak tanımıştır. Ayrıca bu yöntem, çalışmanın daha hızlı ilerlemesini desteklemiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2005:113).

Tablo 1

Öğretmen Adaylarının Deney ve Kontrol Grubu Cinsiyet Dağılımı

CİNSİYET	DENEY GRUBU	KONTROL GRUBU
KIZ	15	15
ERKEK	5	5

3.3 Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri 2024-2025 güz döneminde öğrenim gören İnönü Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci, ikinci, üçüncü sınıf öğrencilerinden oluşturmaktadır. 30 Kasım 2024 tarihi ile 25 Aralık 2024 tarihi arasında haftada 6 saat olarak düzenlenen eğitim ve etkinliklere katılan fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmadan elde edilmiştir.

Çalışmanın örnekleme belirlenirken uygun örnekleme ve amaçlı örnekleme yöntemleri birlikte kullanılmış, bu doğrultuda ölçüt örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yaklaşım, belirli ölçütlere uygun katılımcıların seçilmesiyle araştırmanın amacına daha iyi hizmet etmeyi amaçlamaktadır (McMillan & Schumacher, 2006).

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada nicel veri toplama aracı kullanılmıştır.

Araştırmanın nicel verileri Akyol (2020), tarafından geliştirilen “*Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği*”, Yaman vd. (2018) tarafından geliştirilmiş “*STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği*” ve Özgenel ve Çetin (2018) tarafından geliştirilen “*Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği*” kullanılarak toplanmıştır.

3.4.1 Nicel Veri Toplama Araçları**3.4.1.1 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği**

Akyol (2020) tarafından geliştirilen “*Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği*”, öğretmen adaylarının robotik ve kodlama etkinlikleri ile gerçekleştirilen eğitimler sonucunda bilgi işlemsel düşünme süreçlerini değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Ölçek toplam 30 maddeden oluşan ölçek, likert tipi beş seçenekli olarak düzenlenmiştir. Ölçekten elde edilebilecek minimum puan 30, maksimum puan ise 150 olarak belirlenmiştir. “*Bilgi işlemsel düşünme ölçeği*” Ek-1’de sunulmuş olup, ölçeğin değerlendirme aralıkları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2

Bilgi işlemsel düşünme ölçeği değerlendirme aralıkları

Tercih Edilen Değer	Değer Aralığı
1 – Kesinlikle katılmıyorum	1.00 – 1.79
2 – Katılmıyorum	1.80 – 2.59
3 – Kararsızım	2.60 – 3.39
4 – Katılıyorum	3.40 – 4.19
5 – Kesinlikle katılıyorum	4.20 – 5.00

3.4.1.2 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği

Öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerini ölçmek amacıyla, alan yazında geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış bir ölçek kullanılmıştır. Bu ölçek, Özgenel ve Çetin (2018) tarafından geliştirilen "Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği"dir. Ölçek toplam 28 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 28, en yüksek puan ise 140 olarak belirlenmiştir. "Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri" ölçeği Ek-2’te sunulmuş olup, Tablo 3’te ölçeğin değerlendirme aralıkları yer almaktadır.

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği’nin geliştirilmesi, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İstanbul’un Pendik ilçesinde görev yapan 410 öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 249’u kadın, 161’i erkek öğretmenlerden oluşmaktadır.

Tablo 3

Marmara eleştirel düşünme ölçeği değerlendirme aralıkları

Tercih Edilen Değer	Değer Aralığı
1 – Hiçbir zaman	1.00 – 1.79
2 – Nadiren	1.80 – 2.59
3– Ara sıra	2.60 – 3.39
4 – Genellikle	3.40 – 4.19
5 – Her zaman	4.20 – 5.00

3.4.1.3 STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği

Yaman vd. (2018) tarafından geliştirilen ölçek, STEM uygulamalarında öğretmen adaylarının öz yeterlilik seviyelerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları gerçekleştirilmiş, doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Güvenirlik analizi, Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı ile hesaplanmış ve ölçeğin güvenilirlik katsayısı 0.97 olarak belirlenmiştir.

Tek boyutlu ve tek faktörlü bir yapıya sahip olan ölçek, toplam varyansın %68.2'sini açıklamaktadır. Ayrıca, STEM hakkında bilgisi olan ve olmayan öğrencilerin STEM öz yeterlilik puanları karşılaştırılmıştır. Beşli Likert tipi olarak tasarlanan ölçek, 18 maddeden oluşmaktadır. Bu ölçek, öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik öz yeterliliklerini değerlendirmek için kapsamlı bir araç sunmaktadır.

3.5.Araştırma Çalışma Planı ve Uygulama Basamakları

Araştırma eğitimin ders planı fen bilgisi öğretmen adayları ile 30 Kasım 2024 tarihi ile 25 Aralık 2024 tarihi arasında eğitim ve etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Grup çalışması şeklinde yürütülen çalışmada Fen Bilgisi Öğretmen Adayları deneysel uygulamaları robotik kodlama atölyesinde gerçekleştirmiştir. Çalışma öğretmen adaylarının gerekli eğitimlerini aldıktan sonra hazırlanan bilgi temelli hayat problemleri verilmiş sunulan problem durumlarını çözerken, ürünlerini tasarlarırken katıldıkları eğitimleri, yaptıkları etkinlikleri dikkate almaları istenilmiştir. Etkinlikler STEM eğitim yaklaşımı benimsenerek uygulanmıştır.

Sunulan senaryolar öğrencilere açıklanarak dağıtılmış, ardından öğrenciler beşer kişilik gruplara ayrılmıştır. Her gruptan iş bölümü yapmaları istenmiş ve grup üyeleri arasında başkan, yazıcı, araştırmacı, tasarımcı ve mühendis görevleri paylaştırılmıştır. Bu yöntemle işbirlikçi bir öğrenme ortamı oluşturulması amaçlanmıştır.

3.5.1. STEM Temelli Etkinlik Planları

Etkinlik planları hazırlanırken, öğrencilerin seviyeleri ve gelişim özellikleri, üniversitenin sağladığı olanaklar, kullanılacak materyaller ve etkinlik süreleri dikkate alınmıştır. Planlar tamamlandıktan sonra uzman görüşüne sunulmuş, uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Düzenlemelerin ardından etkinlikler uygulamaya geçirilmiştir. 5E öğretim ilke yöntemi kullanılarak etkinlik planları derinleştirilmiştir.

3.5.1.1. STEM eğitimi haftalık eğitim ders planı:

1.Hafta: Giriş ve Temel Kavramlar

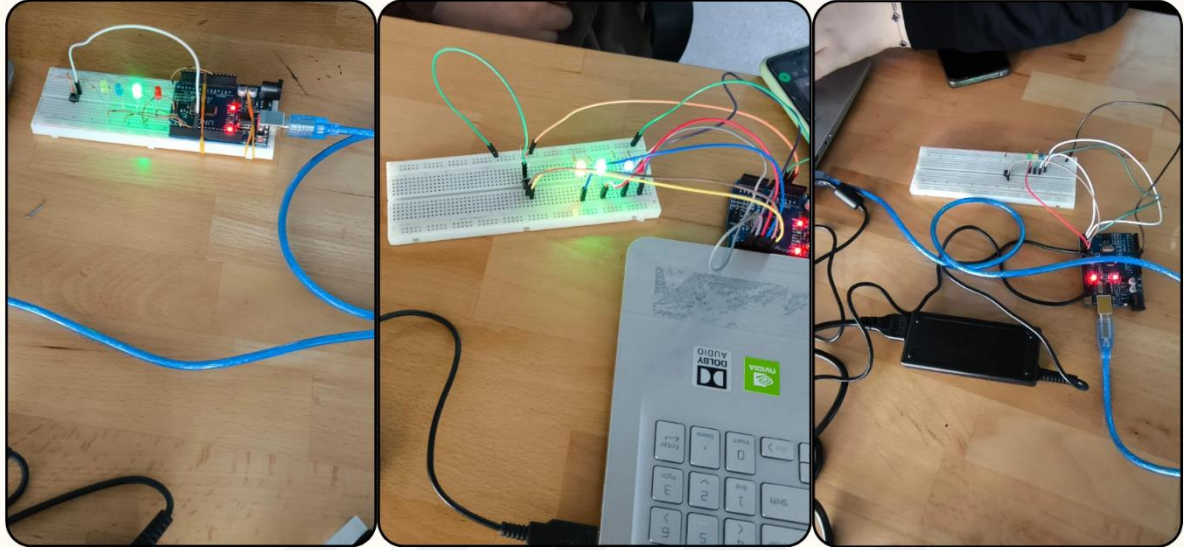
Deney grubundaki öğretmen adaylarıyla ilk hafta tanışma etkinliği gerçekleştirilmiş, sürece ilişkin genel bir bilgilendirme yapılmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarına araştırmanın amacı, içeriği ve uygulama süreçleri hakkında detaylı bilgi verilmiş, çalışmaya nasıl katkı sağlayacakları ve süreçten nasıl faydalanabilecekleri üzerinde durulmuştur. Daha sonra öğretmen adayları belirli kriterlere göre çalışma gruplarına ayrılmış ve grup içi görev dağılımı yapılmıştır. STEM eğitiminin ne olduğu, temel ilkeleri, hangi alanları kapsadığı ve bireylerin hangi yetkinlikleri kazanması gerektiği konusunda detaylı bir ders anlatımı yapılmıştır. STEM eğitiminin disiplinler arası yapısı vurgulanarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirleriyle nasıl ilişkili olduğu üzerinde durulmuştur. Bu eğitim modeli kapsamında öğretmen adaylarının gelecekte mesleklerinde kullanabilecekleri programlar, kavramlar ve materyaller hakkında bilgilendirme yapılmış, bu araçların eğitimde nasıl etkin şekilde kullanılabileceğine dair örnekler sunulmuştur. Son olarak, öğretmen adaylarının süreç başındaki mevcut durumlarını belirlemek amacıyla veri toplama araçları uygulanmış ve ön testler gerçekleştirilmiştir. Böylece, öğretmen adaylarının başlangıç seviyeleri tespit edilerek süreç içerisinde yaşanacak gelişmelerin izlenmesi için bir temel oluşturulmuştur. Şekil 3 'de birinci hafta yapılan uygulamalara yönelik görsellere yer verilmiştir.



Şekil 3: Giriş ve Temel Kavramlar dersi

4.Hafta: Sensör Kullanımı , Hareket Kontrolü

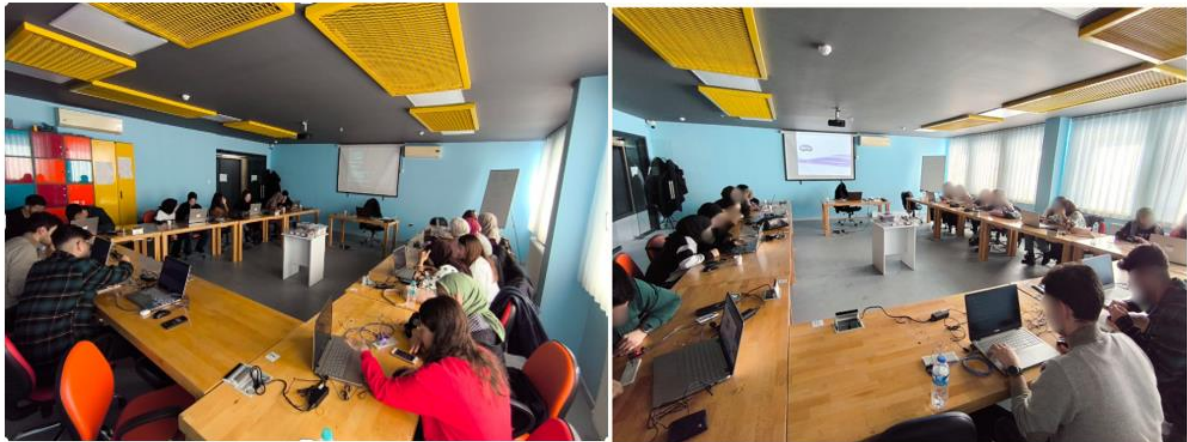
Robotlara çevresel girdilere tepki verme yeteneği kazandırmak hedeflendi. Sensörlerin çalışma prensipleri anlatıldı (ör. mesafe, ışık, sıcaklık). Ultrasonik sensör ile mesafe ölçümü ve LDR sensör ile ışığa duyarlı sistem yapıldı.



Şekil 5: 4.Hafta uygulama

5. Hafta : Hareket Kontrolü- Mini Proje – Sensör ve Hareket

Robotların hareket kontrolünü ve Sensör bilgisini entegre etmek hedeflendi. Motor tipleri (DC motor, servo motor) ve Hbridge motor sürücüsü kullanımı anlatıldı. Servo motor ile belirli açılara hareket, DC motor ile ileri/geri hareket uygulaması ve engelden kaçan robot yapıldı



Şekil 6: 5.Hafta Uygulama

6. Hafta: Materyal kullanımı

Torna, kıl testere ve zımpara makinelerinin kullanımı anlatıldı ve geliştirecekleri STEM temelli uygulamalar cihazları kullanabilmeleri için tanıtımdan sonra uygulama yapıldı.



Şekil 7: 6. Hafta Uygulama

7. ve 8. Hafta: STEM temelli etkinlikler

Öğretmen adayları gruplara ayrıldı ve her bir gruba bilgi temelli hayat problemi ışığında , sınırlılıklara dikkat edilerek probleme çözüm bulmaları istenildi.



Şekil 8: 7. ve 8. Hafta Uygulama

3.5.2. STEM Temelli Yapılan Deneysel Etkinlikler

Araştırmada Fen Bilgisi Öğretmen Adayları ile STEM eğitim yaklaşımına bağlı olarak STEM eğitimine uygun tasarlanmış dört deneysel etkinlik gerçekleştirilmiştir.

3.5.2.1 Hava Kalite Cihazı

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Sanayileşmenin fazla olduğu bir bölgedeki okulda öğretmenlik yapmaktasınız, hava kalitesini izlemek ve öğrencilerinizde farkındalık oluşturmak için Tübitak projesi gerçekleştirilmeniz istenildi. Ekip olarak en kısa sürede en ekonomik şekilde tasarlamanız beklenmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Gaz sensörü ve ısı-sıcaklık sensöründen alınan değerlerin okuma anlamlandırmasını bilir.

MATEMATİK : Sensörlerin verdiği sonuçlara göre işlem yapmayı bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

5E Öğrenme Modeline Göre " Hava Kalite Cihazı " Etkinliği

1. GİRİŞ (Engage):

- **Amaç:** Öğrencilerin ilgisini çekmek ve konuya yönelik merak uyandırmak.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere bir şehir fotoğrafı gösterilir: Biri temiz hava, diğeri ise hava kirliliği olan bir ortamı gösterir.
 - Şu sorular sorulur:
 - Hava kirliliği ne tür sorunlara yol açabilir?

- Hava kalitesini ölçmek neden önemlidir?
- Kısa bir video ya da haber paylaşılır (ör. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri).

2. KEŞFETME (Explore):

- **Amaç:** Öğrencilerin konuyla ilgili bilgi edinmesi ve cihazın nasıl çalıştığını deneyimlemesi.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere PM2.5/PM10 sensörleri, sıcaklık ve nem sensörleri tanıtılır.
 - Gruplar halinde bir hava kalitesi izleme cihazı tasarımları istenir.
 - Hangi sensörlerin kullanılması gerektiği ve bu sensörlerin nasıl bağlanacağı gösterilir.

3. AÇIKLAMA (Explain):

- **Amaç:** Öğrencilerin keşif sürecinde öğrendiklerini paylaşmasını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Gruplar, cihazlarının nasıl çalıştığını ve hangi verileri topladıklarını sunar.
 - Hava kalitesi verilerinin anlamı açıklanır:
 - PM2.5/PM10 seviyeleri nedir?
 - Sıcaklık ve nemin hava kalitesine etkileri nelerdir?
 - Öğretmen, hava kalitesinin sağlık üzerindeki etkileri hakkında bilimsel bilgiler sunar.

4. DERİNLEŞTİRME (Elaborate):

- **Amaç:** Öğrencilerin konuyu daha derinlemesine anlaması ve uygulamayı genişletmesi.
- **Uygulama:**

- Gruplar, cihazın topladığı verileri bir grafikte göstermek için bir yazılım (ör. Excel, Python) kullanır.
- Veriler incelenir: Farklı hava koşulları, saatler ve yerlerdeki değişimler analiz edilir.
- Öğrencilere şu sorular sorulur:
 - Toplanan verilere göre hangi alanlar daha riskli?
 - Hava kalitesini iyileştirmek için hangi önlemler alınabilir?

5. DEĞERLENDİRME (Evaluate):

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrenim kazanımlarını değerlendirmek.
- **Uygulama:**
 - Gruplar, hava kalitesini artırmaya yönelik bir poster veya sunum hazırlar.
 - Öğrenciler, cihazlarının çalışma prensiplerini ve elde ettikleri sonuçları bir rapor halinde sunar.
 - Hava kalitesi hakkında farkındalık yaratacak bir sosyal medya kampanyası tasarlarlar.



Şekil 9: Hava Kalite Cihazı

3.5.2.2 ÇÖP AYIRMA ROBOTU

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Okulunuz da STEM ekibinde fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız. Okul yönetimi öğrencilere geri dönüşüm alışkanlığını kazandırmayı güden bir çalışma için sizlere geldi çöplerden her bir parçanın kendi geri dönüşüm kutularına gönderilmesini sağlayan öğrencilerle bir proje geliştirmeniz istenmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Geri dönüşümün enerji verimliliği konusunda önemli olduğunu bilir.

MATEMATİK : Sensör verilerinin değerlerini okumasını ve açılı değerlerini bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

5E Öğrenme Modeline Göre " ÇÖP AYIRMA ROBOTU " Etkinliği

1. GİRİŞ (Engage):

- **Amaç:** Öğrencilerin konuya ilgisini çekmek ve sorular sormalarını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları farklı atık türleri (plastik, cam, organik atık) gösterilir.
 - Şu sorular sorulur:
 - Atıkları nasıl ayırıyorsunuz?
 - Atıkların doğru şekilde ayrılmaması ne gibi problemlere yol açar?
 - Geri dönüşümün çevreye olan katkıları hakkında kısa bir video izlenir.

2. KEŞFETME (Explore):

- **Amaç:** Öğrencilerin malzeme algılaması ve atıkları ayırma sürecine dair deneyim kazanmalarını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere sensörün nasıl çalıştığı anlatılır: sensör, yüzey malzemesinin ışık yansımalarını ölçer.
 - Çeşitli atık materyaller (plastik, cam, organik) ile sensör test edilir.
 - Sensörlerden alınan verilerle, her malzeme türünün farklı yansıma değerleri olduğu gözlemlenir.
 - Öğrenciler, malzeme türünü algılayan bir ayırma sistemi için tasarım yapmaya başlar.

3. AÇIKLAMA (Explain):

- **Amaç:** Öğrencilerin keşfettikleri bilgileri anlamlı bir şekilde ifade etmelerini sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, sensörün verilerini nasıl yorumladıklarını ve hangi malzeme türlerini nasıl ayırt ettiklerini açıklar.
 - Çöp ayrıştırma ve geri dönüşümün önemini açıklamak için çevre bilimleriyle ilgili temel bilgiler verilir.
 - Sistem tasarımında kullanılan sensörler ve aktüatörler (motor, servo motor) hakkında kısa bir teorik açıklama yapılır.

4. DERİNLEŞTİRME (Elaborate):

- **Amaç:** Öğrencilerin tasarımlarını geliştirip, çözümü daha derinlemesine anlamalarını sağlamak.

- **Uygulama:**

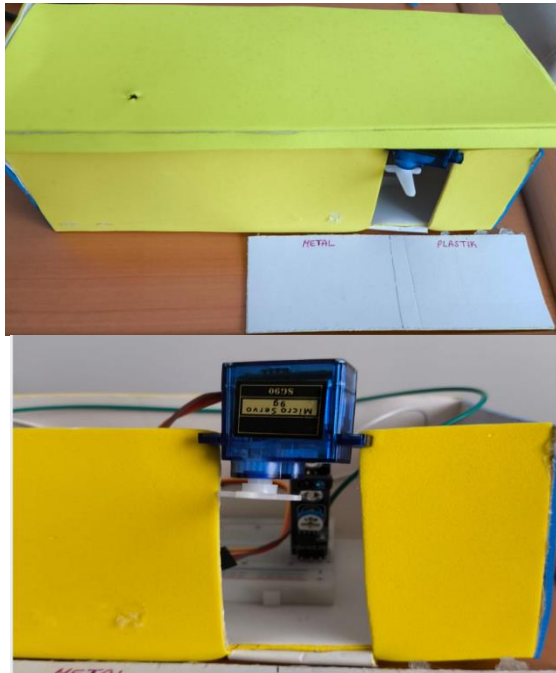
- Öğrenciler, sensörleri ve mekanik sistemleri entegre ederek atıkları ayıran bir model oluştururlar.
- Modelde kullanılan sensörler ile atıkların doğru şekilde ayrıldığından emin olunur.
- Geri dönüşüm sürecinin çevresel etkileri üzerine düşünülerek, tasarımdan elde edilen sonuçlar paylaşılır ve tartışılır.

5. DEĞERLENDİRME (Evaluate):

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrendiklerini ve projelerini değerlendirerek başarılarını ölçmek.

- **Uygulama:**

- Öğrenciler, yaptıkları atık ayrıştırma sistemini sınıfta sunar ve diğer öğrencilerle tartışır.
- Her grup, tasarım sürecinde karşılaştığı zorlukları ve çözüm yollarını anlatır.
- Geri dönüşüm konusunda bir farkındalık kampanyası veya bilgilendirme posterleri hazırlarlar.



Şekil 10: Çöp ayırma robotu

3.5.2.3 SU HASADI

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Bir okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız 5. Sınıf öğrencilerinin su döngüsü konusunu daha iyi anlaması için zümreleriniz le beraber su hasadı adlı projeyi hayata geçirmeyi malzeme ve sınırlılıklar doğrultusunda öğrenciler hayata geçirmeyi planlamaktasınız.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Su döngüsünü ne olduğunu bilir.

MATEMATİK : Yağış ihtimali için yüzde hesabını bilir.

Tam sayı kavramını bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir

5E Öğrenme Modeline Göre "Su Hasadı Sistemi" Etkinliği

1. GİRİŞ (Engage):

- **Amaç:** Öğrencilerin su hasadı ve su tasarrufu konusunda farkındalıklarını artırmak.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere suyun nasıl toplandığı ve kullanıldığıyla ilgili bir video izletilir.
 - Yağmur suyu hasadı ve suyun doğru kullanımı konularındaki global sorunlar tartışılır.
 - Şu sorular sorulur:
 - Yağmur suyu neden toplanmalı?
 - Su taşması ve su israfı nasıl engellenebilir?
 - Su kaybını azaltmak için neler yapılabilir?

2. KEŞFETME (Explore):

- **Amaç:** Öğrencilerin yağmur suyu hasadı sistemlerini keşfetmelerini sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, bir su hasadı sisteminin temel bileşenlerini (yağmur suyu toplama, su depolama, su seviyesini izleme, otomatik su dağıtımı) tanır.
 - Öğrencilere basit bir yağmur suyu toplama sisteminin çalışma prensipleri gösterilir:
 - Yağmur suyu, çatıdan toplanır ve depolama tankına yönlendirilir.
 - Su seviyesini ölçmek için sensörler ve fazla suyun yönlendirilmesi için bir drenaj sistemi kullanılır.
 - Otomatik su dağıtım mekanizması (örneğin, bitki sulama sistemi) tanıtılır.
 - Su seviyesinin izlenmesi ve taşmanın önlenmesi için çeşitli sensörlerin nasıl kullanılacağı hakkında bilgi verilir.

3. AÇIKLAMA (Explain):

- **Amaç:** Öğrencilerin keşfettikleri sistem bileşenlerini daha iyi anlamalarını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, su hasadı sisteminin nasıl çalıştığını ve her bileşenin nasıl işlev gördüğünü açıklar.
 - Yağmur suyu toplama, su seviyesini izleme, taşma kontrolü ve su dağıtımı gibi işlemleri basit bir diyagram üzerinde anlatılır.
 - Su seviyesini izlemek için kullanılan sensörlerin ve taşma önleyici sistemlerin çalışma prensipleri açıklanır.
 - Otomatik sulama sisteminin nasıl programlandığı ve suyun ihtiyaç duyulduğu zaman kullanılmasının önemine değinilir.

4. DERİNLEŞTİRME (Elaborate):

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri farklı senaryolarda uygulamalarını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, su hasadı sisteminin tasarımını geliştirmek için grup çalışması yapar.
 - Su seviyesi sensörü, taşma önleyici mekanizma ve otomatik su dağıtım entegrasyonu üzerine düşünülür.
 - Her grup, sistemin farklı özelliklerini kullanarak bir model tasarlar ve bu modeli simüle eder.
 - Tasarlanan sistemlerin çevreye olan katkıları tartışılır.

5. DEĞERLENDİRME (Evaluate):

- **Amaç:** Öğrencilerin proje üzerindeki öğrenimlerini değerlendirmek.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, tasarladıkları su hasadı sistemini sunar ve tasarımın işlevselliğini değerlendirir.
 - Her grup, suyu toplama, depolama, izleme ve yönlendirme sürecindeki başarıları ve karşılaştıkları zorlukları açıklar.
 - Öğrenciler, sistemin etkinliğini ve çevreye sağladığı faydayı rapor haline getirir.
 - Öğrencilere geri bildirim verilerek su hasadı ve su yönetimi konusundaki öğrenmeleri değerlendirilir.



Şekil 11: Su hasadı

3.5.2.4 YEŞİL DALGA

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Bir okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız Teknofest projesi için öğrencilerle beraber araçların hem karbon emülsiyonu, yakıt kullanımı ve trafik de ki karmaşıklığı azaltacak bir proje hazırlamanız istenmekte. Kuracağınız ekip den bu proje için kullanışlı ve ekonomik çözüm bulmanız istenilmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Karbon emülsiyonun ne olduğunu, sera gazının ne olduğunu, hız ve sürat kavramlarının ne olduğunu bilir.

MATEMATİK : Geometrik yapıların çevresinin hesabını yapmayı, tam sayı ve rasyonel sayılarla dört işlem yapmayı bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

5E Öğrenme Modeline Göre "Yeşil Dalga" Etkinliği

1. GİRİŞ (Engage):

- **Amaç:** Öğrencilerin trafik ışıkları, akış hızı ve yeşil dalga kavramına ilgilerini çekmek.
- **Uygulama:**
 - Öğrencilere şehirdeki trafik ışıklarının nasıl çalıştığı ve trafik akışını nasıl etkilediği hakkında kısa bir video gösterilir.
 - "Yeşil dalga" kavramı tanıtılır: Aynı yönde ilerleyen araçların trafik ışıklarında kesintisiz yeşil ışık görmesi.

- Şu sorular sorulur:
 - Yeşil dalga nasıl çalışır ve trafik akışını nasıl etkiler?
 - Yeşil dalga, araçlar için zaman ve enerji tasarrufu sağlarken trafik sıkışıklığını nasıl azaltabilir?

2. KEŞFETME (Explore):

- **Amaç:** Öğrencilerin trafik ışıklarının sıralanışı ve zamanlamasını keşfetmelerini sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, yeşil dalga sisteminin nasıl çalıştığını anlamak için bir trafik ışığı simülasyonu ya da modeli kurarlar.
 - Öğrenciler, farklı ışık zamanlamalarını test eder ve yeşil dalganın araçlar üzerindeki etkisini gözlemler.
 - Çeşitli senaryolar kullanarak ışıkların sıralanmasının ve zamanlamasının trafik akışını nasıl etkilediğini keşfederler.
 - Öğrenciler, trafik ışıklarının zamanlamalarını optimize ederek daha verimli bir trafik akışı oluşturmayı denerler.

3. AÇIKLAMA (Explain):

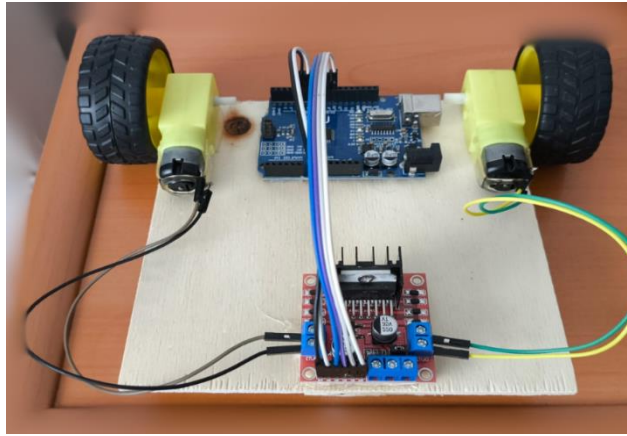
- **Amaç:** Öğrencilerin yeşil dalganın nasıl çalıştığını anlamalarını sağlamak ve daha derin bir anlayış kazandırmak.
- **Uygulama:**
 - Yeşil dalga kavramının fiziksel ve matematiksel temelleri açıklanır: Trafik ışıkları, yol uzunluğu, araç hızları ve ışık sürelerinin nasıl optimize edileceği anlatılır.
 - Trafik ışıklarının senkronizasyonu ve bu senkronizasyonun trafik akışını nasıl iyileştirdiği üzerine detaylı bilgi verilir.
 - Öğrencilere, trafik ışıkları ve yeşil dalganın şehirdeki trafik sıkışıklığı ve karbon salınımı üzerindeki etkileri açıklanır.

4. DERİNLEŞTİRME (Elaborate):

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri gerçek hayatta uygulamalarına ve daha derinlemesine anlamalarına olanak sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, yeşil dalga sistemi uygulayan bir şehir tasarlar ve bu tasarımda ışık zamanlamaları ile trafik yoğunluğu arasındaki ilişkiyi modellemeye çalışırlar.
 - Farklı trafik yoğunlukları, araç hızları ve yeşil dalga sistemlerinin verimliliği üzerine senaryolar oluşturulur.
 - Öğrenciler, yeşil dalga sistemlerinin şehirdeki trafik ve çevresel etkileri üzerindeki potansiyel faydalarını tartışırlar (örneğin, daha az yakıt tüketimi ve hava kirliliği).

5. DEĞERLENDİRME (Evaluate):

- **Amaç:** Öğrencilerin öğrendiklerini değerlendirmek ve yeşil dalga sistemlerinin etkilerini anlamalarını sağlamak.
- **Uygulama:**
 - Öğrenciler, yeşil dalga sistemi üzerinde yaptıkları çalışmaları sınıfta sunar ve tasarımlarını tartışırlar.
 - Tasarımlarındaki trafik ışığı sıralamaları, araç hızları ve yeşil dalganın etkinliği üzerine geri bildirim alırlar.
 - Yeşil dalga sistemlerinin çevresel faydaları ve trafik akışını iyileştirme potansiyelini değerlendiren bir rapor hazırlayıp sunarlar.
 - Öğrencilerin, şehir içi trafik optimizasyonu ve yeşil dalga sistemlerinin gelecekteki uygulamaları hakkında düşünmeleri sağlanır.



Şekil 12: Yeşil dalga

3.6. Verilerin Analizi

3.6.1. Nicel Verilerin Analizi

Veri toplama aracı olarak “Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ” , “STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği” ve “Bilgi İşlemsel Bilgi ölçeği” kullanıldığı bu araştırmanın verileri, bilgisayar destekli istatistik paket programı olan SPSS 30.0’da çözümlenmiştir. Veriler analiz edilirken öncelikle normal dağılım testi uygulanmış olup buradaki amaç testlerin parametrik ya da non-parametrik olup olmayacağına karar vermektir. Verilerin normalliği analiz edilirken çarpıklık basıklık değerleri incelenmiştir. Çarpıklık değerlerinin kaynaklara dayalı olarak, Tabachnick ve Fidell (2013) tarafından $\pm 1,50$ değer aralığının uygunluk sınırları içinde olduğu ifade edilmiştir. Normal dağılım gösterdiği için bağımsız t uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan ölçeklerin Deney ve kontrol grubu ön testlerinde anlamlı bir farklılık olmadığı T Testinin sonucunda görüldü. Deney ve kontrol grubu son testlerinde anlamlı bir farklılık olduğu T Testinin sonucunda görüldü olduğu gözlemlendi.

3.7. Araştırmanın Geçerliği

Araştırmanın iç ve dış geçerliği ile güvenilirliğini sağlamak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Araştırmanın geçerliliğini sağlamak için, verilerin tüm gerçekliğiyle ortaya konulması ve araştırmacının tarafsızlığını koruması kritik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, verilerin ve sonuca ulaşma sürecinin tüm ayrıntılarıyla raporlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Yıldırım, 2010).

İç geçerlik, araştırmanın herhangi bir hata içermeden, belirlenen amacı doğrultusunda doğru sonuçlar ortaya koyabilme kapasitesidir. Araştırmada hata oranının azaltılması, iç

geçerliği artıran bir faktördür. Buna karşılık, araştırmadan elde edilen sonuçların genelleştirilerek evrene yansıtılabilme derecesi dış geçerlik olarak tanımlanır. İ ve dış geçerlik genellikle ters orantılı bir ilişki göstermekte, biri artarken diğerinin azalma eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir.

Araştırma verilerinin analiz edilmesinde gerçekleştirilen işlemler, literatür taraması ve uzman görüşlerinin alınmasını içermektedir. Araştırmanın güvenilirliğini sağlamak adına alınan önlemler arasında uzman ve akran değerlendirmeleri önemli bir yer tutmaktadır (Büyüköztürk, akmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2017).

Araştırmada yürütölen çalışmalar arasında, sürecin açıkça ifade edilmesi, katılımcılara ait istatistiksel değerlerin sunulması, anketlerin incelenip uygun olmayanların elenerek numaralandırılması, ardından verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması gibi işlemler yer almaktadır. Bu adımlar, araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanmasına yönelik gerçekleştirilen diğer önemli çalışmalar olarak değerlendirilebilir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, veri toplama araçları kullanılarak elde edilen bulgular ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular yapılandırılmıştır. Betimsel istatistiklere ilişkin sonuç istatistiklerine dayanan bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Betimsel İstatistiklere İlişkin Bulgular

Bu çalışmada öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme ve STEM uygulamalarına yönelik öz yeterlilik düzeylerini ölçmek amacıyla üç farklı ölçek kullanılmıştır. Bunlardan “Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği” (MEDEÖ), Özgenel ve Çetin (2018) tarafından geliştirilmiş olup öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerini değerlendirmeye yönelik bir ölçektir. “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” (BİDÖ) ise Akyol (2020) tarafından geliştirilmiş ve bireylerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Son olarak, “STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği”, Yaman ve arkadaşları (2018) tarafından geliştirilmiş olup öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik öz yeterlilik inançlarını değerlendirmeye yönelik bir ölçme aracıdır.

Araştırma kapsamında, kullanılan ölçeklere ilişkin öncelikle tanımlayıcı istatistik analizleri yapılmış, ardından normallik dağılımları incelenmiştir. Bu doğrultuda, Tablo 4’te Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanlarına yönelik tanımlayıcı istatistik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 4

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR	İstatistik	
DENEY GRUBU	Ortalama	3,7661
	Ortanca	3,8571

	Std. Sapma	,678
	Basıklık	,103
	Çarpıklık	-,364
	Ortalama	3,6446
	Ortanca	3,5893
KONTROL GRUBU	Std. Sapma	,518
	Basıklık	-,419
	Çarpıklık	,734

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği'nin ön test puanlarına ilişkin yapılan tanımlayıcı istatistik analizleri, ortalama ve medyan (ortanca) değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin -1,5 ile +1,5 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Literatürde sosyal bilimler alanında yapılan araştırmalarda, bu değer aralıklarının verilerin normal dağılım gösterdiğini desteklediği kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu doğrultuda, çalışmada elde edilen Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanlarının normal dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Tablo 5'te, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 5

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY GRUBU	,109	20	.200	,971	20	,780
KONTROL GRUBU	,101	20	.200	,970	20	,752

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri normallik testleri arasında en sık kullanılan yöntemlerdir (Büyüköztürk, 2010). Literatürde, örneklem büyüklüğü 35'ten fazlaysa Kolmogorov-Smirnov testinin, 35 ve daha azsa Shapiro-Wilk testinin tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir (McKillup, 2012). Bu çalışmada, örneklem sayısının 35'in altında olması nedeniyle Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve analiz edilmiştir. Tablo 5'nin incelenmesi

sonucunda, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanlarının deney ve kontrol grubunda normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanlarının incelenmesinden sonra Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanlarının incelemesi yapılmıştır. Tablo 6 'de Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanlarına yönelik tanımlayıcı istatistik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 6

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR		İstatistik
DENEY GRUBU	Ortalama	4,4790
	Ortanca	4,5900
	Std. Sapma	,568
	Basıklık	-1,391
	Çarpıklık	1,369
KONTROL GRUBU	Ortalama	3,0893
	Ortanca	3,0714
	Std. Sapma	,182
	Basıklık	,455
	Çarpıklık	,295

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanlarına yönelik yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda, elde edilen veri sonuçlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerlerinin literatürde belirtilen kabul edilebilir değerler arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test sonuçlarının normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Tablo 7'de, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanlarına ait normallik testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 7

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY GRUBU	,180	20	,090	,849	20	,005
KONTROL GRUBU	,111	20	,200	,951	20	,375

Tablo 7 incelendiğinde, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği son test sonuçlarının hem deney hem de kontrol grubu için normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Sonrasında, Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test ve son test puanları incelendikten sonra, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği puanları da incelenmiştir. Tablo 8'de, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarına yönelik betimsel istatistik bulguları sunulmaktadır.

Tablo 8

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön test grup istatistikleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR		İstatistik
DENEY GRUBU	Ortalama	3,1765
	Ortanca	3,1000
	Std. Sapma	,855
	Basıklık	-,179
	Çarpıklık	-,419
KONTROL GRUBU	Ortalama	2,9040
	Ortanca	3,0200
	Std. Sapma	,97420
	Basıklık	,098
	Çarpıklık	-,779

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarına ilişkin yapılan tanımlayıcı istatistik analizleri, ortalama ve medyan (ortanca) değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin -1,5 ile +1,5 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Literatürde sosyal bilimler alanında yapılan araştırmalarda, bu değer aralıklarının verilerin normal dağılım gösterdiğini desteklediği kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu doğrultuda, çalışmada elde edilen Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarının normal dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 9’da Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 9

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY GRUBU	,133	20	,200	,960	20	,539
KONTROL GRUBU	,128	20	,200	,960	20	,550

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri normallik testleri arasında en sık kullanılan yöntemlerdir (Büyüköztürk, 2010). Literatürde, örneklem büyüklüğü 35’ten fazlaysa Kolmogorov-Smirnov testinin, 35 ve daha azsa Shapiro-Wilk testinin tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir (McKillup, 2012). Bu çalışmada, örneklem sayısının 35’in altında olması nedeniyle Shapiro-Wilk testi uygulanmış ve analiz edilmiştir. Tablo 5’nin incelenmesi sonucunda, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarının hem deney hem de kontrol grubunda normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanlarının incelenmesinden sonra Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanlarının incelenmesi yapılmıştır. Tablo 10 ’de Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanlarına yönelik tanımlayıcı istatistik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 10

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR		İstatistik
DENEY GRUBU	Ortalama	4,2460
	Ortanca	4,2150
	Std. Sapma	,650
	Basıklık	-,463
	Çarpıklık	-,690
KONTROL GRUBU	Ortalama	2,9850
	Ortanca	3,0000
	Std. Sapma	,155
	Basıklık	-,181
	Çarpıklık	1,041

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanlarına yönelik yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda, son test puanlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere bakıldığında, basıklık ve çarpıklık değerlerinin literatürde belirtilen kabul edilebilir aralıklarda yer aldığı görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test sonuçlarının normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Tablo 11’de, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 11

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY	,143	20	,200	,896	20	,035
KONTROL	,153	20	,200	,896	20	,737

Tablo 11 incelendiğinde, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği son test sonuçlarının hem deney hem de kontrol grubu için normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ardından, Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test ve son test puanları incelendikten sonra, “STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği” puanları analiz edilmiştir. Tablo 12’de, bu ölçeğe ait ön test puanlarına yönelik tanımlayıcı istatistik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 12

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Ön test grup istatistikleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR	İstatistik	
DENEY GRUBU	Ortalama	2,1670
	Ortanca	2,0300
	Std. Sapma	,986
	Basıklık	,649
	Çarpıklık	-,427
KONTROL GRUBU	Ortalama	2,7865
	Ortanca	2,8050
	Std. Sapma	,659
	Basıklık	,025
	Çarpıklık	,393

Ölçeğin ön test puanlarına yönelik yapılan tanımlayıcı istatistikler sonucunda, elde edilen veri sonuçlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerlerinin literatürde belirtilen kabul edilebilir değerler arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda ölçeğin ön test sonuçlarının

normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Ayrıca, normallik varsayımının kontrol edilmesinde kullanılan testler de analiz edilmiştir. Tablo 13'te, "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" ön test puanları ile ilgili normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 13

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği ön test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY GRUBU	,151	20	,200	,919	20	,094
KONTROL GRUBU	,105	20	,200	,985	20	,980

Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri normallik testleri arasında en sık kullanılan yöntemlerdir (Büyüköztürk, 2010). Bu testler arasında, örneklem büyüklüğünün 35 ve daha büyük olduğu durumlarda Kolmogorov-Smirnov testi, 35'ten küçük örneklem büyüklüklerinde ise Shapiro-Wilk testinin kullanılması önerilmektedir (McKillup, 2012). Bu doğrultuda, yapılan analizlerde Shapiro-Wilk testinin sonuçları incelenmiştir. Tablo 13'te, "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" ön test sonuçlarının hem deney hem de kontrol grubu için normal dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir.

Ölçeğin ön test puanlarının incelenmesinden sonra son test puanlarının incelemesi yapılmıştır. Tablo 14 'de "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" son test puanlarına yönelik tanımlayıcı istatistik bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 14

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Son test grup istatistikleri ön test puanları tanımlayıcı istatistik bulguları

GRUPLAR	Ortalama	İstatistik
DENEY GRUBU		4,0110

	Ortanca	4,0000
	Std. Sapma	,711
	Basıklık	-,093
	Çarpıklık	-,976
	Ortalama	2,9472
KONTROL GRUBU	Ortanca	2,9167
	Std. Sapma	,154
	Basıklık	,693
	Çarpıklık	,777

Yapılan betimsel istatistikler sonucunda, "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" son test puanlarının normal dağılım aralıklarında yer aldığı belirlenmiştir. İstatistiksel sonuçlar incelendiğinde, basıklık ve çarpıklık değerlerinin literatürde belirtilen uygun değer aralıklarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, son test sonuçlarının normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Tablo 15'te, "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" son test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 15

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği Son test puanları normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	<i>p</i>	İstatistik	df	<i>p</i>
DENEY GRUBU	,130	20	,200	,947	20	,327
KONTROL GRUBU	,147	20	,200	,953	20	,407

Tablo 15 incelendiğinde "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" son test sonuçlarının hem deney hem kontrol grubu için normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

4.2. Araştırmada Problemlere Yönelik Bulgular

Araştırmada, problem durumlarına dayalı olarak oluşturulan alt problemler durumları incelenmiştir. Araştırmanın birinci problem durumu şu şekilde belirlenmiştir "STEM

Eğitimine Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünmesinin ön test puanlarına anlamlı bir etkisi var mıdır?" bu bağlamda, yapılan normallik testlerinin analizi sonrasında, bağımsız örneklem için t-testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
KONTROL GRUBU	ÖN TEST	20	3,6446	,518	38	-,636	,529
DENEY GRUBU	ÖN TEST	20	3,7661	,678			

Tablo 16 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları arasında yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ([$t = -0.636$; $p = 0.529 > 0.05$]). Bu bulgu, uygulamalara başlanmadan önce her iki grubun da benzer özellikler taşıdığını ve eleştirel düşünme düzeylerinin birbirine yakın olduğunu ifade etmektedir. Bulgu doğrultusunda probleme STEM Eğitimine Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının eleştirel düşünmesinin ön test puanlarına anlamlı bir etkisi yoktur.

Araştırmanın ikinci problem durumu şu şekilde belirlenmiş "STEM Eğitimine Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının eleştirel düşünmesinin fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi var mıdır?" Bu bağlamda, yapılan normallik testlerinin analizi sonrasında, bağımsız örneklem için t-testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17

Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği fark test uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
KONTROL GRUBU	SON TEST	20	-,5554	,541	38	-4,911	<,001
DENEY GRUBU	SON TEST	20	,7129	1,02			

Tablo 17 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda bulunan Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği fark test puanları arasında deney gurubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ([$t = -4,911$; $p=.001<0.05$]). Bu durum uygulamalardan sonra deney grubunda anlamlı farklılığın olduğunu göstermektedir. Bu sonuç ışığında aşağıda belirtilen STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının eleştirel düşünmesinin fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi vardır.

Araştırmanın üçüncü problem durumu “STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının bilgi işlemsel düşünme ön test puanına anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu kapsamda yapılan normallik testlerinin analizi ile bağımsız örneklem t-testi uygulanıp sonucu Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
DENEY GRUBU	ÖN TEST	20	3,1765	,855	38	1,285	,207
KONTROL GRUBU	ÖN TEST	20	2,8040	,974			

Tablo 18 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ([$t = 1.285$; $p=.207>0.05$]). Bu bulgu, uygulamalara başlanmadan önce her iki grubun da benzer özellikler taşıdığını ve bilgi işlemsel düşünme düzeylerinin birbirine yakın olduğunu ifade etmektedir. Bu sonuç STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının bilgi işlemsel düşünme ön test puanına anlamlı bir etkisi yoktur.

Araştırmanın dördüncü problem durumu “STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının bilgi işlemsel düşünme fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu kapsamda yapılan normallik testlerinin analizi ile bağımsız örneklem t-testi uygulanıp sonucu Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğinin deney ve kontrol grubu arası fark uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
DENEY GRUBU	SON TEST	20	1,07	1,284	38	2,415	,021
KONTROL GRUBU	SON TEST	20	,181	1,028			

Tablo 19 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda bulunan Bilgi İşlemsel Düşünme Eğilimleri Ölçeğinin fark test puanları arasında deney gurubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ([t = 2,415; p=.021<0.05]). Bu durum uygulamalardan sonra deney grubunda anlamlı farklılığın olduğunu göstermektedir. Bu sonuç ışığında aşağıda STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının bilgi işlemsel düşünme fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi vardır.

Araştırmanın beşinci problem durumu “STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM özyeterlilik ön test puanına anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu kapsamda yapılan normallik testlerinin analizi ile bağımsız örneklem t-testi uygulanıp sonucu Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği deney ve kontrol grubu ön test uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
DENEY GRUBU	ÖN TEST	20	2,1670	,986	38	-2,335	,025
KONTROL GRUBU	ÖN TEST	20	2,7865	,659			

Tablo 20 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda bulunan STEM uygulamaları öğretmen adayları öz yeterlilik ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir([t = -2,335; p=.025<0.05]). Bu durum uygulamalara başlamadan önce her iki grubunda farklı düzeyde özelliklere sahip olduğunu ve bilgi işlemsel düşünme düzeylerinin birbirlerinden farklı olduğunu göstermektedir. Bu sonuç ışığında aşağıda belirtilen STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM özyeterlilik ön test puanına anlamlı bir etkisi vardır.

Araştırmanın altıncı problem durumu “STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM özyeterlilik fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Bu kapsamda yapılan normallik testlerinin analizi ile bağımsız örneklem t-testi uygulanıp sonucu Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21

STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeğinin deney ve kontrol grubu arası fark uygulama sonucu

GRUP	UYGULAMA	n	\bar{X}	Ss	df	t	p
DENEY GRUBU	SON TEST	20	1,8440	1,193	38	5,502	<,001
KONTROL GRUBU	SON TEST	20	,1607	,66832			

Tablo 21 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda bulunan STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeğinin fark test puanları arasında deney gurubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ([t = 5,502; p=<.001<0.05]). Bu durum uygulamalardan sonra deney grubunda anlamlı farklılığın olduğunu göstermektedir. Bu sonuç ışığında aşağıda belirtilen STEM Eğitime Uygun Tasarlanan Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının STEM özyeterlilik fark (son test – ön test) puanına anlamlı bir etkisi vardır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma bulguları ilgili literatür doğrultusunda ele alınmış ve gelecekteki çalışmalara yol göstermek amacıyla çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Öncelikle, araştırma hipotezlerine ilişkin bulgular aktarılmış; ardından, nicel bulgular aşamalı olarak ele alınarak kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır. İlk olarak, araştırma problemlerine dayalı sonuçlara yer verilmiştir.

5.1 Araştırma Problemlerine Yönelik Sonuçlar

STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM öz yeterlilik, eleştirel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme eğilimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma sorusu doğrultusunda uygulanan ölçeklerin analizleri sonuçları şöyledir;

STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM öz yeterlilik, eleştirel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme eğilimine geliştirici bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen ana problem doğrultusunda şu alt sonuçlara da ulaşılmıştır;

1. **Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği ön test puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı belirlenmiştir ($t = -0.636$; $p = 0.529 > 0.05$).
2. **Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği fark (son test – ön test) puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerinde anlamlı bir fark deney grubu lehine gözlemlenmiştir ($t = -4.911$; $p = 0.001 < 0.05$).
3. **Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği ön test puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının bilgi

işlemsel düşünme eğilimlerinde anlamlı bir fark yaratmadığı belirlenmiştir ([t = 1.285; p = 0.207 > 0.05]).

4. **Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği fark (son test – ön test) puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinde anlamlı bir fark deney grubu lehine oluşturduğu tespit edilmiştir ([t = 2.415; p = 0.021 < 0.05]).
5. **STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği ön test puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının öz yeterlilik inançlarında anlamlı bir fark yaratıldığı belirlenmiştir ([t = -2.335; p = 0.025 < 0.05]).
6. **STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği fark (son test – ön test) puanları arasında** STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının öz yeterlilik inançlarında anlamlı bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir ([t = 5.502; p < 0.001 < 0.05]).

5.1.1 Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM eğitimiyle hayata geçen robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının Marmara eleştirel düşünme eğilimleri ölçeğinin ön testine verdiği sonuçlara baktığımız da deney ve kontrol grubu için yapılan analizler sonucunda her iki gruptaki öğretmen adaylarının başlangıç düzeylerinin aynı olduğu, son testlerin analizi sonucunda ise yapılan etkinliklerin deney grubu için eleştirel düşünme eğilimlerini olumlu etkilediği görülmüştür. Yapılan çalışma ile öğretmen adaylarının eleştirel düşünme geliştiği görülmekte bu gelişim öğretmen adaylarının oldukça önemlidir çünkü eğitimde etkili kararlar almayı, öğrencilere rehberlik etmeyi ve sürekli gelişmeyi destekler. Alanyazın incelendiğinde;

Akyol (2020) tarafından hayata geçirilen “STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi” adlı çalışmada, Yılmaz (2023) tarafından hayata geçirilen “ Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Kişilik Özellikleri ile Yaratıcı Düşünme Eğilimleri ve Eleştirel Düşünme Eğilimleri” adlı çalışmada, McMahan (2009), teknoloji entegrasyonunun bilgi işlemsel düşünme becerisi yüksek bireylerde eleştirel düşünme puanlarını artırdığını ifade etmiştir. Çelik (2019) ise robotik programlama aktivitelerinin, öğrencilerin bir durumu veya olayı farklı perspektiflerden değerlendirmelerine katkı sağladığını vurgulamıştır. Bu çalışmalar, araştırma sonucunu destekler niteliktedir.

5.1.2 Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM eğitimiyle hayata geçen robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme ölçeğinin ön testine verdiği sonuçlara baktığımız da deney ve kontrol grubu için yapılan analizler sonucunda her iki gruptaki öğretmen adaylarının başlangıç düzeylerinin aynı olduğu, son testlerin analizi sonucunda ise yapılan etkinliklerin deney grubu için bilgi işlemsel düşünme eğilimlerinin olumlu etkilediği görülmüştür. Yapılan etkinliklerle öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşüncelerinin gelişmesi onların problem çözme ve analitik düşünme becerilerini de beraberinde geliştirir. Büyük karmaşık problemleri küçük parçalara ayırarak çözüm üretir. Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının da eğitim-öğretim sürecinde bu tür uygulamaların mesleki yaşamlarında büyük bir etkisi olacağı yönündedir. Alanyazın incelendiğinde;

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği, Akyol (2020) tarafından “STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi” adlı çalışma, Sarı ve Kardeş’in (2020) hayata geçirdiği “Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme: Bir Öğretim Etkinliğinin Değerlendirilmesi” adlı çalışma, Turan (2019), deneysel çalışmaların, Sullivan (2008) tarafından yürütülen robotik STEM etkinlikleri araştırmasından elde edilen sonuçlar araştırmayı destekler niteliktedir.

5.1.3 STEM Öz Yeterlilik Ölçeğine Yönelik Sonuç ve Tartışma

STEM eğitimiyle hayata geçen robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının, STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlilik Ölçeği ‘ne ilişkin adaylardan alınan verilerin analizinden çıkan sonuçlara bakıldığında, belirli eğilimler ve gelişim alanları ortaya çıkmıştır. Normallik testlerinin sonucunda t testine bağlı olarak deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

Öz yeterlilik, bireyin sahip olduğu yetenekle değil, kazandığı yeteneklerle neler yapabileceği ile ilgili algısını ifade etmektedir. Bu bağlamda bakıldığında, öğretmen adayları, aldıkları STEM eğitimi sayesinde kazandıkları becerilerle neler yapabilecekleri konusunda daha fazla bilgiye ve özgüvene sahip oldukları söylenebilir. Bu bulgular, STEM eğitiminin öğretmen adaylarının bilgi, beceri ve yeteneklerini geliştirdiğini ve bu gelişmelerin onların özyeterlilik algılarının olumlu yönde değişmesine katkı sağladığını göstermektedir. STEM uygulamaları sayesinde var olan bilgilerini transfer edebilme becerisi kazanan öğretmen

adayları, kendilerine olan özgüvenlerinin arttığını ve gelecekteki potansiyellerinin farkına vardıklarını ölçeğe verilen cevaplara dayanarak ifade etmişlerdir. Alanyazın incelendiğinde;

Yığ, Usta ve Şener'in (2022) hayata geçirdiği “ Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları ile STEM Uygulamaları Öz-Yeterlik İnançlarının İncelenmesi” adlı çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının STEM farkındalıklarının yüksek olduğunu ve STEM uygulamaları öz-yeterlik inançlarıyla pozitif yönde anlamlı bir ilişki içinde olduğunu görülmüş. Güteryüz'ün (2020) hayata geçirdiği “ 3d Yazıcı ve Robotik Kodlama Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının 21. Yüzyıl Öğrenen Becerileri, STEM Farkındalık ve STEM Öğretmen Öz Yeterliğine Etkisi” adlı çalışmada STEM uygulamalarına dayalı eğitim sürecinin öğretmen adaylarının öz-yeterlilik algularını olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmalar araştırmayı destekler niteliktedir.

5.2 Öneriler

STEM eğitime uygun tasarlanan robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM öz yeterlilik, eleştirel düşünme ve bilgi işlemsel düşünme eğilimine etkisinin belirlenmesi olan etkinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, araştırmacılar ve bu alanda çalışan eğitimciler için şu öneriler sunulabilir:

- Literatür incelendiğinde, öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bu tür çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, gelecekteki araştırmalarda farklı branşlardan öğretmen adaylarının örneklem olarak seçilmesinin önemli olacağı ifade edilebilir.
- Robotik ve kodlama temelli uygulamalara başlamadan önce katılımcıların kapsamlı bir eğitim alması önemlidir. Çünkü bu tür uygulamalar, yazılım geliştirme, robot teknolojisi ve algoritma yazma gibi ek beceriler gerektirmektedir. Bu nedenle, araştırmacıların uygulamalara geçmeden önce bu alanlarda iyi bir eğitim alması, çalışmalarının daha verimli ve başarılı olmasını destekleyecektir.
- Robotik ve kodlamaya dayalı eğitimlerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için belirli bir bütçe ve finansman desteği sağlanmalıdır. Bu süreçte, bir proje bazlı yaklaşım benimsenmesi, araştırmacılara önemli kolaylıklar sunacaktır. Çünkü robotik setler, yüksek maliyetler gerektiren araçlar olduğundan, bu tür eğitimlerin

etkin bir şekilde yapılabilmesi için yeterli ekonomik destek sağlanması büyük önem taşımaktadır.

- Bu çalışmada yalnızca son sınıf fen bilgisi öğretmenliği öğretmen adayları yer almamaktadır. Çalışmanın kapsamı birinci sınıftan son sınıfa kadar tüm öğretmen adaylarıyla genişletilerek benzer çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, bu tür çalışmalarda gelişim düzeyleri, yatkınlık becerileri ve adaptasyon gibi diğer değişkenlerin de incelenmesi mümkün olabilir.
- Robotik, kodlama ve yazılım becerileri, günümüzde 21. yüzyıl becerileri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, bu ve benzeri içeriklerin lisans eğitim programlarına dahil edilmesi ve lisans sürecinde öğretmen adaylarının bu yetkinlikleri kazanmaları, onların profesyonel gelişimleri açısından faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Abanoz, T., & Deniz, Ü. (2019). STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Turkish Studies-Educational Sciences*, 14(6), 2787-2802.
- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835.
- Akay, C. (2018). *STEM eğitime giriş*. Ankara: Pegem Akademi.
- Akbıyık, C., & Kalkan-Ay, G. (2014). Perceptions of pre-school administrators and teachers on thinking skills instruction: A case study. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-18.
- Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: "Günün modası mı? Yoksa gereksinim mi? İstanbul: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Aksu, F. N. (2019). *Bilişim Teknolojileri Öğretmenleri Gözünden Robotik Kodlama ve Robotik Yarışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Altaş, S. (2018). STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi (Tez No. 506175) [Yüksek lisans tezi, Alparslan Üniversitesi-Muş]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Arslan, Ö. (2018). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının farklı bağımlı değişkenler üzerinden incelenmesi (Tez No. 519723) [Yüksek lisans tezi, Alparslan Üniversitesi-Muş]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ateş, H., & Gül, K. S. (2023). Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Öz-Yeterlik ve Endişe Düzeylerinin İncelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.37217/tebd.1211730>
- Avan, Ç., Gülgün, C., Yılmaz, A., & Doğanay, K. (2019). Out of school learning environment in STEM education: Kastamonu science camp. *Journal Of STEAM Education*, 2(1), 39-
- Aydınlı, B., & Avan, Ç. (2017). Yeni eğitim yaklaşımlarına öğretmen adaylarının başlangıç algıları: Ters-Yüz yöntemi. *Route Educational and Social Science Journal*, 4 (7), 465-474.

- Ayyildiz, P., & Yılmaz, A. (2021). 'Moving the Kaleidoscope' to see the effect of creative personality traits on creative thinking dispositions of preservice teachers: The mediating effect of creative learning environments and teachers' creativity fostering behavior. *Thinking Skills and Creativity*, 100879, 41, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100879>
- Azamet, C. ve Altun-Yalçın, S. (2020). Basit malzemelerle yapılan STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının mesleğe ilişkin tutumları açısından incelenmesi. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(39): 2455-2471. doi: 10.31576/smryj.719.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using autonomous robotics to teach science and engineering. *Communications of the ACM*, 42(6), 85-92.
- Beers, S. (2011). *21st century skills: Preparing students for their future*. https://www.yinghuaacademy.org/wpcontent/uploads/2014/10/21st_century_skills.pdf
- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bingül, Z. ve Küçük, S. (2005). *Robot Tekniği*. İstanbul: Birsen Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (11. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). Bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi. (ss. 1-360).
- Binkley, M. (2012). *Assessing 21st century skills*. OECD Education Working Papers, No. 72. OECD Publishing
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. National Science Teachers Association.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Houghton Mifflin Company.
- Cheng, Y., & Wang, Z. (2016). *The Impact of STEM Education in China*. *International Journal of STEM Education*, 3(1)

- Costa, M. F. ve Fernandes, J. F. (2005). Robots at school. The eurobotice project. *Science and Technology*, 1, 2.
- Creswell, J.W. and Creswell, J.D. (2018) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage, Los Angeles.
- Çamoğlu, D. (2013). *Bilgisayar Kontrollü Robotik*. İstanbul: Ecem Yayınları.
- Çelik, Ş. B. (2019). *Robotik programlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Isparta: Süleyman Demirel
- Çelik, Ş. B. (2019). *Robotik programlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, İ., & Toluk Uçar, Z. (2017). Bilgi işlemsel düşünme tanımı ve kapsamı. İçinde: Y. Gülbahar (Ed). *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya*. 41-74. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Demirel, Ö. (2000). *Eğitimde program geliştirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Demirer, V. (2017). Eğitimde teknoloji entegrasyonu ve öğretmenlerin rolü. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 45-58.
- Duman, B. (2007). *Beyin temelli öğrenme*. 1. Baskı. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Eguchi, A. (2016). *Robo Cup Junior For Promoting STEM Education, 21st Centuryskills And Technological Advancement Through Robotic Scompetition*. Robotics and Autonomous Systems. <http://dx.doi.org/10.1016/j.robot>.
- Ekmekci, A. B. (2022). STEM eğitim modelinin ülkelerin kalkınma ve gelişmişlik düzeyine etkisinin incelenmesi ve Singapur örneği (Tez No. 762033) [Yüksek lisans tezi, Ticaret Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Ensari, Ö. (2017). Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşleri (Tez No. 480179) [Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi (ENAD)*, 4(3), 43-67.
- Ertugrul-Akyol, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Kayseri.

- Genç, Z. ve Karakuş, S. (2011). Tasarımla öğrenme: Eğitsel bilgisayar oyunları tasarımında Scratch kullanımı. *5.Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri, Fırat Üniversitesi*, 981-987. Elazığ.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Güleryüz, H. (2020). 3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. yüzyıl öğrenen becerileri, Stem farkındalık ve Stem öğretmen öz yeterliğine etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Güleryüz, H., & Dilber, R. (2021). STEM activities made with 3d printer; the effect on awareness of teacher candidates regarding its use in science lessons. *International Journal of Research-GRANTHAALAYAH*, 9(10), 366-378. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v9.i10.2021.4351>
- Gülhan, F. (2016). STEM eğitimi ve sınıf öğretmenliği. *Journal of Educational Theory and Practice*, 2(1), 15-26.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen- Teknoloji- Mühendislik- Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlarla İlgili Algı ve Tutumlarına Etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602- 620.
- Gürsoy, G. & Çinici, A. (2019). Bilim şenliği etkinliğinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalığına etkisi. *Journal of History School*, 43, 1480- 1502.
- Hester, K., & Cunningham, C. M. (2007). *Engineering is Elementary: An Engineering and Technology Curriculum for Children*. Boston: Museum of Science.
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic researc review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4 (3), 583.
- Katehi, L., Feder, M., & Greg Pearson. (2009). (PDF) Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. ResearchGate. <https://doi.org/10.17226/12635>
- Keçeci, G., Alan, B., & Zengin, F. (2017). 5. SINIF ÖĞRENCİLERİYLE STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17.
- Kim, J. (2014). *The Impact of STEM Education in South Korea*. *International Journal of STEM Education*, 1(1).
- Koç, A., & Büyük, U. (2013). Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: Robotik uygulamaları. *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 139-155.

- Kocaman, B. (2021). Analitik düşünme temelli çevrimiçi STEM öğretim programının geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi (Tez No. 723749) [Yüksek lisans tezi, Kocatepe Üniversitesi-Afyon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kökdemir, D. (2003). Eleştirel düşünme ve bilim eğitimi. *PİVOLKA*, 21 (7), 16-19.
- Korkmaz, Ö., Altun, H., Usta, E. ve Özkaya, A. (2014). The effect of activities in robotic applications on students perception on the nature of science and students metaphors related to the concept of robot. *Online Submission*, 5(2), 44-62.
- Kuenzi, J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. CRS Report for Congress. United States.
- Kundakcı, M. (2021). STEM etkinliklerinin fen bilimleri dersinde akademik başarı ve derse yönelik tutuma etkisi: Sistemik inceleme ve meta-analiz çalışması (Tez No. 703496) [Yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kurtbaş, İ. (2011). MERAK(IN) SOSYOLOJİSİ Psikolojik Dürtü, Sosyal Uyarıcı, Kültürel Nosyon ve İdeolojik Bir Konsept Olarak “Sosyal Merak”. *Sosyoloji Araştırmaları Dergisi*, 14(2), Article 2.
- Kurtoğlu, A. (2011). *Robot Tekniği*. İstanbul: Papatya Yayınları.
- Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: What form? What function?. Richmond: CurrTech Integrations.
- Light, J. S. (1999). When computers were women. *Technology and Culture*, 40(3), 455-483.
- Mataric, M. J. (2004). Robotics education for all ages. In Proceedings of AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education (pp. 1-5).
- McKillup, S. (2012). *Statistics explained: An introductory guide for life scientists (Second edition)*. United States: Cambridge University Press.
- McMahon, G. (2009). *Critical thinking and ICT integration in a western australian secondary school*. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 269- 281.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2006). *Research in education: Evidence-based inquiry* (sixth Ed.). Boston: Pearson.
- MEB (2018). STEM Eğitim Raporu.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *STEM Eğitim Modeli ve Uygulama Rehberi*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2023). *2023-2027 Stratejik Planı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- National Center for Education Statistics. (2016). *The Condition of Education 2016*. U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *Technology and Engineering Teacher*, 71(7), 25-31.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (6th Ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- TÜBİTAK. (2019). *STEM ve Teknoloji Eğitimi Araştırma Raporu*. TÜBİTAK Yayınları.
- Türk, N. (2019). Eğitim fakültelerinin lisans programlarına yönelik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi (Tez No. 567281) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- TIMSS Türkiye. (2023). *TIMSS 2023 Sonuçları*. timss.meb.gov.tr
- TDK. (2024). Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish Lessons: What Can the World Learn from Educational Change in Finland*. Teachers College Press.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schweingruber, H. A., Keller, T. E., & Quinn, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Schneider, G. M., & Gersting, J. (2016). *Invitation to Computer science*. Nelson Education.
- Singer, P. W. (2015). *Robotik Savaş*. Ankara: Ankamat Yayınları.
- Singapore Ministry of Education. (2015). *STEM Education Strategy for Singapore*. Ministry of Education
- Şad, S. N., & Arıbaş, S. (2010). Bazı Gelişmiş Ülkelerde Teknoloji Eğitimi Ve Türkiye İçin Öneriler. *Milli Eğitim Dergisi*, 40(185), Article 185.
- OECD. (2018). *STEM education in schools and the labor market*. OECD Education Policy Perspectives.
- OECD. (2017). *The Future of Education and Skills 2030*. OECD Publishing.
- Obama, B. (2011). *The President's Council of Advisors on Science and Technology: Report to the President on Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing*.
- Özdemir, A., Yaman, C., & Vural, R. A. (2018). STEM Uygulamaları Öğretmen Öz-yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi: Bir Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 93-104

- Özgenel, M., & Çetin, M. (2018). Development of the Marmara critical thinking dispositions scale: Validity and reliability analysis. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9 (32), 991-1015.
- PwC. 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. PricewaterhouseCoopers 2023.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Roberts, A. (2012). *A justification for STEM education*. Technology and engineering teacher, May/June 2012.
- Sarı, U., & Karaşahin, A. (2020). Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme: Bir Öğretim Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 5(2), 194-218.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322, www.estp.com.tr.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Turan, B. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin geliştirdiği oyun ve robot projelerinde probleme dayalı öğrenmenin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- TÜBİTAK. (2012). *Bilim ve Teknik Dergisi*. TÜBİTAK.
- Yamak, H., Bulut, N., & DüNDAR, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265. <https://doi.org/10.17152/gefd.15192>
- Yazıcı, Y. Y. (2019). 6E öğrenme modeline dayalı FeTeMM eğitiminin girişimcilik, tutum, meslek ilgisine etkisi ve öğrenci (Tez No. 596010) [Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi-Kırıkkale]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yecan, E., Özçınar, H., & Tanyeri, T. (2017). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin görsel programlama öğretimi deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16 (1), 377-393.
- Yığ, S., Usta, A., & Şenler, B. (2022). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları ile STEM Uygulamaları Öz-Yeterlik İnançlarının İncelenmesi. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi (UEMAD)*, 2(1), 1-7.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf Fen Bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi* (Tez No. 429441) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2014, 27-30 Ekim). STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulamaları [Sözlü bildiri]. 6. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Ankara.
- Yıldırım, T. S. (2020). *Robotik Kodlama Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Başarı, Pozitif Duygu ve Bilgi İşlemsel Düşünmeye Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Yılmaz, A. (2021). The effect of technology integration in education on prospective teachers' critical and creative thinking, multidimensional 21st century skills and academic achievements. *Participatory Educational Research*, 8(2), 163-199. <http://dx.doi.org/10.17275/per.21.35.8.2>
- Yılmaz, C. N. (2019). *STEM Eğitiminin 10.Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları, STEM ve Fizik Tutumları Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Yılmaz, H. (2023). Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Kişilik Özellikleri ile Yaratıcı Düşünme Eğilimleri ve Eleştirel Düşünme Eğilimleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 1412-1430. <https://doi.org/10.51460/baebd.1363259>
- Yükseköğretim Kurulu. (2017). *Türkiye’de STEM Eğitimi: Gelişen Eğitim Sistemine Katkılar*. Yükseköğretim Kurulu Yayınları.

EKLER

EK 1: Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği

ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME EĞİMLERİ		Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	Bilgisayar bilimleri, inşacılık ve enformatik kavramı arasındaki farkları ayırt edebilirim.					
2	Bilgi işlemsel düşünme becerileri ile karşılaştığım problemleri daha sistematik bir şekilde çözüme kavuşturabilirim.					
3	Bilgi işlemsel düşünme ile kuramsal ve uygulamalı davranışları bir arada gösterebilirim.					
4	Bilgisayar bilimleri, yazılım teknolojisi, donanım teknolojisi ve internet teknolojisini bilgi işlemsel düşünme ile çok disiplinli bir şekilde kullanabilirim.					
5	Bilişim odaklı uygulama süreçlerini (robotik, kodlama) daha rahat özümseyebilirim.					
6	Bilgi işlemsel düşünme veri, enformasyon, bilişim ve teknoloji kavramlarını anlamlandırma sürecinde bana kolaylık sağlar.					
7	Yazılım temelli içerik geliştirme çalışmalarına daha hızlı uyum sağlayabilirim.					
8	Bilgi işlemsel düşünme ile problem çözüme becerilerimin arttığını düşünüyorum.					
9	Robotik-kodlama, yazılım becerisi ve bilgi işlemsel düşünme aktiviteleri ile bilimsel süreç becerilerimin geliştiğini düşünüyorum.					
10	Bilgi işlemsel düşünme ile tasnifleme, sınıflandırma ve gruplandırma gibi ayrıştırma becerilerimin geliştiğini düşünüyorum.					
11	Bilgi işlemsel düşünme becerileri ile bireysel araştırma bağımsızlığımın geliştiğini söyleyebilirim.					
12	Bilgi işlemsel düşünme ile sürece daha rahat odaklanabiliyorum.					
13	Sistematik olarak problemlere yaklaşma davranışı kazanıyorum.					
14	Yazılım sistemlerinin karmaşıklığı artık gözümü korkutmuyor.					
15	İleride büyük bir yazılım şirketinde çalışmayı düşünüyorum.					
16	Fen bilimleri dersinde dikkatimi dağıtmamı önüyor.					
17	Bilimsel düşünme ile yaşıttımdaki birçok sorunu daha mantıklı bir şekilde ele alabiliyorum.					
18	Öğrencilere, süreç ve ürün odaklı bir çalışma sistemi sunuyor.					
19	Bireysel ve grup çalışmasına daha ılımlı şekilde yaklaşmamı sağlıyor.					
20	Günümüz teknolojisini daha yakından takip etmemi sağlıyor.					
21	Yazılım, robotik gibi konulara olan ilgi ve merakımı artırıyor.					
22	Dijital çağın gereksinimlerini okul düzeyinde öğrencilere sunuyor.					
23	Uzun süreli ve yoğun dikkat gerektiren bir süreç olması nedeniyle uzun süre disiplinli çalışabilme yetkinliği kazandırıyor.					
24	Yazılım eğitiminin geleceğin eğitim sistemi olacağına inanıyorum.					
25	Kodlama ve robotik çalışmaları her gün daha da çok ilgimi çekiyor.					
26	Fırsat olursa kendi yazılım dilimi geliştirmek istiyorum.					
27	Geliştirdiğim teknolojileri toplumun refahı için kullanmayı düşünüyorum.					
28	Yazılım sistemleri üzerine üniversitelerde bölüm kurulmasını istiyorum.					
29	Yazılım eğitiminin çok erken yaşlarda başlaması gerektiğini düşünüyorum					
30	Robotik, kodlama, yazılım, enformasyon ve bilgi işlemsel düşünme konularında kitlesel düzeyde bilinçlendirme ve devlet desteğinin sağlanması gerektiğini düşünüyorum.					

EK 2: Marmara Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ölçeği

MARMARA ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMLERİ ÖLÇEĞİ		Hiçbir Zaman	Nadiren	Ara sıra	Genellikle	Her Zaman
Aşağıda sizinle ilgili ifadeler bulunmaktadır. Lütfen her bir maddeyi dikkatlice okuyunuz ve sizi en iyi tanımlayan seçeneği işaretleyiniz. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Sizden beklenen içtenlikle cevap vererek bilimsel bir çalışmaya yardımcı olmanız. Lütfen bütün sorularla ilgili görüşlerinizi ifade ediniz. Katkılarınız için teşekkürler.		1	2	3	4	5
1.	Olay, fikir veya sorunlar arasındaki ilişkileri analiz ederim.					
2.	Sorun, durum veya olayları açıklamaya çalışırım.					
3.	Bir sorun, durum veya olayı tüm yönleriyle değerlendiririm.					
4.	Bir fikri, sorunu veya durumu değerlendirmeden önce yeterince bilgi toplarım.					
5.	Karşılaştığım bir fikri, bilgiyi, sorunu, olayı veya durumu sorgularım.					
6.	Olayların veya sorunların nedenini araştırırım.					
7.	Bir olay, fikir veya sorunla ilgili bilgileri benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırırım.					
8.	Öğrendiğim genel bilgilerden yeni bir sonuca ulaşırm.					
9.	Bir durum, sorun veya olayla ilgili belirlediğim riskleri değerlendiririm.					
10.	Karşılaştığım bir sorunu, fikri veya olayı anlamaya çalışırım.					
11.	Tek tek ele aldığım bir fikir, olay veya durumdan genel bir sonuç çıkarırım.					
12.	Bir konu veya fikri anlamak için uygun sorular sorarım.					
13.	Düşüncelerimi güvenilir bilgi ve güçlü kanıtlarla desteklerim.					
14.	Güvenilir ve farklı kaynaklardan bilgi edinirim.					
15.	Karşılaştığım bir fikrin veya bilginin doğruluğunu kabul etmek için güçlü kanıt ararım.					
16.	Düşüncelerimin ve eylemlerimin yanlışlığını-doğruluğunu değerlendiririm.					
17.	Edindiğim bilgi veya fikirleri değerlendirirken acele etmem.					
18.	Bir fikir, olay, durum veya sorunun arkasında yatan nedenleri araştırırım.					
19.	Yeni bir şey yapmak veya öğrenmek için zihinsel ve duyuşsal becerilerimi kullanırım.					
20.	Sorun veya olayları gerçekçi bir şekilde ele alırım.					
21.	Sorunları çözerken veya karar verirken diğer insanların görüşlerini dikkate alırım.					
22.	Farklı fikirleri olan insanlara saygı duyarım.					
23.	Yaptığım bir hatanın veya davranışın nedenini açıklarım.					
24.	Durum, fikir veya olayları ele alırken farklı açılardan bakarım.					
25.	Yaşadığım olaylardan veya edindiğim bilgilerden sonuçlar çıkarırım.					
26.	Bir şeyi ne zaman ve nasıl yapacağımı planlarım.					
27.	Fikirleri veya olayları değerlendirirken kendi değerlerimi dikkate alırım.					
28.	Bir fikir, olay, sorun veya durumla ilgili çıkarımlarda bulunurum.					

Türkçe Kaynak:

Özgenel, M. and Çetin, M. (2018). Development of the Marmara Critical Thinking Dispositions Scale: Validity and reliability analysis. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9(32), 991-1015.

Puanlama Yönergesi

Alt boyut ve madde sayısı: 6 alt boyut ve 28 madde

Akıl yürütme: 1, 2, 3, 4, 5, 6

Yargıya ulaşma: 7, 8, 9, 10, 11, 12

Kanıt arama: 13, 14, 15, 16

Gerçeği arama: 17, 18, 19, 20

Açık fikirlilik: 21, 22, 23, 24

Sistematiiklik: 25, 26, 27, 28

Ölçeğin bulunan ters maddeler: Ölçekte ters madde bulunmamaktadır.

Ölçeğin Değerlendirilmesi: Ölçeğin her bir alt boyutundan alınan yüksek puan bireyin ilgili alt boyutun değerlendirdiği özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. Ölçek ayrıca toplam eleştirel düşünme eğilimleri puanı vermektedir. Ölçek puanlanırken alt boyutların ve toplam puanın ortalaması alınmaktadır.

***Ölçeğin kullanılması için izin alınmasına gerek yoktur.**

EK 3 : STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği

	Her zaman	Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiçbir Zaman
1.STEM yaklaşımına özgün sonuçlara ulaşabilirim.	5	4	3	2	1
2.STEM etkinliği tasarlarken gerekli olan bilimsel süreç becerileri konusunda akademik olarak yeterliyim.	5	4	3	2	1
3.STEM uygulamalarında kullanılmak üzere modeller ve materyaller geliştirebilirim.	5	4	3	2	1
4.STEM ile ilgili iyi bir etkinlik tasarlayabilirim.	5	4	3	2	1
5. STEM ile ilgili etkinliklerin sonuçlarını rahatça yorumlayabilirim.	5	4	3	2	1
6.STEM uygulamalarıyla ilgili projelerde görev alabilecek düzeydeyim.	5	4	3	2	1
7.Öğrencilerin STEM ile ilgili sorularını yanıtlayabilirim.	5	4	3	2	1
8.STEM etkinliklerini günlük hayata uyarlayabilirim.	5	4	3	2	1
9. Zeka alanını geliştirici STEM etkinlikleri tasarlayabilirim.	5	4	3	2	1
10.STEM etkinliklerinde kazandırılması gereken hedefleri öğrenci ve çevre özelliklerine uygun olarak belirleyebilirim.	5	4	3	2	1
11. Bir STEM etkinliği yapmaya karar verdiğimde hemen işe girişirim.	5	4	3	2	1
12. STEM uygulamalarında kendimi yeterli hissediyorum.	5	4	3	2	1
13. STEM uygulamalarında eleştirel düşünmeyi sağlayabilirim.					
14. STEM kavramlarına ve terimlerine hakim olduğumu düşünüyorum.	5	4	3	2	1
15. STEM etkinliklerinde uyguladığım adımları öğrencilerime rahatça anlatabilirim.	5	4	3	2	1
16. STEM uygulamaları ile ilgili planlar yaparken onları hayata geçirebileceğimden eminim.	5	4	3	2	1
17.STEM uygulamalarında kendime güvenirim.	5	4	3	2	1
18. STEM uygulamaları çok zor görünse de yapmaya çalışırım					

EK 4 : HAVA KALİTESİ İZLEME CİHAZI

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Sanayileşmenin fazla olduğu bir bölgedeki okulda öğretmenlik yapmaktasınız, hava kalitesini izlemek ve öğrencilerinizde farkındalık oluşturmak için Tübitak projesi gerçekleştirilmeniz istenildi. Ekip olarak en kısa sürede en ekonomik şekilde tasarlamanız beklenmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Gaz sensörü ve ısı-sıcaklık sensöründen alınan değerlerin okuma anlamlandırmasını bilir.

MATEMATİK : Sensörlerin verdiği sonuçlara göre işlem yapmayı bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

MALZEMELER

- ESP8266 (NodeMCU)
- DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü
- MQ135 Hava Kalitesi Sensörü
- Jumper Kablolar
- Breadboard
- 5V Güç Kaynağı veya USB Kablosu

SINIRLILIKLAR

- Hava kalite cihazı verileri IOT sistemi kullanarak veri okunmalı.
- Sıcaklık verilerini okunmalı ve göndermeli.
- Nem verilerini okunmalı ve göndermeli.
- Gaz verileri okunmalı ve göndermeli.
- Veriler olarak grafik olarak bulut sisteminde görülmeli.

- **Amaç:** Hava kirliliğini ölçerek farkındalık yaratmak ve önlemler alınmasını sağlamak.
- **Nasıl Çalışır:** PM2.5/PM10 sensörleri, sıcaklık ve nem sensörleri kullanılarak gerçek zamanlı hava kalitesi verileri elde edilir ve bir ekranda ya da mobil uygulamada gösterilir.

□ **MQ135 Sensörü ile Hava Kalitesi (CO2/PPM) Ölçümü**

- Hava kalitesini ppm cinsinden ölçmek.

□ **ThingSpeak Entegrasyonu**

- Verileri bir IoT platformuna göndererek geçmiş verileri saklamak ve analiz etmek.

□ **Eşik Aşımı Bildirimi**

- Belirli bir sıcaklık, nem veya hava kirliliği seviyesini aşarsa e-posta veya mobil bildirim göndermek.

Proje Adımları

1. **ThingSpeak Hesabı Oluşturma ve Kanal Ayarları**
2. **ESP8266'ya Kablolama**
3. **Arduino IDE'de Kodlama**
4. **ThingSpeak'e Veri Gönderme**
5. **Grafikleri ve Verileri Görüntüleme**

1. Gerekli Malzemeler

- **ESP8266 (NodeMCU veya Wemos D1 Mini)**
- **DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü**
- **MQ135 Hava Kalitesi Sensörü**
- **Jumper Kablolar**
- **Breadboard**
- **5V Güç Kaynağı veya USB Kablosu**

2. ThingSpeak Hesabı ve Kanal Kurulumu

1. Hesap Oluşturma:

- ThingSpeak [sitesine giderek ücretsiz bir hesap oluşturun.](#)

2. Yeni Kanal Oluşturma:

- **ThingSpeak hesabınıza giriş yapın.**
- **"New Channel" düğmesine tıklayın.**
- **Kanalınızı şu şekilde ayarlayın:**
 - **Name: "Hava Kalitesi İzleme"**
 - **Field 1: Sıcaklık**
 - **Field 2: Nem**
 - **Field 3: Hava Kalitesi**
- **Save Channel düğmesine basarak kanalı kaydedin.**

3. API Key'i Not Edin:

- **Kanalın API Keys sekmesine gidin.**
- **Write API Key'i not edin (bu, ESP8266'nın verileri göndermesi için gerekli).**

EK 5 : ÇÖP AYIRMA ROBOTU

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Okulunuz da STEM ekibinde fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız. Okul yönetimi öğrencilere geri dönüşüm alışkanlığını kazandırmayı güden bir çalışma için sizlere geldi çöplerden her bir parçanın kendi geri dönüşüm kutularına gönderilmesini sağlayan öğrencilerle bir proje geliştirmeniz istenmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Geri dönüşümün enerji verimliliği konusunda önemli olduğunu bilir.

MATEMATİK : Sensör verilerinin değerlerini okumasını ve açılış değerlerini bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

Projenin Amacı

TCRT5000 sensörü ile çöpün yüzey malzemesini algıla (örneğin, plastik, organik atık, cam).

Algılanan malzemeye göre çöpi uygun bir bölmeye yönlendirir.

Malzemeler

Arduino Uno veya Nano

TCRT5000 sensör modülü (en az bir adet)

Servo motor (çöpi hareket ettirmek için)

Jumper kabloları

Breadboard

5V USB güç kaynağı veya 9V pil adaptörü

Bağlantı Şeması

TCRT5000 Sensör Bağlantıları

VCC → Arduino 5V

GND → Arduino GND

OUT (A0) → Arduino A0 (analog giriş pini)

Servo Motor Bağlantıları

Kırmızı (VCC) → Arduino 5V

Kahverengi (GND) → Arduino GND

Turuncu (Sinyal) → Arduino D9 (PWM destekli dijital pin)

Sensör Değeri Okuma:

TCRT5000, yansıyan ışığın yoğunluğuna göre bir analog değer döndürür. Bu değer:

700 ve üstü: Parlak yüzey (plastik gibi).

300 ve altı: Mat/koyu yüzey (organik madde gibi).

300-700 arası: Orta yansıma (cam gibi).

Servo Motor Kontrolü:

Algılanan malzeme türüne göre servo motor farklı açılara döner:

0 derece: Plastik için.

180 derece: Organik atık için.

90 derece: Cam veya diğer malzeme için.

EK 6: SU HASADI

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Bir okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız 5. Sınıf öğrencilerinin su döngüsü konusunu daha iyi anlaması için zümreleriniz le beraber su hasadı adlı projeyi hayata geçirmeyi malzeme ve sınırlılıklar doğrultusunda öğrenciler hayata geçirmeyi planlamaktasınız.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Su döngüsünü ne olduğunu bilir.

MATEMETİK : Yağış ihtimali için yüzde hesabını bilir.

Tam sayı kavramını bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir

Amaç:

1. Yağmur suyunu toplamak ve depolamak.
2. Su seviyesini izlemek.
3. Su taşmasını önlemek ve fazla suyu yönlendirmek.
4. Otomatik su dağıtımı veya kullanımını sağlamak.

Gerekli Malzemeler

1. **Arduino Uno veya Nano**
2. **Yağmur sensörü (Rain Detector)**
 - o Yağmur yağdığında su hasadını başlatmak için.
3. **Ultrasonik sensör (HC-SR04)**
 - o Su deposunun doluluk seviyesini ölçmek için.
4. **Su pompası**
 - o Su dağıtımı veya yönlendirme için.
5. **Röle modülü**
 - o Pompayı kontrol etmek için.
6. **Solenoid valf (isteğe bağlı)**
 - o Su akışını yönlendirmek için.
7. **Su geçirmez muhafaza**
 - o Sensör ve elektronik parçaların korunması için.
8. **LCD ekran veya LED göstergesi**
 - o Depo doluluk seviyesi veya sistem durumu için.

Bağlantı Şeması

1. **Yağmur Sensörü:**
 - o VCC → Arduino 5V
 - o GND → Arduino GND
 - o OUT → Arduino D2
2. **Ultrasonik Sensör (HC-SR04):**
 - o Trig → Arduino D9
 - o Echo → Arduino D8
 - o VCC → Arduino 5V

- GND → Arduino GND
- 3. **Röle Modülü ve Su Pompası:**
 - IN → Arduino D10
 - VCC → Arduino 5V
 - GND → Arduino GND
 - Röle çıkışları → Pompa güç hattına bağlanır.
- 4. **LCD Ekran (isteğe bağlı):**
 - SDA → Arduino A4
 - SCL → Arduino A5
 - VCC → Arduino 5V
 - GND → Arduino GND

Çalışma Mantığı:

1. **Yağmur sensörü**, yağmurun yağdığını algılar ve sistemi çalıştırır.
2. **Ultrasonik sensör**, depodaki su seviyesini ölçer.
 - Depo doluysa pompa kapatılır.
 - Depo boşsa pompa durdurulur ve dolması beklenir.
3. **Pompa ve valf sistemi**, suyu kullanılabilir alanlara yönlendirir.
4. **LCD ekran**, durum bilgisini (yağmur var/yok, depo seviyesi) gösterir.

EK 7 : YEŞİL DALGA

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

Bir okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktasınız Teknofest projesi için öğrencilerle beraber araçların hem karbon emülsiyonu, yakıt kullanımı ve trafik de ki karmaşıklığı azaltacak bir proje hazırlamanız istenmekte. Kuracağınız ekip den bu proje için kullanışlı ve ekonomik çözüm bulmanız istenilmekte.

KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ : Karbon emülsiyonun ne olduğunu, sera gazının ne olduğunu, hız ve sürat kavramlarının ne olduğunu bilir.

MATEMATİK : Geometrik yapıların çevresinin hesabını yapmayı, tam sayı ve rasyonel sayılarla dört işlem yapmayı bilir.

TEKNOLOJİ: Kodlama yapmayı, Arduino ve sensör kullanmayı bilir.

MÜHENDİSLİK: En verimli geri bildirim alçağı tasarımı yapmayı bilir.

- **Hedef:** Araç, sabit bir hızda hareket ederken trafik lambalarının yanma süreleriyle eşleşerek durmadan yolu tamamlar.
- **Nasıl Çalışır?**
 - Trafik lambalarının yeşil yanma süreleri araca göre ayarlanır.
 - Araç, başlangıç noktasından itibaren sabit hızda ilerler ve ışıklardan yeşil yanarken geçer.
 - Her trafik lambası bağımsız çalışır; kablolama gerekmez.

Malzeme Listesi

1. Araç için:

- 1x Arduino Uno (veya Nano)
- 1x Motor Sürücü Modülü (L298N veya L293D)
- 2x DC Motor ve Tekerlek Seti
- 1x Şarj edilebilir batarya (18650 LiPo pil + Pil yuvası)

2. Trafik Lambaları için (her biri için):

- 3x LED (Kırmızı, Sarı, Yeşil)
- 3x 220Ω direnç

- 1x Arduino Nano (veya Uno)
- 1x USB güç kaynağı veya 9V pil

3. Genel:

- Jumper kablolar
- Mini breadboard (isteğe bağlı)

Kablolama (İki Motor):

1. Motor Sürücü (L298N):

- **OUT1 ve OUT2** → **Birinci motor uçları.**
- **OUT3 ve OUT4** → **İkinci motor uçları.**
- **ENA** → Arduino **D9** (Birinci motor hızı için PWM sinyali).
- **ENB** → Arduino **D10** (İkinci motor hızı için PWM sinyali).
- **IN1 ve IN2** → Arduino **D7 ve D6** (Birinci motor yön kontrolü).
- **IN3 ve IN4** → Arduino **D5 ve D4** (İkinci motor yön kontrolü).
- **VCC** → Arduino'nun 5V pini veya harici bir güç kaynağı.
- **GND** → Arduino'nun GND pinine.

2. Motorlar:

- **Birinci motor uçları** → OUT1 ve OUT2'ye bağlanır.
- **İkinci motor uçları** → OUT3 ve OUT4'e bağlanır.

3. Güç Kaynağı:

- **Pil pozitif ucu** → L298N motor sürücünün **VCC girişine.**
- **Pil negatif ucu** → Arduino'nun **GND pinine** bağlanır.

Trafik Lambalarının Yerleşimi

- Lambalar arasındaki mesafe, aracın hızına göre belirlenir.
- Örneğin:
 - Araç **50 km/s hızla** hareket ediyor (yaklaşık 13.89 m/s).
 - Lamba arası mesafe **1 metre** ise araç bu mesafeyi yaklaşık **72 ms**'de tamamlar.
 - Bu süre, yeşil ışığın toplam yanma süresi içinde ayarlanmalıdır.

İpucu

- Hız ve süre ayarlarını manuel olarak ölçüp optimize edebilirsiniz.
- Trafik lambaları arasındaki mesafeyi doğru hesaplamak önemlidir. Aracın hızına göre yeşil ışık sürelerini belirlemek için basit bir formül kullanılabilir:

$$\text{Yeşil ışık süresi} = \text{mesafe} / \text{hız}$$



EK 8 ÖLÇEK İZNI

Türkçe Türkçe Translate email → Forward translated email

Merhaba Hocam,
 İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde Doç. Dr. Funda OKUŞLUK danışmanlığında yüksek lisans yapıyorum. İsmim Enes GÜLTEK. Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yapacağımız stem eğitimi ile bir tez çalışması gerçekleştireceğiz. Bu çalışmada "Bilgi İşlemsel Düşünme Alanına Yönelik Öğretmen Adaylarının Eğilimleri Ölçeği" nizi kullanmak için izninizi rica ediyorum.

b **Buket Ertuğ**
 Alıcı ben → Forward translated email

Türkçe Türkçe Translate email → Forward translated email

Sayın hocam,
 Geliştirdiğim ölçeği kullanıp alana katkı sağlamanız onur verici olacaktır.
 Çalışmalarınızda kolaylıklar dilerim.
 Saygılar.

ÖLÇEK İZNI Gelen Kutusu x × 📧 🔗

E **Enes**
 Alıcı 13:53 ☆ 😊 ↩ ⋮

→ Forward translated email

Merhaba Hocam,
 İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde Doç. Dr. Funda OKUŞLUK danışmanlığında yüksek lisans yapıyorum. İsmim Enes GÜLTEK. Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yapacağımız stem eğitimi ile bir tez çalışması gerçekleştireceğiz. Bu çalışmada "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" nizi kullanmak için izninizi rica ediyorum.

→ Forward translated email

İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde Doç. Dr. Funda OKUŞLUK danışmanlığında yüksek lisans yapıyorum. İsmim Enes GÜLTEK. Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yapacağımız stem eğitimi ile bir tez çalışması gerçekleştireceğiz. Bu çalışmada "STEM Uygulamaları Öğretmen Adayları Öz Yeterlilik Ölçeği" nizi kullanmak için izninizi rica ediyorum.

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
 GİZLİLİK NOTU: Bu mesaj ve ekleri yalnızca gönderildiği kişi(lere) özeldir ve gizlidir. Mesaj sizin adınıza değilse, içeriğini ve varsa ekindeki dosyaları kimseye göndermeyiniz ya da kopyalamayınız. Bu mesajın herhangi bir şekilde açıklanması, kullanılması, kopyalanması, yayılması veya mesaj içeriği ile ilgili olarak herhangi bir işlem yapılması kesinlikle yasaktır. Böyle bir durumda lütfen göndereni uyarıp, mesajı siliniz. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi bu mesajın içeriği ve ekleri ile ilgili olarak hiçbir hukuksal sorumluluğu kabul etmez.

↩ Yanıtla → Yönlendir 😊

