

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI**



**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BUTUNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ
YOLUYLA BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Sevde Hilal ŞENSOY

**Danışman
Doç. Dr. Filiz MUMCU**

MANİSA-2023

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI**



**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BUTUNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ
YOLUYLA BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Sevde Hilal ŞENSOY

**Danışman
Doç. Dr. Filiz MUMCU**

MANİSA-2023

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak sunduğum “İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ YOLUYLA BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

28/09/2023

Sevde Hilal ŞENSOY

İmza

ÖZET

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ YOLUYLA BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bu araştırmanın amacı 5E öğretim modeline göre tasarlanan bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları ve FeTeMM motivasyonlarına etkisinin incelenmesidir. Bununla birlikte çalışmada aşağıdaki soruların cevapları araştırılmıştır: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin; (i) bilgi işlemsel düşünme becerilerine, (ii) FeTeMM tutumlarına, (iii) FeTeMM motivasyonlarına etkisi nedir? Araştırmaya 2022-2023 eğitim-öğretim yılının güz dönemi kapsamında 28 ilkökul öğrencisi dahil edilmiştir. Bu araştırma, tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılarak tasarlanmıştır. Belirtilen desen ile işlemin etkisi tek grup üstünde yapılan çalışma ile test edilmiştir. Verilerin toplanmasında ön test ve son test şeklinde kullanılan: Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafınca geliştirilmiş olan “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeği”; Güzey, Harwell ve Moore (2014) tarafınca geliştirilen ve Aydın, Saka ve Güzey (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan “FeTeMM Tutum Ölçeği” ve Luo, Wang, Liu, ve Zhou (2019) ve 2020 yılında Dönmez tarafından Türkçeye uyarlaması yapılan “FeTeMM Motivasyon Ölçeği” kullanılmaktadır. Alanyazında ilkökul seviyesine uygun geliştirilmiş bilgi işlemsel düşünme becerileri ve FeTeMM motivasyonlarını ölçen bir araç bulunmadığı için 22 maddelik “Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Ölçeği” ve 28 maddelik “FeTeMM Motivasyon Ölçeği”nin ilkökul seviyesine geçerleme çalışması yapılmıştır. 5E öğretim modeline dayalı olarak 10 haftalık bütünleşik FeTeMM eğitimi tasarlanmış ve uygulanmıştır. Eğitim sürecinin başında ve sonunda yukarıda anılan ölçekler ön test ve son test şeklinde kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistikler ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu tezini göstermektedir. Bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme yeteneklerinin alt faktörleri açısından: algoritmik ve eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözmenin alt faktörlerinde öğrencilerin ön test ve son testleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ve bu fark son test lehinedir.

Bununla beraber 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ve FeTeMM motivasyonlarına olumlu bir etkisi olduğu bulunmuştur. Aynı sürede FeTeMM tutum ölçeğinin tüm alt faktörlerinde ve FeTeMM motivasyon ölçeğinin bilim faktörü hariç teknoloji, mühendislik ve matematik faktörlerinde son test lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bütünleşik FeTeMM eğitimi, 5E öğretim modeli, Bilgi işlemsel düşünme becerisi, FeTeMM tutumu, FeTeMM motivasyonu, ilkokul öğrencileri.

ABSTRACT

DEVELOPING COMPUTATIONAL THINKING SKILLS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS THROUGH INTEGRATED STEM EDUCATION

This research aims to examine the effect of integrated STEM education designed according to the 5E teaching model on primary school students' computational thinking skills, STEM attitudes, and STEM motivations. For this purpose, answers to the following questions were sought in the study: "What is the effect of integrated STEM education designed according to the 5E instructional model on the computational thinking skills, STEM attitudes, and STEM motivations of primary school students?". 28 primary school students participated in the research in the fall semester of the 2022-2023 academic year. This research was designed using a single-group pretest-posttest weak experimental design. In this design, the effect of the procedure is tested with a study on a single group. "Computational Thinking Skill Scale" developed by Korkmaz, Çakır, and Özden (2015) was used as a pre-test and post-test in data collection; "STEM Attitude Scale" developed by Güzey, Harwell, and Moore (2014) and adapted into Turkish by Aydın, Saka, and Güzey (2017) and "STEM Motivation Scale" developed by Luo, Wang, Liu, and Zhou (2019) and adapted into Turkish by Dönmez (2020) was used. Since there is no measurement tool to measure computational thinking skills and STEM motivations developed for the primary school level, a validation study of the 22-item "Computational Thinking Skills Scale" and 28-item "STEM Motivation Scale" for the primary school level was conducted. Based on the 5E instructional model 10-week integrated STEM education was designed and implemented. At the beginning and end of the education process, the above-mentioned scales were used as pre-test and post-test. Descriptive statistics and Wilcoxon signed-rank tests were used to analyze the obtained data. The study's findings show that integrated STEM education designed according to the 5E instructional model significantly affected the computational thinking skills of primary school students. In this study, in terms of sub-factors of computational thinking skills, a significant difference was found between students' pre-test and post-test in creativity, algorithmic thinking, critical thinking, and problem-solving sub-factors. This difference is in favor of the post-test. However, it was found that integrated STEM education designed according to the 5E instructional model significantly affected the STEM attitudes and

the STEM motivation of primary school students. At the same time, a significant difference was found in all sub-factors of the STEM attitude scale in favor of the post-test. Finally, a significant difference was found in favor of the post-test in the technology, engineering, and mathematics factors of the STEM motivation scale, excluding the science factor.

Keywords: Integrated STEM education, 5E instructional model, Computational thinking skills, STEM attitude, STEM motivation, primary school students.



TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aşamalarında maddi manevi her yönden yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum danışman hocam Sayın Doç Dr. Filiz MUMCU' ya, lisans eğitimim sırasında desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Gülşen ALTINTAŞ'a, çalışmalarım sırasında manevi desteğini her zaman hissettiğim eşime, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme yürekten teşekkür ederim.

Sevde Hilal ŞENSOY

Manisa, 2023



İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	ii
GİRİŞ	1
PROBLEM DURUMU.....	1
ARAŞTIRMA PROBLEMİ	3
ALT PROBLEMLER.....	4
SINIRLILIKLAR	4
TANIMLAR	4
BİRİNCİ BÖLÜM.....	6
ÇALIŞMANIN KURAMSAL TEMELLERİ	6
1.1. BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİSİ.....	6
1.2. BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ	9
1.3. 5E ÖĞRETİM MODELİ	13
İKİNCİ BÖLÜM.....	17
İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	17
2.1. BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME.....	17
2.2. BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ	21
2.3. 5E ÖĞRETİM MODELİ	23
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	26
YÖNTEM.....	26
3.1. ARAŞTIRMA MODELİ	26
3.2. UYGULAMA SÜRECİ.....	26
3.3 ARAŞTIRMA GRUBU.....	34
3.4 Veri Toplama Araçları	34
3.4.1 Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği	35
3.4.2 FeTeMM Tutum Ölçeği	35
3.4.3 FeTeMM Motivasyon Ölçeği	36
3.4.4. Geçerleme Çalışması	37
3.5. VERİLERİN TOPLANMASI	41
3.6. VERİLERİN ANALİZİ.....	41

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	45
BULGULAR	45
4.1. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ NEDİR?	45
4.1.1. Yaratıcılık	47
4.1.2. Algoritmik Düşünme	48
4.1.3. İşbirliklik.....	49
4.1.4. Eleştirel Düşünme.....	50
4.1.5. Problem Çözme.....	51
4.2. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN FETEMM TUTUMLARINA ETKİSİ NEDİR?	52
4.2.1. FeTeMM'in Kişisel ve Sosyal Uygulamaları	54
4.2.2. Fen ve Mühendisliği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme	55
4.2.3. Matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme.....	56
4.2.4. Teknoloji Kullanımı ve Öğrenme	58
4.3. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN FETEMM MOTİVASYONLARINA ETKİSİ NEDİR?.....	59
4.2.1. Bilim	61
4.3.2. Teknoloji.....	62
4.3.3. Mühendislik	63
4.3.4. Matematik	64
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
5.1. ARAŞTIRMAYA DÖNÜK ÖNERİLER.....	70
5.2. UYGULAMAYA DÖNÜK ÖNERİLER.....	71
KAYNAKÇA	73
EK 1 – Uygulanan Ders Planı	87
EK 2 – Ders Planında Yer Alan BİD Becerisi Bileşenleri.....	105
EK 3 – Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği Geçerleme Çalışması Sonucu Elde Edilen Form.....	107

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1 : Araştırma Modelinin Tasarımı	26
Tablo 2: Araştırma Grubuna Ait Demografik Bilgiler	34
Tablo 3: Ön Test ve Son Test Verilerine İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri	41
Tablo 4: Ön Test ve Son Test Verilerinin Normallik Sonuçlarına ilişkin Shapiro-Wilk Testi Bulguları.....	43
Tablo 5: Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler	45
Tablo 6: Bilgi İşlemsel Düşünme Beceriler Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	46
Tablo 7: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Yaratıcılık Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	47
Tablo 8: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Algoritmik Düşünme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları ...	48
Tablo 9: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin İşbirlik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	49
Tablo 10: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Eleştirel Düşünme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	50
Tablo 11: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Problem Çözme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	51
Tablo 12: FeTeMM Tutumu Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler	52
Tablo 13: FeTeMM Tutum Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	54
Tablo 14: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Kişisel ve Sosyal Uygulamaları Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	55
Tablo 15: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Fen ve Mühendisliği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	56
Tablo 16: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Matematiği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	57
Tablo 17: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Teknoloji Kullanımı ve Öğrenme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.	58

Tablo 18: FeTeMM Motivasyonu Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler.....	60
Tablo 19: FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	61
Tablo 20: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Bilim Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	62
Tablo 21: Bütünleşik FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Teknoloji Faktöründe Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	62
Tablo 22: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Mühendislik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	63
Tablo 23: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Matematik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: 5E Öğretim Modeli Aşamaları.....	14
Şekil 2 : Uygulama Süreci	28
Şekil 3: EdPuzzle Yanıtları.....	29
Şekil 4: Çöp Olan Materyallere İlişkin Menti.com.....	30
Şekil 5: Robot Tasarımları	30
Şekil 6: Atık Malzemeler ile Robot Oluşturma	31
Şekil 7: Algoritmik Atık Toplama Labirenti Oyunu.....	31
Şekil 8: SageModeler Uygulaması.....	32
Şekil 9: Scratch Uygulaması	33
Şekil 10: Dijital Hikâye Oluşturulması.....	33
Şekil 11: Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar).....	39
Şekil 12: FeTeMM motivasyon ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar).....	40

GİRİŞ

Çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın problem durumu, problem cümlesi, alt problemleri, sınırlılıkları ve tanımlamalar bulunmaktadır.

PROBLEM DURUMU

Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FeTeMM) eğitimi, küresel ve ulusal ekonomik girdilerin ihtiyaç duyulan insan kaynağının yetiştirilmesi amacıyla açığa çıkan bir paradigma olarak görülmektedir (Çolakoğlu vd, 2017: 49). Bu eğitim, bireylerin gelecekte FeTeMM alanlarındaki mesleklere yönelmelerini teşvik etmekte ve ulusal kalkınma ile küresel olarak ekonomik rekabet gücüne erişilmesine yardımcı olmaktadır (Çolakoğlu vd., 2017: 44). FeTeMM eğitimi, öğrencilerin problemlere farklı yönleriyle yaklaşabilme, edindikleri bilgiyi transfer edebilme, yaratıcılık, eleştirel ve sistemli düşünme, özgüven ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Bahar vd., 2018: 727). Araştırmalar, FeTeMM eğitiminin öğrencilere 21. yy. becerilerini kazandırmada önemli bir rol oynadığını (Kocakülâh vd., 2020: 226; Hebebcı, 2019: 89), öğrenci başarısını akademik olarak artırmak ve probleme dayalı öğrenme süreci oluşturmak için etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Ergün ve Balçın, 2019: 46).

FeTeMM eğitimi, birden fazla disiplin ile anlamlandırılmış bir öğretim sürecidir (Aslan-Tutak, Akaygün, Tezsezen, 2017: 798). FeTeMM alanlarını ilişkilendirerek disiplinler arası çalışmalar yapılması önemlidir (Erduran, 2013: 44; Bakırcı ve Kutlu, 2018: 369). Bu çalışmalarda, öğrencinin karşılaştığı gerçek yaşam veya otantik problemlere çoklu çözüm yolları bulmalarına yardımcı olacak biçimde disiplinlerin entegrasyonunu sağlamaya yönelik girişimler önerilmektedir (Güldemir ve Çınar, 2017: 280; Şahin vd., 2014: 313). Bu bağlamda FeTeMM eğitiminde çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinlerarası (interdisciplinary) ve disiplinlerüstü (transdisciplinary) yaklaşımlar dikkati çekmektedir (English, 2016: 7). Bu anlamda FeTeMM kısaltmasını oluşturan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleştirilmesine yönünde çabalar artmaktadır. Belirtilen çabalar bütünleşik FeTeMM eğitimi olarak anılmaktadır. Bütünleşik FeTeMM eğitimi, gerçek yaşamdaki problemleri ele alarak fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını ilişkilendirerek birbirine bağlamaya çalışan bir yaklaşım olduğu saptanmıştır (Aydın Günbatar, Tarkın Çelikkıran, 2017: 1650). Bütünleşik FeTeMM eğitiminin disiplinler arası anlamlandırılmış bir öğretim süreci olduğu söylenebilir (Aslan Tutak, vd., 2017: 801).

Bütünleşik FeTeMM eğitiminin, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini, bilimsel yöndeki yaratıcılıklarını geliştirdiği (Şimşek, 2019: 659), FeTeMM disiplinlerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğu ve akademik başarılarını arttıran bir yapısı bulunduğu görülmektedir (Doğanay, 2018: 59). Bütünleşik FeTeMM eğitiminde öğrencilerin derslerine karşı olan ilgilerinin arttığı, ders sürecini anlaşılır kıldığı, iş birliği yapmalarında etkin bir rol oynadığı görülmektedir (Hebebe, 2019). Bunun yanı sıra öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında bütünsel düşüncelerine olanak sağlamaktadır (Bahar vd., 2018: 725). Türkiye’de kaynaklı çalışmalarda da FeTeMM eğitiminden bütünleşik FeTeMM eğitime yönelik bir eğilim olduğu dikkati çekmektedir (Bektaş ve Aslan, 2016: 17-50; Baran vd., 2015: 60-69; Şahin vd., 2014: 322; Yamak vd., 2014: 245).

FeTeMM eğitiminin ilişkili olduğu 21. yüzyıl becerilerinden biri de bilgi işlemsel düşünme becerisidir (Batı vd., 2017: 913). Bilgi işlemsel düşünme becerisinin, günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretmek amacıyla bilgisayarı kullanmak için gereken bilgi, beceri ve tutum olduğu ifade edilmektedir (Korkmaz vd., 2017: 146). Bilgi işlemsel düşünme becerisi, erken çocukluk döneminden itibaren her yaş grubunda bireylerin kazanabilecekleri bir beceridir. Bu becerinin bazı disiplinler ile disiplinlerarası yaklaşımını kullanarak kazandırılması önerilmektedir (Gülbahar vd., 2019: 12). Bu anlamda, bütünleşik FeTeMM eğitimi bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kazandırılmasında doğal bir entegrasyon olanağı sunmaktadır.

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde farklı araçlar, uygulamalar ve yöntemler işe koşulmaktadır. Örneğin; öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmede blok tabanlı programlama uygulaması olan Scratch programının ortaokul düzeyindeki öğrencilerde kullanılabilir bir araç olduğu görülmektedir (Oluk vd., 2018: 57). Bunun yanı sıra eğitsel robotik etkinliklerin yine ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimini desteklediği ifade edilmektedir (Kaya vd., 2020: 57). Ortaokul öğrencilerinin bilgisayarlara yönelik kaygıları azalmakta ve bilgi işlemsel düşünme yeteneklerine yönelik öz yeterlilik algılarının arttığı ve bunun mümkün olmasında eğitsel robotik kodlama uygulamalarının etkisi görülmektedir (Ramazanoğlu, 2021: 164; Bilici ve Güler, 2021: 111). Bir başka örnekte yedi adımda programlama modelinin ortaokul öğrencileri ile bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişiminde anlamlı ve pozitif etkisi olduğu belirtilmektedir (Erümit, Karal ve Şahin, 2020: 1539). Öte yandan, ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler tasarlanırken FeTeMM beceri düzeylerini geliştiren blok temelli kodlama eğitime yönelik tasarımların da öğrencilerin özyeterlilik algılarında artışa neden olduğu belirlenmiştir (Adsay vd., 2020: 489).

Bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye odaklanan lisansüstü tezleri betimsel içerik analizi yoluyla inceleyen Elçiçek (2020), bu çalışmalarda daha çok programlama öğretiminin, eğitimsel robotik setlerin kullanımı ve blok tabanlı görsel programlamanın etkisine bakıldığını saptamıştır. Oysaki bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik etkinliklerin tasarlanmasında araçlar ve uygulamaların yanı sıra pedagojilerin de dikkate alınması önerilmektedir (Erümit, vd., 2020: 1538). Elçiçek (2020) etkinlik odaklı, öğrenme ortamı veya program tasarımını irdeleyen bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik tez çalışmalarının sayısının ise oldukça az olduğunu belirlemiştir. Bu doğrultuda, bu tezin amaçlarından birisi de ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bütünsel FeTeMM eğitimi bağlamında geliştirilmesine yönelik öğrenme etkinliklerinin ve öğrenme ortamının tasarlanmasıdır. Böyle bir öğrenme ve öğretme sürecinin tasarımında ise 5E öğretim modelinden yararlanılacaktır.

Enter/Engage, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation kelimelerinin baş harflerinden meydana gelen 5E öğretim modeli Bybee (2009) tarafından geliştirilmiştir. 5E öğretim modeli öğrencilerin araştırma, sorgulama, muhakeme yapma, problem çözme gibi becerilerinin gelişiminde ezbercilikten uzak, öğrencinin aktif olduğu, anlamlı öğrenen bireyler yetiştirmek için önerilen bir yaklaşımdır (Durak vd., 2018: 1640). 5E öğretim modeli ile tasarlanan öğrenme ortamında öğrencilerin akademik başarılarının geliştiği, kavram öğrenme sürecinin hızlandığı, bilişsel yapılarının gelişimine olumlu etkisi olduğu saptanmıştır (Ergin, 2012: 57; Öztürk Geren ve Dökme, 2015: 26). Benzer şekilde, Bıyıklı ve Yağcı (2014)'ya göre 5E öğretim modeline uygun tasarlanan fen ve teknoloji derslerinde bilgilerin kalıcılığının sağlandığı, bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına yardımcı olduğu görülmektedir. 5E öğretim modeline uygun denetim odaklı harmanlanmış öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin, bağımsız öğrenme ortamına göre akademik başarıları yönünden daha başarılı olduğu görülmektedir (Bağcı ve Yalın, 2018: 565). Torun ve Pirci (2020)'e göre 5E öğretim modeline uygun hazırlanmış ders etkinliklerinde öğrencilerin eğlenerek öğrendikleri, derse karşı ilgilerinin artarak akademik başarılarında artış olduğu ve bilgilerin kalıcı hale gelmesine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra 5E öğretim modeline uygun geliştirilmiş eğitim materyallerinin bilişsel modelleri olumlu etkilediği ve bilgilerin kalıcılığını arttırdığı sonucuna varılmıştır (Artun ve Özsevgeç, 2014: 265; Çoruhlu ve Çepni, 2016: 1793).

ARAŞTIRMA PROBLEMİ

Bütünsel FeTeMM eğitimi, bilgi işlemsel düşünme becerisi ve 5E öğretim modeli üzerine tasarlanan bu araştırmanın amacı, bütünsel FeTeMM eğitiminin disiplinlerarası

doğasından yararlanarak, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimine odaklanan ve 5E öğretim modeline dayalı olarak tasarlanan bir öğrenme ve öğretme sürecinin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları ve FeTeMM motivasyonlarına etkisini incelemektir. Araştırma; (a) bütünlük FeTeMM eğitimi aracılığıyla FeTeMM disiplinlerinin entegrasyonuna odaklanması, (b) bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bütünlük FeTeMM eğitimi bağlamında geliştirilmesine yönelik öğrenme etkinliklerinin ve öğrenme ortamının tasarlanması ve (c) bu tasarımın 5E öğretim modeline dayalı olarak yapılması açısından farklı ve yeni bir bakış açısı sunmaktadır. Bunun yanı sıra bütünlük FeTeMM eğitimi ve bilgi işlemsel düşünme becerisi açısından nispeten daha az çalışılan bir seviye olan ilkökul düzeyinde bu çalışmanın gerçekleştirilecek olması öne çıkan bir diğer özelliğidir.

ALT PROBLEMLER

Bu araştırmanın amacı 5E öğretim modeline göre tasarlanan bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları ve FeTeMM motivasyonlarına etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin;

- Bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi nedir?
- FeTeMM tutumlarına etkisi nedir?
- FeTeMM motivasyonlarına etkisi nedir?

SINIRLILIKLAR

Araştırmanın bulguları, 2022-2023 öğretim yılının Güz döneminde araştırmaya dahil edilen İlkizgi Eğitim Kurumlarının 4. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır. Bununla birlikte 5E öğretim modeline dayalı olarak tasarlanan öğrenme ve öğretme süreci kontrol grubu olmaksızın tek grup üzerinde sınanmıştır. Ayrıca ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişiminin incelenmesinde özdeğerlendirme araçlarından yararlanılmıştır.

TANIMLAR

Bütünlük FeTeMM eğitimi: Bütünlük FeTeMM eğitimi, bilgi alanlarını bütünlükştirerek, iki veya daha fazla konu alanının müfredatları bütünlükştirerek oluşmuştur

(Johnson, 2013: 367). Bununla beraber bireyin öğrenme sürecini etkileyen iki ya da daha çok disiplinin bilgi becerileri ile gerçek hayatta karşılaştığı problemlerin çözümü için kullanılan disiplinlerarası bir yaklaşımdır (Mumcu vd., 2023: 3449).

Bilgi işlemsel düşünme: Bilgi işlemsel düşünme becerisi, insan davranışlarını anlamlandırmak için programlamanın temel aldığı kavram ve bilgileri kullanmak, bu bilgiler ile tasarımlar yapmak ve karşılaşılan problemleri çözümlemek için benimsenen bir yaklaşımdır (Wing, 2006: 195). Wing, 2011’de bilgi işlemsel düşünceyi; öğrenme sürecinde ortaya çıkan problemlerin en kısa ve kesin şekilde çözülmesini sağlayan düşünce süreçleri olarak tanımlamıştır. ISTE ise 2015 yılında yaptığı çalışmada: problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme ve işbirliğinin birleştirilmesiyle oluşan beceri şeklinde bilgi işlemsel düşünceyi tanımlamaktadır.

5E öğretim modeli: 5E öğretim modeli, ders içeriğinde bulunan konuların aktarımında öğretmenlerin tutarlı öğretimine ve öğrencinin bilimsel, teknolojik tutum ve becerilerini daha iyi kavramasına yardımcı olan bir modeldir (Bybee, 2009: 25). Bununla beraber; yapılandırmacı yaklaşımın temelinde bulunan ve ilgi çekme, keşfetme, açıklama, derinleşme ve değerlendirme aşamalarının sırasıyla öğrenme ortamında uygulanması ile oluşan öğrenme modelidir (Ayvacı vd., 2014: 373).

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMANIN KURAMSAL TEMELLERİ

1.1. BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİSİ

“Bilgi işlemsel düşünme” terimi, “computational thinking” teriminin Türkçe karşılığı olarak Kalelioğlu ve Gülbahar (2015) tarafından önerilmiştir. Ancak, literatürde farklı çeviriler de bulunmaktadır (Demir ve Seferoğlu, 2017: 818). Bu çeviriler arasında bazıları “bilgisayarca düşünme” (Tekdal vd., 2015: 147), “bilişimsel düşünme” (Özkeş, 2016: 27), “hesaplamalı düşünme” (MEB, 2017: 45), “bilgisayımsal düşünme” (Doğan vd., 2015: 449) ve “kompütasyonel düşünme” (Aldağ vd., 2015: 238) şeklindedir. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016 yılında “bilgi işlemsel düşünme” terimini kullanmaya başlamıştır. Bu çalışmada, genel kabul gören “bilgi işlemsel düşünme” çevirisi tercih edilmiştir.

Bilgi işlemsel düşünme kavramının temelleri Papert’in çalışmasına dayanmaktadır (Gülbahar vd., 2019: 19). Papert’in temelini oluşturduğu yapısalcılık kuramı ve uygulaması için geliştirdiği LOGO programlama dili, soyut algılamaları somutlaştırmanın bir yolu olarak görülmektedir (Ar, 2012: 199). Bununla birlikte Seymour Papert (1980), hesaplamalı düşünme öğretimini ilköğretim düzeyine indirgeyerek ortaya koymuştur ve ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin LOGO programlamayla işlevsel bellek kullanımına dayalı prosedürel düşünme becerilerini geliştirebileceğini düşünmektedir (Özçınar, 2017: 151). Papert, geliştirdiği kaplumbağa geometrisi teorisi ile bilgisayar ekranında belirli bir şeklin yer ve yönünü değiştirerek hesaplamalı çalışmalarda öğrencilerin geleneksel öğrenmeden daha eğlenceli ve aktif olduğu ileri sürülmektedir (Papert, 1971: 69). Çocukların ilgilerini çekerek programlama deneyimlerini artıran kaplumbağa teorisinde, kaplumbağaya benzer bir robota yeni bir kelime öğretme metaforu aracılığıyla tanıtılır ve basit geometrik şekiller ile çocuğun istediği her şeye yanıt verecek şekilde programlayarak programlama deneyimlerine başlamış olunur (Papert, 1980: 12).

Bilgi işlemsel düşünme kavramı, en çok Wing (2006, 2011) tarafından yapılan tanımlarla açıklanmaktadır. Wing’e göre, bilgi işlemsel düşünme, programlamanın temeli sayılan kavramlardan yararlanarak insanların davranışlarını anlama, sistemleri tasarlama ve problemleri çözmek için belli yaklaşımlar benimsenmesidir. Daha sonraki bir güncellemede, Wing, bilgi işlemsel düşünme becerisinin, etkin olarak bilginin işlenmesi için karşılaşılan problemlerin çözüm süreci ve problemleri net şekilde aktarmayı içeren düşünce süreci

olduğunu belirtmiştir. Genel olarak, bilgi işlemsel düşünme becerisi, teknolojileri içeren bilimsel dalların içinde problemleri çözme becerisini, bir problem karşısında problemi çözme aşamalarını, davranışlarını anlamlandıran eylemlerin bütünü ifade etmektedir. Problem çözmek, analitik ve algoritmik düşünmek, eleştirel düşünmek, soyutlamak gibi farklı süreçleri de kapsayan bir beceridir. Gülbahar vd., (2018) tarafından yapılan açıklamaya göre ise, bilgi işlemsel düşünme becerisi, bilgisayar bilimlerinin kavramlarından faydalananarak problem çözmek, sistemleri tasarlamak ve birey davranışlarını anlamayı içermektedir.

Wing (2006, 2011)'in çalışmalarından sonra popülerleşen bilgi işlemsel düşünme kavramına ilişkin eğitsel bağlamda ulusal ve uluslararası birçok araştırma bulunmakta ve günden güne bu çalışmaların sayısı artmaktadır (Tekdal, 2021: 6529).

Bununla beraber uluslararası trendlere göre, programlama ve bilgi işlemsel düşünme giderek genişleyen ve önemli bir odağa ulaşan konulardan sayılabilir. Gelecekteki araştırmaların bilgi işlemsel düşünme becerisi çerçevesinde diğer beceriler ile karşılıklı ilişkiyi araştırmak için üstlenilen yetkinlikler doğrultusunda yürütülecek projelerin sayısı da artış gösterebilmektedir (Tadeu ve Brigas, 2022: 11).

2011 yılında yapılan araştırma da Barr, Harrison ve Conery'e göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin genel özellikleri şöyledir:

- Bireylerin karşılaştığı problemleri çözümlemeleri için teknolojik araçları kullanabilme
- Elde edilen verileri mantık çerçevesinde düzenleyerek analiz etme
- Analizleri soyutlayarak paylaşma
- Algoritmik düşünme becerisini kullanarak çözümleri otomatikleştirme
- Analiz edilen verileri amaca ulaşma yolundaki çözümleri uygulama
- Karşılaşılan problemleri çeşitlendirme ve yayma

Bilgi işlemsel düşünme yetenekleri yalnızca bilgisayar bilimlerini ve benzeyen disiplinleri inceleyenleri değil çağımızda yaşayan bireyleri ilgilendiren bir beceri olarak bilinmektedir (Karahan vd., 2021: 11; Wing, 2006: 88). Tüm bireylerin ihtiyacı haline gelen bir beceri olarak görülen bilgi işlemsel düşünme becerisi, günlük yaşamdaki problemleri çözme ve bilgisayar bilimleri kavramlarını kullanmak için gereken bilgi, beceri ve tutumlara sahip olunması olarak açıklanabilir (Karahan vd., 2021: 15; Atman Uslu vd., 2018: 23). Bunun yanı sıra bilgi işlemsel düşünmenin birçok disiplinle eşgüdümlü çalıştığı söylenebilir. Bunlardan bazıları; problemi çözerken matematiksel hesaplamalar ve matematiksel ifadelerle;

uygulamaları tasarlarken mühendislikle, akıl yoluyla kavramları anlamlandırmada ise bilimsel düşünceyle birlikte etkili hale getirilebilir olmasıdır (Korkmaz vd., 2015: 152). Bilgi işlemsel düşünme becerisi, çözümü zor olan problemlerle çalışmada kararlı olma, karmaşık durumla baş etmekte bireylerin kendine güvenmesi gibi özelliklerinin yanı sıra, büyük parçaların daha küçük parçalara ayrılması, problemleri tanımlama şeklinde öğeleri içermektedir (Atman Uslu vd., 2018: 25). Bu nedenle, 21. yüzyılın becerilerinden biri haline gelen problemleri çözmek ile yakından ilişkilidir. Bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme, algoritmik ve eleştirel düşünme ile iş birliği gibi alt becerilerle bütünleşerek bir çeşit problem çözme yeteneği şeklinde görülmektedir (Demir vd., 2017: 818; ISTE, 2015: 4). Bu becerileri şöyle tanımlanmaktadır:

- *Problem Çözme:* Problem çözme, matematiğin temel taşı olmakla birlikte bir amaca ulaşılması veya bir problemin çözülmesi için gereken zihinsel basamaklardır (Haladyna, 1997: 2121). Piaget'e göre zihinsel şemalardan anlamlandıramadığı yeni bir durum ise problem olarak adlandırılarak bilişsel dengeyi bozmaktadır. Bozulmuş olan bilimsel dengenin tekrar dengelenmesiyle problem çözme süreci tamamlanmış olmaktadır (Baki ve Bell, 1997: 75). Problem çözme becerisine sahip öğrencilerin, rutin olmayan problemleri geleneksel ve yenilikçi yollarla çözmek, problemlere farklı bakış açıları ile çözüm üretme özelliklerine sahip olabilir (Yalçın, 2018: 191).
- *Yaratıcı düşünme:* Bireylerin çevresinden edindiği bilgileri anlamada hayal gücünü kullanabilme ve bir olguya farklılık getirme olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda daha önceden düşünülmemiş nesneler ve düşüncelerle ilişki kurulması anlamına da gelmektedir (Özerbaş, 2011: 677).
- *Eleştirel Düşünme:* Düşünmenin farklı bir boyutu olarak eleştirel düşünme; bilginin daha net şekilde kavranması, öğrenilenlerin yeni durumlara aktarılması ve değerlendirilme yeteneğinin geliştirilmesi olduğu söylenebilir (Semerci, 2003: 127).
- *Algoritmik Düşünme:* Bir problemi çözerken oluşturulan algoritmaların tanımlanmasıyla, tasarlanmasıyla, oluşturulmasıyla ortaya çıkan ilişkilerin kurulmasına yardımcı olan bir beceridir (Dumlu, 2021: 48).
- *İşbirlik:* Sınıftayken öğrencileri gruplara ayırarak konuyu parçalanmış şekilde grup içinde öğrenilmesi olarak düşünülebilir (Korkmaz vd., 2018: 347).

Bu özellikler göz önüne alındığında bu beceriler, günümüzdeki öğrencilerden beklenen temel beceriler ile de uyumaktadır (Oluk vd., 2018: 57; Günüş vd., 2013: 445). Öğrencilerin edineceği temel becerilerin yanı sıra bilgi işlemsel düşünme becerisine sahip olan bireyler, süreç boyunca öğrendiği bilgileri farklı ortam ve düzeylerde gerçek hayata entegre edebilir

(Karahana vd., 2021: 17). Öğrencilere bu becerilerin kazandırılması onların geleceğine hazırlanması için önemli sayılabilir (Karahana vd., 2021: 16; Grover ve Pea, 2018: 128).

Arslanhan ve Artun (2021)'nın çalışmasına göre, fen bilimlerinin öğretim programındaki bilimsel sürecin becerileri, hayat becerileri ve mühendislik tasarım becerileri, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt bileşenleriyle benzer yapıya sahiptir. Bu nedenle, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin fen öğretimine entegre edilmesi hem mümkün hem de gereklidir. Bilgi işlemsel düşünme becerisi ile bireylerin fen, matematik teknoloji ve mühendislik alanlarındaki problemleri çözebilecekleri düşünülebilir (Barr vd., 2011: 22).

CSTA ve ISTE ise 2011 yılında, bilgi işlemsel düşünmenin bireylerin akademik başarıları artırarak, günlük hayatlarındaki başarılarını birleştirmede önemli bir beceri olduğunu öne sürmektedir. Bugünün teknolojik araçları ile gelecekteki problemlerin çözüm yollarını bulmaları için öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi büyük bir öneme sahiptir (Gülbahar vd., 2019: 19).

1.2. BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin öğretim programlarına dahil edilmesi, öğrencilere günlük hayatta karşılaşılan problemleri bütünsel bir yaklaşım ile çözmelerini sağlayan çok boyutlu bir öğrenme ortamı oluşturmayı amaçlar (Bybee, 2010: 998). FeTeMM kısaltması, Fen bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik terimlerinin ilk harfleri ile oluşmaktadır ve bu disiplinler arasında bir köprü görevi görür (Mandev vd., 2022: 36). Çevik (2017) FeTeMM eğitimini, öğrencilerin yenilikçi öğrenme ortamlarından edindikleri bilgileri pratikte uygulamaları olarak tanımlamıştır. FeTeMM, disiplinler arası bir çalışmanın örneğidir. Ancak, FeTeMM eğitimi, bu disiplinlerin ayrı ayrı öğretilmesi yerine fen, teknoloji matematik ve mühendislik alanlarına özgü becerileri ile bilgileri bütüleştirilerek temelinin mühendisliğin tasarımları olan bir öğretim üstünde odaklanır (Kelley ve Knowless, 2016: 11). Bu yaklaşım, öğrencilere disiplinler arasında iletişim kurmak, takım çalışması yapmak, yaratıcı ve eleştirel düşünme (Şahin vd., 2014: 320; Çorlu vd., 2014: 75;) gibi beceriler kazandırmayı hedefler. Bu nedenle, FeTeMM eğitimi yeni bir eğitim yaklaşımı olarak da tanımlanır ve öğrencilere araştırma yapabilme ve problemleri çözme gibi beceriler kazandırmayı amaçlar (Mandev vd., 2022: 26).

FeTeMM eğitimi, fen bilimleri ve matematik disiplinlerini bütüleştirilen birden çok disiplinleri içeren bir sistem olduğu söylenebilir (Akarsu vd., 2020: 165). Ayrıca FeTeMM

eğitiminin; fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütünleşmesi ile disiplinler arasında yeni bir öğretim anlayışı hâline geldiği söylenebilir. Bireylere boyutları daha fazla olan pencerelerden bakabilme ve farklı yollarla öğrenme fırsatı vererek onların günlük yaşamda karşılaştığı problemlerin çözümü için iş birliği içinde çalışmalarını sağlayan deneyimler öne sürmektedir (Güllü vd., 2022: 13; Akdağ ve Güneş, 2016: 1646). FeTeMM eğitiminin temelinde bulunan bu anlayışta, fen bilimleri ve matematik kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirerek karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanan bireyler yetiştirmek yer almaktadır (Çoruhlu vd., 2017: 88). Bireyler, bu sayede günlük hayatında karşısına çıkan sorunları çözerek düşüncelerine ilişkin planlar, eleştiriler, değerlendirmeler yapabilirler (Yıldırım vd, 2020: 89).

FeTeMM öğretim yaklaşımı, sanayi toplumlarının gelişiminde ve teknoloji merkezlerinin kurulmasında önemli bir rol oynayabilir. FeTeMM temelli öğretim modelinin ilkokuldan üniversiteye kadar uygulanması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, FeTeMM eğitimi, endüstriyel alanda mühendislik ve teknolojiye dayalı olarak çalışan bireyleri yetiştirmek için ortaya çıkmış yeni bir modeldir. FeTeMM yaklaşımının uygulanması farklı yorumlara neden olmuştur. Ancak yapılan çalışmalar, matematik ve fen entegrasyonları, mühendislikte kullanılan uygulamalar ile kodlama eğitimi gibi konuların öne çıktığını göstermektedir. Dugger (2010)’e göre, FeTeMM yaklaşımı öğretim sürecinde dört farklı şekilde kullanılabilir:

- Birbirinden bağımsız disiplinler olarak öğretim
- Bir veya iki disipline uygun öğretim
- Bir FeTeMM disiplinini diğer üç disipline entegre yoluyla oluşan öğretim
- Dört disiplini de bütünleştirerek oluşturulan öğretim

Ülkemizde FeTeMM eğitime ilişkin araştırmalar, 2014-2019 yıllarında yoğunlaşmaya başlamıştır (Yıldırım vd., 2020: 294). MEB tarafından öğretim programlarında 2018 yılında yapılan iyileştirmeler neticesinde FeTeMM yaklaşımı fen bilimleri dersi içinde daha görünür hale gelmiştir (Daşdemir vd., 2018: 1163). Öğretim programlarındaki bu yeni model ile “günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak” şeklinde belirtilmektedir (MEB, 2018: 9).

Son yıllarda ülkemizde FeTeMM eğitime ilişkin yapılan çalışmalarda gözle görülür bir artış meydana geldiği görülebilir. Bu çalışmaların odağında ise genellikle ortaokul

öğrencileri, öğretmen adayları veya öğretmenler bulunmaktadır (Çevik, 2017: 245). Ancak ülkemizde yapılan FeTeMM'e yönelik araştırmalarda ilkokul düzeyindeki araştırmaların kısıtlı olduğuna dikkat çekilmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016: 47; Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015: 66).

Moore ve Smith (2014) çalışmasında FeTeMM eğitimini veren öğretmenlerin geleneksel yöntemlerle anlatılan matematik ve bilim bileşenlerine vurgu yaparken mühendislik ve teknoloji bileşenlerini ötelemişlerdir. Bu durum öğretmenlerin uzmanlık alanları dışındaki konularda yeterince bilgiye sahip olmamasıyla ilişkilendirilebilir (Özdemir vd., 2020: 65). Fakat bu durum çağımızın gereksinimlerine uymamaktadır (Yenilmez ve Balbağ, 2016: 303). Bu sebeple disiplinlerin ayrı ayrı ele alınmasından ziyade ortak bir bağlamda bütünleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bütünleşik FeTeMM öğretimi yaklaşımında ise sürekli devam eden bir aktif sorgulamanın olduğu, en az iki disiplin anlayışının becerilerine özen gösterildiği öğrenci merkezli bir öğrenim süreci şeklinde açıklanabilir (Israel, Maynard ve Williamson, 2013: 19).

Bütünleşik FeTeMM eğitimi, öğretmenlerin gelişimine katkıda bulunmak için araştıran, öğrencilerin ise yaratıcılığını kullanan, problem çözen, yenilikçi anlayışta olan, girişimci özellikler kazanmasına, yeterliliklerinin farkına varmasına ve başarılı olma inancını taşımalarını sağlayacaktır (Aslan Tutak vd., 2017: 796).

Son yıllarda FeTeMM eğitiminin, öğrencilerin 21. yüzyıldaki becerilerden birisi olan problem çözmek ve çok disiplinli çalışma becerilerinin gelişiminin hedeflendiği söylenebilir (Güllü vd., 2022: 10). FeTeMM alanlarını ilişkilendirerek yapılan disiplinlerarası araştırmalarda (Erduran, 2013: 49; Bakırcı, 2018: 369), öğrencinin karşılaştığı problemlere farklı çözümler bulmalarına yardımcı olacak biçimde disiplinlerin bütünleştirilmesine yönelik girişimler önerilmektedir (Güldemir vd, 2017: 282; Şahin vd., 2014: 312). FeTeMM eğitiminin avantajları; karşılaşılan problemleri farklı boyutlarda değerlendirmeyi, edinilen bilgiyi farklı bir olaya aktarabilmeyi, aktif katılım ile öğrenmeyi, öğrencilerin bilgi ve becerinin yanı sıra yaratıcılık, eleştirel ve sistemli düşünme, özgüven, işbirliği gibi 21.yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir (Bahar vd.,2018: 705). Öte yanda çalışmalar 21. yy. becerilerinin kazandırılmasında FeTeMM eğitiminin önemini vurgulamaktadır (Kocakulah vd., 2020: 226;). Bununla beraber öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında bütünsel düşünmelerine imkân verebilir (Bahar vd., 2018: 725).

Bütünleşik FeTeMM eğitimiyle eğitim sürecinde fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanları arasındaki ilişkilendirme ile günlük hayattaki sorunlarının çözümü için disiplinleri birbirine bağlamaya çalışan bir yaklaşımdır (Tarkın Çelikkıran vd., 2017: 1626). Bütünleşik FeTeMM eğitiminde, en az iki disiplinde edinilmesi gereken becerilerine odaklanıldığı ve aktif olarak sorgulamayla öğrenci merkezli bir yaklaşım olduğu söylenebilir (Özmen vd., 2020: 124).

Bütünleşik FeTeMM eğitiminin, bireylerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, FeTeMM'e karşı tutumlarına ve akademik başarı düzeylerine etkisi olduğu belirtilebilir. Alanyazında yapılan araştırmalar sonucunda Bütünleşik FeTeMM eğitiminin öğrencilerin akademik olarak derslere karşı ilgilerinin arttığı, kolay anlaşılır hale getirdiği, iş birliği ile aktif hale geldiği görülmektedir (Hebebe, 2019: 93). Diğer yandan Bütünleşik FeTeMM'in öne çıkarıldığı ders sürecinde yalnızca giriş kısmındaki ilgi çekme amaçlı değil sürecin her aşamasında kullanılabileceği, disiplinlerarası bir süreç olduğu söylenebilir (Aslan Tutak vd., 2017: 796).

Araştırmasında, Öztürk (2017)'e göre ilkokul 4. sınıf öğrencileri ve bütünleşik FeTeMM eğitimlerine dair inanç ve tutuma bakıldığında matematik öğrenim çıktılarına dair inançları orta düzeyde ve FeTeMM kariyer ilgilerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. Genek (2018) ise FeTeMM programı içerikli uygulanan eğitim sürecinde ilkokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeyleri incelendiğinde sınıf kademeleri değişkenleri temel alındığında istatistiksel olarak olumlu bir farklılığın ortaya çıktığı görülmektedir. Canbazoglu ve Tümkaya (2020) ise; ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin FeTeMM tutumlarının çeşitli değişkenler açısından betimsel tarama modeliyle incelendiğinde FeTeMM'e yönelik meslekler ve dersler ile ilişkili pozitif tutum içinde olmaları, öğrencilerin FeTeMM alanı ile gelecekteki mesleğinin seçiminde ve yapılan eğitim-öğretim uygulamalarında motivasyonu artırıcı aynı zamanda etkili bir süreç olduğu görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında FeTeMM eğitimi, ilkokul düzeyi öğrencilerin gelecekteki meslek seçiminde ve akademik başarılarında olumlu yönde tutum geliştirdiği söylenebilir.

Mumcu, Uslu ve Yıldız (2022) fen bilimleri, matematik ve bilişim teknolojileri öğretmenlerine yönelik olarak tasarladıkları öğretmen eğitiminde, her bir disiplinden öğretmenin temsil ettiği gruplar oluşturarak öğretmenlerin işbirlikli olarak 5E öğretim modeline dayalı bütünleşik FeTeMM eğitimi içinde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimine odaklanan dersler planlamalarını sağlamışlardır. Buna bağlı olarak bu tür derslerin planlanması zor değildir ancak sınıf içinde uygulanması önem arz etmektedir.

Özetle, FeTeMM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından iki veya daha fazlasının bütünleşik olarak öğretilmesi ve öğrenilmesine ilişkin bir öğretim yaklaşımıdır. Bütünleşik FeTeMM öğretiminde amaç, öğrenci başarısını artırmanın yanında matematik ve fen alanlarında günlük hayatla ilişkilendirilerek öğrenmek, FeTeMM alanlarına ilgi duyan ve bu alanda uzmanlaşmak isteyen öğrencilerin sayısını artırmak önem sayılmaktadır (Durak vd., 2015: 32-43). Bu bağlamda bu çalışmada 5E öğretim modeline dayalı olarak tasarlanan bütünleşik FeTeMM eğitimi yoluyla öğrencilere geleneksel yöntemler dışında fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında bütünleştirilmiş şekilde eğitim verilerek öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek amaçlanmıştır.

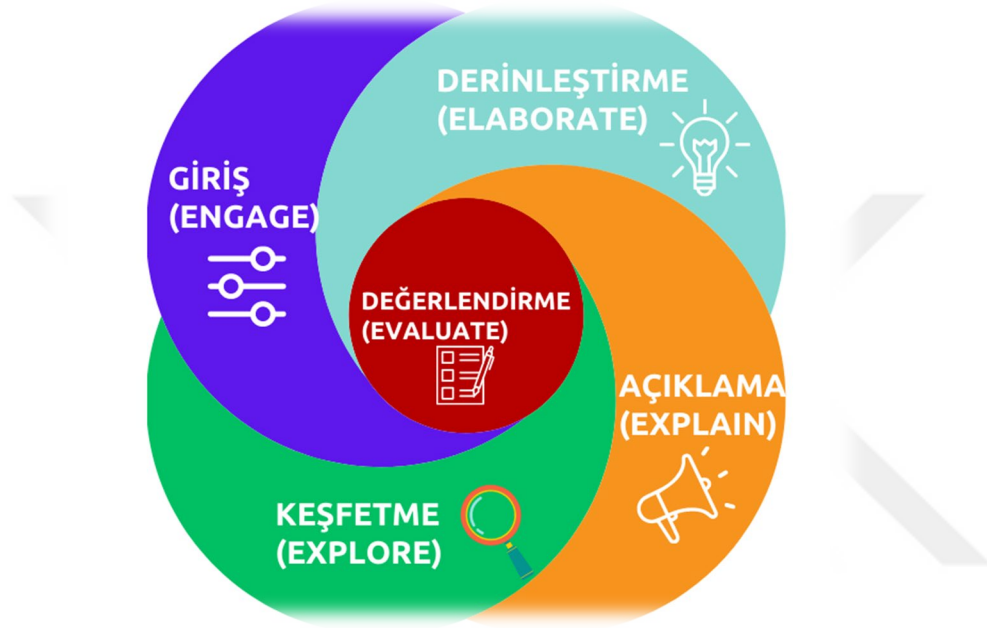
1.3. 5E ÖĞRETİM MODELİ

Yapılandırmacı yaklaşımı temele alan 5E öğretim modeli Bybee (1997) tarafından geliştirilmiştir. 5E öğretim modeli, yeni olan kavramın öğrenilmesinde ya da önceden öğrenilen bir kavramın/bilginin daha derin anlaşılmasında etkin bir model olduğu belirtilmiştir (Ayaz, 2015: 323). Keşfetmeyi, sorgulamayı teşvik eden 5E öğretim modeli, eleştirel düşünme yeteneğini de öğrenciye kazandırır (Ergin, 2006: 57).

5E öğretim modeli, öğrencilerin araştırma merakını arttırmayı, bilgi edinmelerini ve kavramların tam ve doğru bir şekilde anlaşılması ile aktif bir araştırma zemini hazırlayan becerileri kullanmayı gerektiren aktiviteler içeren bir öğrenme döngüsü modelidir. Bu model, Avcı'nın (2020) ve Aksoy ve Gürbüz'ün (2013) belirttiği gibi, öğrencilerin aktif olarak öğrenmelerine ve anlamalarına yardımcı olur. Bu modelde öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşüncelerini geliştirmek için yapılandırmacı yaklaşım temelli öğrenme döngüleri geliştirilmiştir (Keleş, 2010: 391). Öğrenme döngü modelleri ise üç, beş veya yedi aşamalı süreçten oluşmuştur. Bu çalışmada, 5E öğretim modeli kullanılmıştır. İlk aşama, öğrencilerin merak duygusunu uyandırarak hazırbulunuşluk düzeylerinin belirlenmesi hedeflenen giriş aşamasıdır. İkinci aşama, öğrencilerin etkinlikler yoluyla farklı fikirler ortaya çıkarmasını amaçlayan keşfetme aşamasıdır. Üçüncü aşama açıklama aşamasıdır ve öğrencilerin problem durumlarına çözüm yolları bulmalarını hedeflemektedir. Dördüncü aşama, derinleştirme aşamasıdır ve öğrencilerin farklı perspektiflerden yorumlama becerilerini geliştirerek anlama yeteneği oluşturulmaya çalışılır. Son aşama ise değerlendirme aşamasıdır ve sürece yönelik bir değerlendirme yapılması amaçlanmaktadır (Şeremet vd., 2022: 11).

5E öğretim modeline göre hazırlanmış FeTeMM etkinlikleri kullanarak sürekli ve farklı disiplinleri bir arada kullanarak daima devam eden bir döngü oluşturulabilir (Kocakulah vd.,

2020: 226). Bu döngü ile birey her bir basamağı daha iyi değerlendirerek mantıklı ilerleme göstermektedir. FeTeMM alanında tasarım temelli öğretim ile 5E evrelerine göre olan öğretim birleştirilerek öğrenmenin doğal yollarla geliştirilebileceği görülebilir (English ve King, 2015: 8). Bu çalışmada kullanılan 5E öğretim modeli beş ana aşama ile meydana gelen döngüsel bir süreçle temellendirilmiştir. Aşamalar sırasıyla şöyledir: giriş (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleşme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) (Bybee, 2009: 24) (Bkz. Şekil 1).



Şekil 1: 5E Öğretim Modeli Aşamaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

1. Giriş (Engage) Aşaması: 5E öğretim modelinin giriş aşamasında, öğretmen öğrencilerin ilgisini çekmek için kısa etkinlikler kullanır ve öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirir. Öğrencilere soru sorarak, senaryolar anlatarak, gösteriler yaparak, resimler göstererek veya tartışma-münazara ortamları oluşturarak, öğrencilerin konuyla ilgili var olan beceri ve bilgileriyle bağlantı kurmalarını sağlamaya çalışmaktadır. İlk aşamada yapılan etkili bir giriş, öğrencilerin diğer aşamalara geçişinin kolaylığını sağlar. Öğrencilerin farklı fikirleri ortaya koyması ve meraklanarak soru sormaları önemlidir. Öğretmen bu şekilde öğrencilerin merakını arttırmaya ve aktif katılımlarını sağlamaya çalışır (Bybee, 2009: 24).

2. Keşfetme (Explore) Aşaması: Bu aşamada öğrencilerin etkin bir şekilde katılım gösterdiği, keşfe çıktığı bir evredir. Öğretmen, öğrencilerin önceden edindikleri bilgileri kullanarak yeni fikirler üretmelerine, soru sormalarına ve ön araştırma yapmalarına yardımcı

olacak etkinlikler tasarlar. Bu etkinlikler arasında öğretmenin soru sorması, kavram haritaları sunması, senaryolar anlatması, deney yaptırması veya gösteriler düzenlemesi yer alabilir. Bu aşamada öğrenciler küçük gruplar halinde çalışabilirler (Hançer vd., 2007: 556). Öğretmenin bu aşamadaki rolü bir rehber gibi davranarak öğrencilere, soruları ve cevapları araştırmak ve keşfetmekleri için rehberlik yapmaktır (Bybee, 2009: 24). Burada amaca ulaşmak için öğretmen üç yol izleyebilir:

- Öğrencilerin sorularına cevap vermek,
- Öğrencileri belirli hedeflere yönlendirmek,
- Doğru şekilde ilerlenilmesi için öğrenciye sorular sormak (Yıldız, 2008: 289)

3. Açıklama (Explain) Aşaması: Bu aşamada öğrenciler, keşif aşamasıyla bulunan sonuçların tartışılacağı bir ortamda bulunurlar. Açıklama aşamasıyla da öğrencilerin dikkatini belirli bir yöne odaklamak ve oluşturulan kavramları, düşünme becerilerini ya da davranışlarını göstermek için açık fırsat sunar. Öğretmenler, doğru açı ile kavram, süreç veya becerileri iletme fırsatı da bulabilirler. Öğrencilerin kavramlar hakkında düşüncelerini açıklamalarını ve öğretmenlerin açıklamalarıyla anlam kurma süreci derinleşir (Bybee, 2009: 24). Bu aşama, öğretmenin yönlendirmesiyle gerçekleşir ve öğrencilere konuyla ilgili bilimsel kavramlar ve terimler sunularak açıklanır (Gök ve Tufan, 2014: 151).

4. Derinleştirme (Elaborate) Aşaması: Bu aşamada öğrencilerin elde ettikleri bilgi ve becerileri, problem çözme ile yeni olaylar ve problemlere uygulayarak derinleştirirler. Öğretmenlerin, öğrencilerini kavramları ve becerileri daha da geliştirmeleri için onları zorladığı ve farklı materyaller kullanarak öğrenme stillerine uygun şekilde desteklediği aşamadır (Saraç ve Bayrak, 2017: 79). Bu aşamada öğrenciler, yeni deneyimleri sayesinde daha derin ve kapsamlı bir anlayış ile daha çok bilgi edinebilirler (Bybee, 2006: 24). Öğrenilen kavramların kalıcılığını pekiştirmek için öğrencilere farklı faaliyetler ve materyaller sunulur ve kavramları yeni durumlara uyarlayabilecekleri fırsatlar sağlanır. Bu aşamada, öğrenme sürecini pozitif yönde etkilemek için farklı materyallerin kullanılması önemlidir (Saraç ve Bayrak, 2017: 78).

5. Değerlendirme (Evaluate) Aşaması: Bu aşama, öğrenme ürünlerinin kontrol edilmesi açısından son derece önemlidir (Saraç ve Bayrak, 2017: 79). Öğrenciler, kendilerinin anlama kapasitelerini ve becerilerini değerlendirmeye yönlendirilir ve öğretmenler öğrencilerin eğitimi hedeflerine ulaşılması yolundaki ilerlemeleri değerlendirmek için olanaklar bulurlar (Bybee, 2006: 24). Öğretmen, öğrencilerin problem çözme sürecindeki ilerlemelerini izleyerek ve açık

uçlu sorularını sorma yöntemiyle her aşamada değerlendirilme yapabilmelidir (Özdemir ve Balkan, 2017: 56).

5E öğretim modeli, yapılandırmacı öğrenim anlayışı ile bilimsel süreç becerisine odaklanıldığı ve problem çözmenin boyutunu vurguladığı için öğretimin düzenlenilmesi ve tasarımı için bir rehber görevi üstlendiği görülmektedir (Öztürk Geren vd., 2015: 26). Bu model, bireysel farklılıklara göre öğrenmenin gerçekleştirilmesine olanak sağlar (Önder, 2011: 114). Kullanıldığında öğrenciler konuya odaklanarak söz konusu bilgiyi keşfederek, sınıflandırır, farklı durumlara uygulanarak, kavramsallaşması sağlanır (Bybee, 1997: 6881).

Bu becerilerin öğrencilere ön deneyimleri, sınıf etkinlikleri ve çevre ile ilgili iletişimleri sonucunda oluşmaktadır. Öğrenmeyle ilgili kuramların öğrenci merkezli varsayıldığından bireyin konuyla ilgili kavramları tanımlaması, değiştirmesi ve yerine getirmesi gerekliliği belirtilmektedir. 5E modeli, tüm öğretimin çeşitli bileşenlere sahip olmasını önerdiğinden, öğretmenden öğrencilerin farklı öğrenme stilleriyle erişebilecekleri öğrenme ortamları tasarlamasını istemektedir (Özdemir ve Balkan, 2017: 56).

5E öğretim modeli, öğretmenin öğrenme ortamını yapılandırma aşamasında yardımcı ve düzenleyici bir araç olarak görülmektedir (Özdemir ve Balkan, 2017: 56-64). Bu model, öğrencilerin bilgiyi anlamlandırılmalarına ve bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişim sağlamalarına olanak tanır. Ayrıca öğrencilerin ilgisini uyandırarak deneyimsel öğrenmeyi teşvikle ve üst düzeyde düşünme sürecine katkı sağladığı bulunabilir (Anıl ve Küçüközer, 2015: 14).

Alanyazın incelendiğinde FeTeMM eğitiminin bireylerin akademik başarılarına etkisini inceleyen, (Yamak vd., 2014: 260; Fortus vd., 2004: 1089; Moore vd. 2014: 5), disiplinlerarası etkinlikler oluşturan (Koç ve Büyük, 2013: 145; Baran vd., 2015: 60-69; Gencer, 2015: 16) araştırmalar bulunmaktadır. Bununla beraber Demir (2018), çalışmasında 5E öğretim modelini kullanarak yapılan öğretimin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fen bilimleri dersine ve kavram yanılgılarına karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Ancak bütünsel FeTeMM ile ilkökul düzeyindeki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye ilişkin çalışmaların sayısı kısıtlıdır. Buradan hareketle bu araştırma ile fen eğitimi alanyazına katkı sağlayabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırma bağlamında alanyazıların araştırması yapılmış çalışmalar özetlenmiştir. Araştırmalar özetlenirken bilgi işlemsel düşünme becerisi, bütünlük FeTeMM eğitimi ve 5E öğretim modeli temalara bölünerek başlıklar halinde kronolojik sıra ile belirtilmiştir.

2.1. BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME

Arslanhan ve Artun (2021) tarafından yapılan çalışma, fen öğretimi ile bilgi işlemsel düşünme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yöntemleri kullanılarak yürütülen çalışmanın örneklemini, bilgi işlemsel düşünme becerilerini fen öğretiminde kullanan üç fen bilimleri öğretmeni oluşturmuştur. Toplanan verilerin yarı yapılandırılmış görüşme formu ile betimsel analiz ve içerik analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucu ile, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kullanımının öğrencilerde algoritmik düşünmeyi, karar vermeyi ve problem çözmeyi geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, bu becerilerin kullanımının öğrencilerde hazır cevaplığı, motivasyonu, takım halinde çalışmayı ve yaşlıları ile iletişimini artırdığı belirlenmiştir. Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin etkinliklerin öğrenilmesinde kalıcılığı arttırdığı, üst düzey beceriler kazandırdığı ve öğretimi somut hale getirdiği sonucuna varılmıştır.

Fen bilimleri dersinin öğretim programında bulunan bilimsel süreç becerileri, hayat becerileri ve mühendislik tasarımı becerileri ile bilgi işlemsel düşünme becerilerinin benzerliği, bu becerilerin fen öğretimine entegrasyonunun gerekliliğini ve uygulanabilirliğini göstermektedir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda bulunan öğrenme alanlarına uygun seçilen kodlama etkinliklerinin, bilgi işlemsel düşünme yeteneklerinin yaygınlaşmasında açık bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, fen öğrenim ortamlarında bilgi işlemsel düşünmeye yer verildiğinde öğrencilerin problemleri çözmek, analitik ve eleştirel düşünmek, yaratıcılık ve benzeri becerilerde gelişim sağlanabileceği görüşündedirler.

Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020)'in çalışmasında; ortaokul öğrencilerinin problemleri çözmeye ilişkin yansıtıcı düşünceleri ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine oyunlaştırarak uygulanan eğitsel robot etkinliklerinin etkisini araştırmaktır. Bu çalışma, yarı deneysel bir çalışma olup 51 kişilik 6. Sınıf öğrencisi ile beraber çalışarak oluşmuştur. Çalışma grubuna ilişkin verileri toplarken 'Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerisi ölçeği ve

Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği' kullanılmıştır. Bu ölçeklerden alınan sonuçların ANOVA ile analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda; öğrencilerin problem çözme şeklindeki düşünme ile bilgi işlemsel düşünme becerilerine oyunlaştırılmış eğitsel robot etkinliklerinin anlamlı bir olumlu yönde bir katkı sağladığı görülmektedir. Bununla beraber öğrencilerin oyunlaştırarak blok tabanlı kodlamanın kolay ve anlaşılır olduğu da söylenebilir.

Gülbahar vd. (2019) çalışmasında, bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algı ölçeği geliştirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunda 17 adet farklı ortaokuldan 952 tane beş ve altıncı sınıf öğrencisi yer almaktadır. Yapılan açımlayıcı faktör analizlerinin sonucunda toplam 39 madde içeren ölçeğin beş faktörlü bir yapıdan oluştuğu görülmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin kendilerini daha iyi tanımalarını ve bireysel sorgulamaları sağlanarak bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik kişisel algıları inceleyen bir ölçek olarak beklentilerin karşılanmasından hareketle gerekli olan güvenirlik ve geçerlik analizlerinin yapıldığı saptanmıştır. Araştırma sonucunda, ölçek programlama öğretiminde pedagojik yaklaşımların bilgi işlemsel düşünme becerisi yönünden değerlendirilmesinde, farklı programlamaların ortamlarında etkinliklerde bireysel algılardaki değişimlerin incelenmesinde kullanılabilir.

Yıldırım ve Uluyol (2022) çalışmasında; ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme düzeylerinin günlük bilgisayar kullanımına göre farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde keşfedici sıralı karma yöntem araştırma deseni kullanıldığı belirtilmiştir. Araştırma grubu ise Ankara ilinde bulunan ilkokul düzeyindeki 287 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma verileri tek yönlü ANOVA ile analiz edilmektedir. Bu çalışmanın sonucunda; öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme düzeyleri bilgisayar ekranında geçirilen süreye göre doğru orantılı şekilde artmaktadır.

Karahan vd., 2019 yılındaki çalışmasında, ilkokul düzeyindeki öğrencilerin kodlamanın odak olduğu öğretim sürecindeki deneyimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğretim süreci 4 haftalık bir süreçten oluşarak nitel araştırma yöntemleriyle eylem araştırması deseninin kullanıldığı belirtilmiştir. Bu çalışma, katılımcıları 3. ve 4. sınıf düzeyindeki 30 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak ise yarı-yapılandırılmış görüşmeler, katılımcı gözlem raporları ve öğrenci etkinlikleri incelenmiştir. Alınan verilerin içerik analizi yöntemi ile incelendiği belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda ulaşılan incelemede, katılımcıların karşılaştığı problemleri çözme becerileri ve süreç içerisindeki bilgileri günlük yaşamlarına entegre

edebilmeleri olmuştur. Bununla beraber öğrenciler kodlama etkinliklerinin eğlenceli olduğunu öne sürerek motive olduklarını belirtmiştir.

Lyons ve Magana (2011) çalışmalarında, öğrencilerin programlama modelleri oluştururken motivasyon, öz saygısı ve işbirlikçi öğrenme gibi beceriler ile Scratch yazılımının ortaokul öğrencileri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu çalışmanın araştırma yöntemi durum çalışması olup 12 hafta süren bu çalışmanın gözlem kayıtları, görüşmeler, öğrencilerin dergi ve testleri şeklinde toplanmıştır. Bulgularında ise Scratch yazılımını kullanma aşamasında üst düzey düşünme becerilerini kullandıkları tespit edilmiştir ve öğrencilerin motive olmalarını sağlayıp özsaygılarını artırdıkları görülmektedir.

Çalışmasında Ünsal (2020), ilkokul 2. sınıf düzeyindeki öğrencilerin blok tabanlı kodlamalar etkinliklerini gerçekleştirmelerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve etkinlik algılarına etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma deney ve kontrol grupları yarı deneysel desen kullanılarak 40 öğrenciye uygulanmıştır. Veriler veri toplama aracı olarak bilgi işlemsel düşünme testi ve etkinlik algısı ölçeği ile toplanmış olup ANOVA ile analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda toplanan verilerle ilkokul düzeyinde code.org gibi öğrencilerin uygulayabileceği blok tabanlı kodlama derslerinin işlenmesinde bilgi işlemsel düşünme becerisinin arttığı görülmüştür. Bununla beraber öğrenciler, code.org sitesi üzerinden yaptıkları etkinliklerin eğlenceli olduğunu, kişisel gelişimlerini de olumlu etkilediği görülmüştür. Araştırmada ilkokul seviyesinde blok tabanlı kodlamaların etkinliklerinin yapılması verilmesi önerilebilir.

Çetinkaya (2019) çalışmasında, bilişim teknolojileri dersini alan 5. Sınıf düzeyindeki öğrencilerinin öğretmen kitabındaki bilgisayarlı ve bilgisayarsız uygulanan etkinliklerin yapılmasıyla bilgi işlemsel düşünme becerilerinin farklılaşma düzeyini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda 122 öğrenciye ön test ve son test uygulanmıştır. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri düzeylerini ölçmek için “Bilge Kunduz Uluslararası Enformatik ve Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinliği – 2017 Görevleri” ölçeğinin kullanıldığı ve alınan verilerle “İlişkili Örneklem T-Testi”, “İlişkisiz Örneklem T-Testi” analizleri yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda, bilişim teknolojileri dersinde uygulanan etkinliklerin uygulanmasıyla öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde anlamlı bir fark yarattığı görülmüştür. Aynı zamanda zekâ oyunları dersi alma durumu ve yaş değişkenine göre bilgi işlemsel düşünme becerisi puanlarında anlamlı bir şekilde farklılaşma olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bolat (2020) çalışmasında, lise öğrencilerinin problemleri çözmek ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin, FeTeMM alanlarına yönelik ilgileri ve öğrencilerin FeTeMM etkinliklerine yönelik görüşlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, deney ve kontrol grubundan 66 öğrenciyle karma araştırma yöntemi kullanılarak veri toplanmıştır. Geliştirilen FeTeMM etkinlikleri beş hafta boyunca uygulanmış ve öğrencilerin problem çözme becerileri, FeTeMM alanlarına yönelik ilgi düzeyleri ve bilgi işlemsel düşünme becerileri ölçülmüştür. Ayrıca öğrencilerin uygulanan etkinliklere ilişkin görüşleri de yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanmıştır. Verilerin analizinde iki faktörlü varyans analizi, Mann-Whitney U testi ve betimsel içerik analizinin kullanıldığı araştırmanın sonuçlarına göre, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Öğrencilerin FeTeMM etkinliklerine yönelik değerlendirmeleri incelendiğinde, bilgisayar destekli eğitime yönelik değerlendirmelerinin olumlu olduğu ve işbirlikli öğrenmeye yönelik değerlendirmelerinin ise olumsuz olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, FeTeMM etkinliklerinin lise matematik derslerinde öğrencilerin problem çözme becerilerinde, FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerinde ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinde olumlu yönde gelişmeler sağladığı tespit edilmiştir.

2018 yılında Oluk vd. tarafından yapılan çalışmada, Scratch kullanılmasının algoritmaları geliştirme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye etkisini incelemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada, 62 beşinci sınıf öğrencisiyle ön test ve son test kontrol gruplu yarı deneysel bir çalışma yapılmıştır. Altı haftalık bir süre boyunca, deney grubuna Scratch programı kullanılarak algoritma geliştirme öğretimi verilirken, kontrol grubuna mevcut müfredat çerçevesinde algoritma anlatılmıştır. Öğrencilere ön ve son test olarak bilgi işlemsel düşünme ölçeği ve algoritma geliştirme başarı testi uygulanarak grupların başarı testlerindeki farklılıklar bağımsız t-testiyle incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin algoritma geliştirme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde geliştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Scratch programının algoritma geliştirme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirilmesi için etkili bir öğrenme şekli olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Alanyazın incelendiğinde, bilgi işlemsel düşünme becerisine ilişkin araştırmaların ortaokul öğrencileri ile yürütüldüğü görülmüştür. Bu bağlamda, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin disiplinlerarası çalışmalarındaki motivasyonlarını artırdığı dikkat çekmektedir (Parsazadeh vd., 2020: 475). Bununla beraber bütünleşik FeTeMM eğitimi ile bilgi işlemsel düşünme becerisinin gelişiminde blok tabanlı etkinliklerin ve FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerinde, FeTeMM alan ve ilgilerinde ve bilgi işlemsel

düşünme becerilerinin olumlu yönde gelişmeler kaydettiği görülmektedir (Yang vd., 2021: 4). Bu noktalardan hareketle bilgi işlemsel düşünme becerisinin gelişiminde ilkokul öğrencilerine odaklanan daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.2. BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİ

Güllü ve Akçay (2022), çalışmalarında sınıf öğretmenlerinde bulunan 21. yüzyıl becerileriyle FeTeMM farkındalığını açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Yazarlar çalışmayı ilişkisel (korelasyon) araştırma olarak desenlemiştir. 21. yy. becerileri ile FeTeMM farkındalık ölçeğinin arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için pearson çarpım korelasyon katsayı tekniği, cinsiyet değişkeni için bağımsız örneklem t-testi, kıdem yılı ve yaş değişkenleri için ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir. Araştırma grubunu 242 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışmada, sınıf öğretmenlerinin 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalarının FeTeMM farkındalığını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle öğretmenlerin 21. yy. becerilerinin FeTeMM farkındalıklarıyla üst düzeyde bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Gök (2022) çalışmasında, lise öğrencilerinin bütünsel FeTeMM öğretim yaklaşımına yönelik görüşlerini değerlendirmek amacıyla bir ölçek geliştirilmiş ve öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına yönelik tutum ve kariyer ilgi değerlerini tespit etmiştir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri, açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi işlemleri ile gerçekleştirilmiştir. Ölçek, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında 20 lisedeki toplam 4194 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin sınıf seviyesi yükseldikçe, FeTeMM alanlarına yönelik tutum ve kariyer ilgi değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Aslan ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerini incelemeyi hedeflemiştir. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış ve fenomenoloji deseni tercih edilmiştir. Katılımcılar ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve FeTeMM eğitimine katılmamış olan fen bilimleri öğretmen adaylarından oluşmuştur. 2018-2019 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde öğrenim gören üçüncü ve dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayları çalışmanın grubunu oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilimlerini birçok disiplinle ilişkilendirme eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. FeTeMM uygulamalarının anlamlı bir öğrenimi destekler niteliklerde yapıldığı ve ortaokul fen bilgisi öğretim programında bir ders olarak okutulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, fen bilgisi öğretmenliği programından mezun olan öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları

hakkında daha kapsamlı bilgiye sahip olmaları sebebiyle eğitim fakültelerindeki öğretim programlarının FeTeMM uygulamalarıyla desteklenilmesi önerilmektedir.

Yavuz (2019) çalışmasında, içeriğinde FeTeMM uygulamaları tasarlanan sürecin dördüncü sınıf öğrencilerinde fen bilimleri dersi ile FeTeMM mesleklerine, algılarına, tutumlarına etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada eylem araştırması şeklinde desenlenen veri toplama araçları olarak FeTeMM algı testi, FeTeMM tutum testi, , FeTeMM mesleki ilgi ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme, video kayıtları, araştırmacı ve öğrenci günlükleri kullanılmıştır. Toplanan bu veriler sonucunda FeTeMM uygulamalarının, öğrencilerin FeTeMM mesleklerine ilgisini, algılarını ve tutumlarını pozitif yönde etkilediği saptanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bütünlük şeklinde algılayarak FeTeMM içerikli etkinlikleri eğlenceli buldukları, öğrencilerin işbirliği, eleştirel düşünme, iletişim ve yaratıcılık benzeri 21. yy becerilerini kazanmalarına yardımcı olmuştur.

Hebebe (2019) çalışmasında, 8. sınıf fen bilimleri öğretimi FeTeMM uygulamaları ile bütünleştirerek bu uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerileri, FeTeMM kariyerlerine ilişkin ilgilerini, bilimsel yaratıcılıklarını, FeTeMM eğitime olan tutumları, eleştirel düşünme becerilerini, akademik başarılarını etkileme düzeyini incelemeyi amaçlamaktadır. Karma yöntem ile elde edilen verilerin analizinde ilişkili örneklem için t-testi, kovaryans analizi ve içerik analizleri kullanıldığı belirtilmiştir. Araştırmanın sonucunda, bütünlük FeTeMM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerine, FeTeMM kariyerlerine, akademik başarılarına olumlu etkisi olduğu, ders sürecinin bu sayede anlaşılır hale geldiği ve işbirliği yapmayı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eslek ve Şahin (2021) çalışmasında, ortaokulda fen bilimleri dersine FeTeMM etkinliklerinin entegre edilmesiyle öğrencilerin FeTeMM'e ilişkin kariyer, ilgileri, tutumları ve algılarını araştırılması ve öğrencilerin bu süreçte olağan görüşlerini ortaya koyulması amaçlandığı belirlenmiştir. Çalışmanın 2019 yılında 7. Sınıf düzeyi 49 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deneysel araştırma kullanılmış olup FeTeMM kariyer ilgi, FeTeMM tutum, FeTeMM algı ölçekleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin cinsiyetlerin ve akademik başarının değişkenlerine göre kariyer ilgi ölçeği, FeTeMM tutum ölçeği puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda ise FeTeMM etkinliklerinin konuların tekrarı,

konuların kalıcılığının artırması, mühendislik becerilerini kazanma ve meslek seçiminde benliklerine farklı bakış açısı kazandırma yönünde fikirler elde edilmiştir.

Yamak vd. 2014 yılında yaptıkları çalışmaya göre 5. sınıf öğrencilerinde bilimsel sürecin becerilerine ve fen eğitime yönelik saptamalarına FeTeMM etkinliklerinin etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmaya göre 20 öğrenci ile tek gruplu ön test ve son test deneysel desenleri kullanılmış ve verilerin Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve “Bilim ve Fen Hakkında Gerçekten Ne Düşünüyorum?” ölçeği ile toplandığı belirtilmiştir. İlişkili örneklem t testi analizi ile verilerin analizi yapılmıştır. Alınan bulgular, FeTeMM etkinlikleri ile öğrencilerinde bilimsel süreç becerilerinin ve fen bilimlerine olan tutumlarının olumlu etkilediğini göstermiştir.

Yıldırım ve Selvi (2017) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinde akademik başarıların, fen eğitime yönelik sorgulayan öğrenme becerileri algılarını, motivasyonlarını ve FeTeMM’e karşı tutumlarını, bilgilerin kalıcılığına olan etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma, 7. sınıf öğrencileri üzerinde yarı deneysel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmada, FeTeMM uygulamaları ve doğru öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve motivasyonlarına pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Alanyazın incelediğinde bütünsel FeTeMM eğitiminin öğrenciler üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her kademede, nicel, nitel ve karma yöntemlerle çalışmaların olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca incelenen çalışmalarda bütünsel FeTeMM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını, fen eğitime yönelik motivasyonlarını ve tutumlarını, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, meslek seçimlerine, eleştirel düşünme becerilerine etkisine yoğunlaştığı görülmektedir.

2.3. 5E ÖĞRETİM MODELİ

Şeremet, Kızılay ve Öner-Armağan (2022) çalışmasında 2010 yılından 2020’ye kadar yapılan araştırmaların fen bilimleri eğitiminde 5E modelinin, birkaç değişken ile birlikte bir öğretim modeline göre eğitilmesi üzerene tasarlandığı amaçlanmıştır. Bu çalışmaya 55 araştırma çerçevesinde yapılmıştır. Bu araştırmaların yıllara göre dağılımı, araştırmaların çeşidi, araştırma modelleri, örneklem türleri, örneklem sayısı, çalışmalarda elde edilen verilerin toplama araçları, çalışmaların analiz yöntemi ve konuları bakımından dağılımı incelendiği belirtilmiştir. Sonuç olarak 5E öğretim modelinin fen alanında kullanım sonucu ile

öğrencilerin tutumları ve akademik başarılarındaki değişimlerin sıklıkla araştırılan konular olduğu saptanmıştır.

Anıl ve Küçüközer (2015) çalışmasında yapılandırmacı teoriye dayanan 5E öğretim modeline ilişkin örnek bir öğretim tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmanın amacı; yapılandırmacı teoriye uygun olarak tasarlanan 5E Öğretim modeline ilişkin örnek bir öğretim modeli tasarlama ve uygulamasını sağlamaktır. Süreç içinde kullanılan; “öğrenme planı, “öğrenci kılavuzları”, “yansıtıcı günlükler” ve “anlam çözümleme tabloları”, Fizik ve Fen ve Teknoloji öğretmenlerinin öğrencilere kavramsal değişim seviyelerini belirleme fırsatını sunmuştur. Öğrenciler açısından ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak tecrübeler sunma bakımından önem arz etmektedir.

Saraç ve Bayrak (2017) çalışmasında, fen bilimleri öğretmeni ve sınıf öğretmen adayları ile yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayanan 5E modelinin aşamalarının anlaşılması ve seviyelerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada betimsel-tarama modelinin kullanıldığı belirtilmiştir ve Millî Eğitim Bakanlığı’nda çalışan 8 fen bilimleri öğretmeniyle devlet üniversitesinde son sınıfta okumakta olan 42 sınıf öğretmeni adayı katılmıştır. Katılımcılardan alınan ders planları ve etkinlikleri, “5E Modeline Göre Yapılan Ders Planı ve Etkinlikleri Rubrik Puanlama Formu” ile değerlendirilmiştir. Çalışman bulguları, öğretmen ve öğretmen adaylarının 5E modelini anlama düzeylerinde sorunlar olduğunu ve model içinde farklı yöntem ve teknikleri kullanmada zorluklar yaşadıkları gösterilmektedir.

Pabuççu vd. (2015) çalışmalarında da asit ve baz konusundaki kavramların yanlışlarını düzeltmede 5E öğretim modeline ve geleneksel yöntemlere göre tasarlanan laboratuvar uygulamalarını ve etkisini araştırmaktadır. Araştırmanın sonuçları, 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavramsal değişiminde anlamlı bir rol oynadığını belirlemektedir. Ayrıca çalışma, 5E modelinde derslerin tasarımına ilişkin yol gösterici bir nitelik taşımaktadır.

Bıyıklı ve Yağcı (2014) araştırmasında, dördüncü sınıf Fen ve Teknoloji dersinin 5E öğretim modeline göre düzenlenmesinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya göre kontrol grubu ön test ve son test deneysel deseni kullanıldığı belirtilmiştir. Deneyin kontrol grubunda 14 kız ve 16 erkek öğrenci deney grubunda ise 14 erkek ve 16 kız öğrenci yer almaktadır. Bulgular, 5E öğretim modeline göre düzenlenmiş öğretimin, öğrencilerin bütünsel ve alt becerilerinin gelişiminde ve kalıcılığında, mevcut programın eğitim durumlarından daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Avcı (2020) araştırmasında, müzik öğretmenlerinin derslerde kullandıkları materyallere katkı amacıyla ve ders süreçlerinin nasıl planlanabileceğini örnekleme önemlidir. Araştırmanın amacı, müzik derslerinde kullanılmak için tasarlanan kart oyununun 5E öğretim modeline göre

nasıl bir kullanımı olacağının aşamalarını anlatılması ve müzik öğretmenlerinin çalışmalarına öneri şeklinde sunulmasıdır. Çalışma sonucunda, müzik öğretmenlerine materyal ve 5E öğretim modelinde ders planlarının örnekleri sunulduğu belirtilmiştir. Müzik öğretmenlerinin ders planlama sürecini ve materyalleri aynı şekilde tasarlamalarını, her ders için aşamaları maddeler halinde yapılandırmaları önerilmiştir.

Önder (2011) adlı çalışmada, 6. sınıf fen ve teknoloji dersinin “Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” konularının yapılandırmacı 5E öğretim modeli ile öğretilmesinin öğrenci başarısına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, deney grubuna yapılandırmacı 5E öğretim modeliyle ders işlenirken, kontrol grubuna geleneksel öğretim yöntemleriyle dersi işlendiği belirtilmiştir. Örneklemi toplam 44 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Sonuçlar, yapılandırmacı 5E öğretim modelinin geleneksel yöntemle göre öğrencilerin başarı düzeylerini arttırmada daha etkili olduğunu göstermiştir.

Alanyazın incelediğinde 5E öğretim modelinin yapılandırmacı modelleri içeren çalışmalarla öğrenciler üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her kademede, nicel, nitel ve karma yöntemlerle çalışmaların olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca incelenen çalışmalarda 5E öğretim modelinin öğrencilerin tutumuna, akademik başarısına, yeni kavramlar geliştirmelerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölüm içerisinde yapılan araştırma modeli, araştırmanın grubu, verileri toplama aracı, veri toplanması ve veri analizleri hakkında bilgiler içermektedir.

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ

Bu araştırma, tek grup ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılarak tasarlanmıştır. Bu desende işlemin etkisi tek grup şeklinde yapılan çalışma ile test edilmiştir (Fraenkel vd., 2012: 978). Tek grup ön test-son test tasarımında, tek bir grup işlem öncesi ve sonrasında ölçüme tabi tutulmaktadır. Uygulanacak tasarımın bir diyagramı aşağıdaki gibidir (Bkz. Tablo 1).

O ₁	X	O ₂
Ön test (1. Hafta)	İşlem (2-9. Haftalar boyunca)	Son test (10. Hafta)

Tablo 1 : Araştırma Modelinin Tasarımı

Bu araştırma yöntemine uygun olarak işlem bağlamında 10 haftalık bir uygulama süreci 5E öğretim modeline göre tasarlanmıştır.

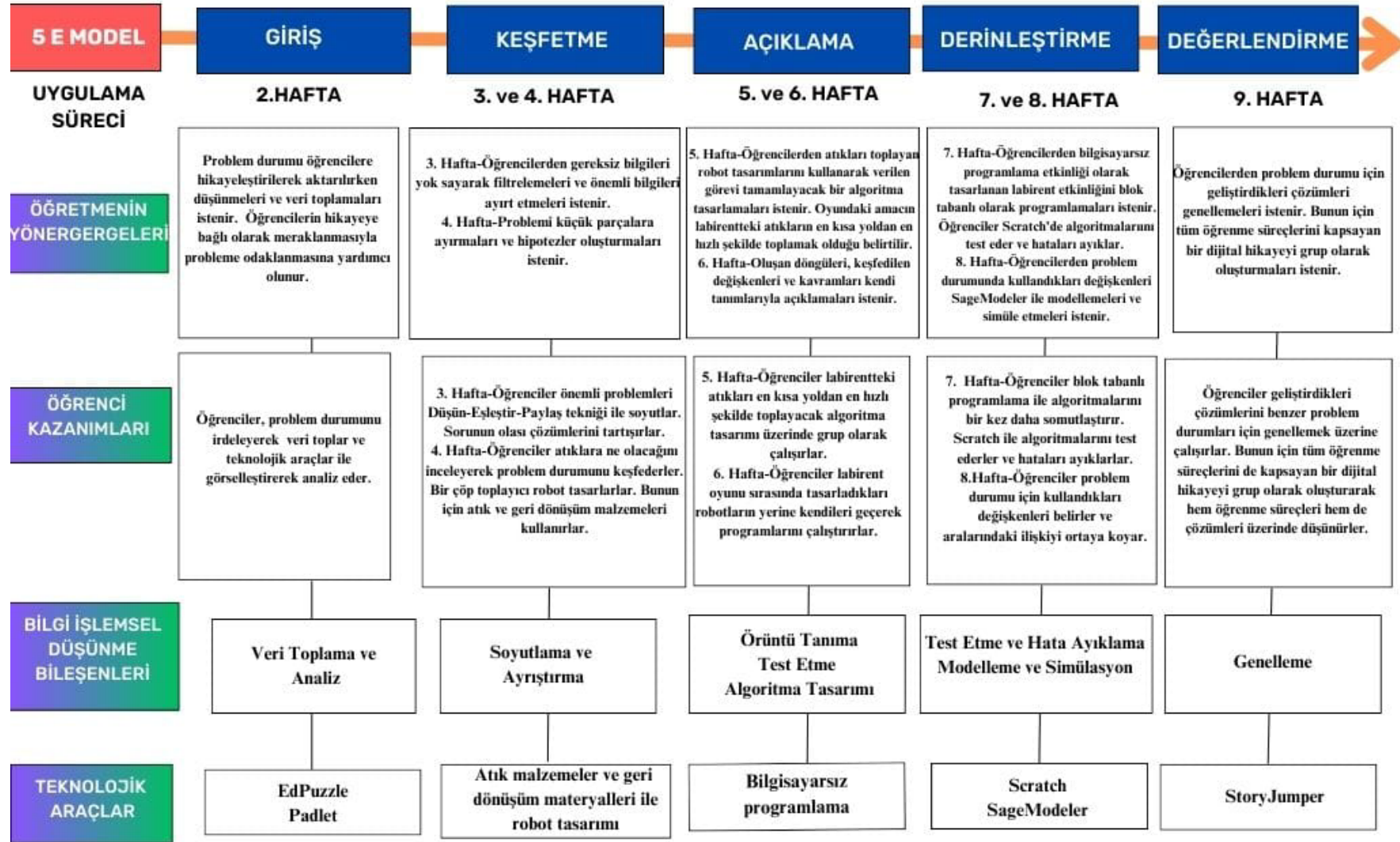
3.2. UYGULAMA SÜRECİ

Araştırmanın uygulama süreci ile ilgili genel çerçeve Şekil 2’de gösterilmiştir. Uygulama süreci üç temele dayanmaktadır: *bütünleşik FeTeMM eğitimi*, *bilgi işlemsel düşünme* ve *5E öğretim modeli*. Bütünleşik FeTeMM eğitimi, öğrencilerin disiplinlerarası bağlamda doğanın korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılmasına yönelik günlük yaşam problemlerini anlamaları, kavramaları ve çözüm geliştirmelerini sağlayacak biçimde içerik, pedagoji ve teknoloji bütünleştirilerek tasarlanmıştır. Araştırma bahar döneminde yapıldığı için söz konusu derslerin müfredatı ile paralel olarak sürdürülebilir kalkınma bilinci temel alınmıştır (bkz. Şekil 2). Sürdürülebilir kalkınma bilinci gelecek olan nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama imkanları ellerinden alınmadan günümüzdeki ihtiyaçlarını karşılamasıdır (Demirbaş, 2015: 306). Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla veri toplama ve analiz, soyutlama, ayrıştırma, algoritma tasarımı,

modelleme ve simülasyon ile test etme ve hata ayıklama bileşenlerini içeren bir süreç tasarlanmıştır.

Bilgi işlemsel düşünmenin bütünleşik FeTeMM eğitimine entegre edildiği bir öğrenme ve öğretme süreci tasarlamak için 5E öğretim modelinden yararlanılmıştır. Bu amaçla bütünleşik FeTeMM eğitimi için belirlenen içeriği temel alan bir beş aşamalı bir ders planı hazırlanmıştır. Bu ders planının çıkış noktası olan problem durumu şudur: Doğanın korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması amacıyla çevresel atıklar ile nasıl başa çıkabiliriz?

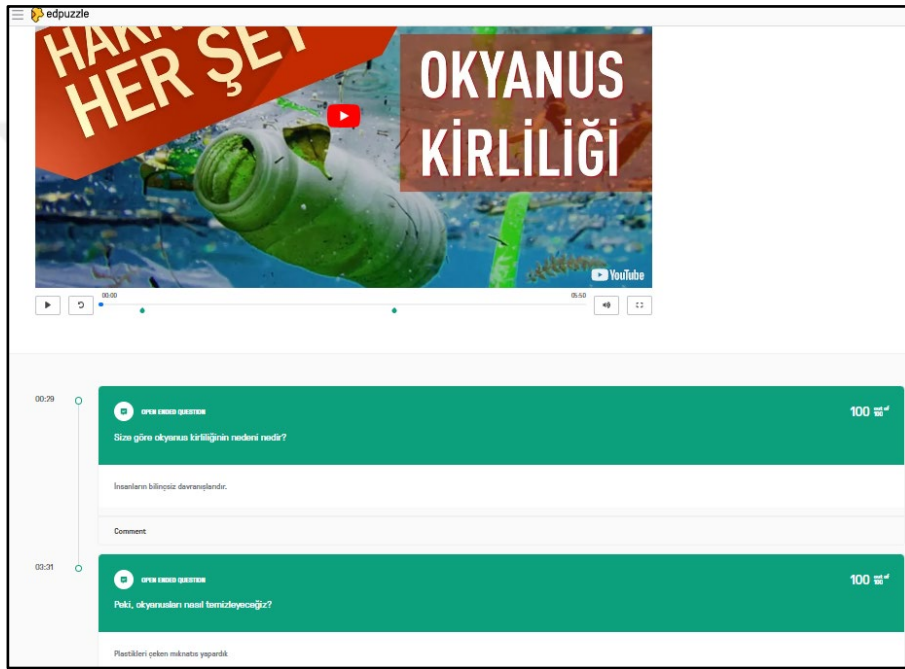
Bilgi işlemsel düşünmenin bileşenleri açısından süreç şöyle ilerlemiştir: Veri işleme ve analiz bileşeninde öğrenciler problem durumunu anlamak ve çözüm önerisi geliştirmek için çevre kirliliği, e-atık ve geri dönüşüm kavramına ilişkin ön bilgileri toplayıp analiz etmişlerdir. Soyutlama bileşeninde ise öğrenciler topladıkları bilgiler bağlamında karmaşıklığı azaltmak için ihtiyaç duyulmayan gereksiz bilgileri ayıklamışlar, önemli olan bilgileri filtrelemişlerdir. Ayırıştırma bileşeninde öğrenciler problem durumunu daha küçük, daha yönetilebilir parçalara ayırmışlardır. Algoritma tasarımı bileşeninde ise öğrenciler problem durumunu yönelik geliştirdikleri çözümler için algoritmalarını tasarlamışlardır. Bu amaçla öncelikle hazırlayacakları projelerin akış şemalarını oluşturmuşlardır. Örüntü tanıma bileşeninde öğrenciler geliştirdikleri çözümdeki örüntüleri tespit ederek döngüler oluşturmuşlardır. Modelleme bileşeninde problemin çözümünde kullanılacak olan robotların üç boyutlu maketlerden prototiplerini oluşturmuşlardır. Simülasyon bileşeninde ise tasarladıkları algoritmaları simüle etmişlerdir. Test etme ve hata ayıklama bileşeninde öğrenciler geliştirdikleri projeleri test etmişler ve hatalarını fark ederek bu hataları ayıklamışlardır.



Şekil 2 : Uygulama Süreci

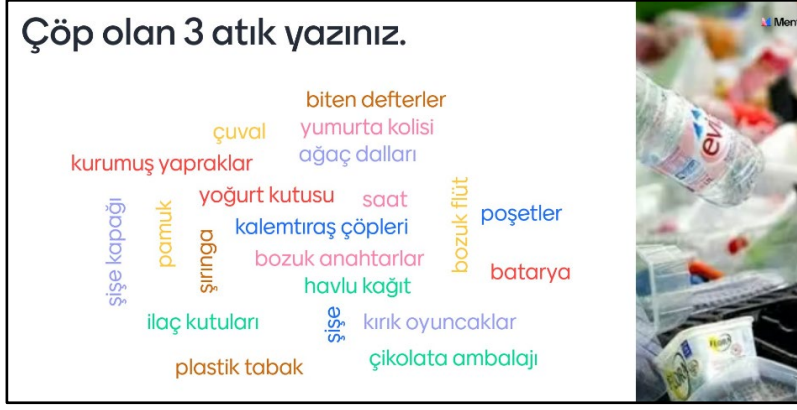
Uygulama yukarıda anlatılan temeller üzerinde gerçekleştirilerek ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi, FeTeMM'e yönelik tutumlarının ve motivasyonlarının arttırılması amaçlanmıştır. 5E modeli giriş, keşif yapma, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşmakta ve her aşama için tasarlanan etkinlikler Şekil 2'de sunulmaktadır.

Şekil 2'ye göre uygulama sürecinin birinci haftasında 4.sınıf öğrencilerine yapılacak uygulamalarla ilgili bilgi aktarımında bulunulmuş, öğrencilerin derse güdülenmesi sağlanmıştır. Ardından ön testler uygulanmıştır.



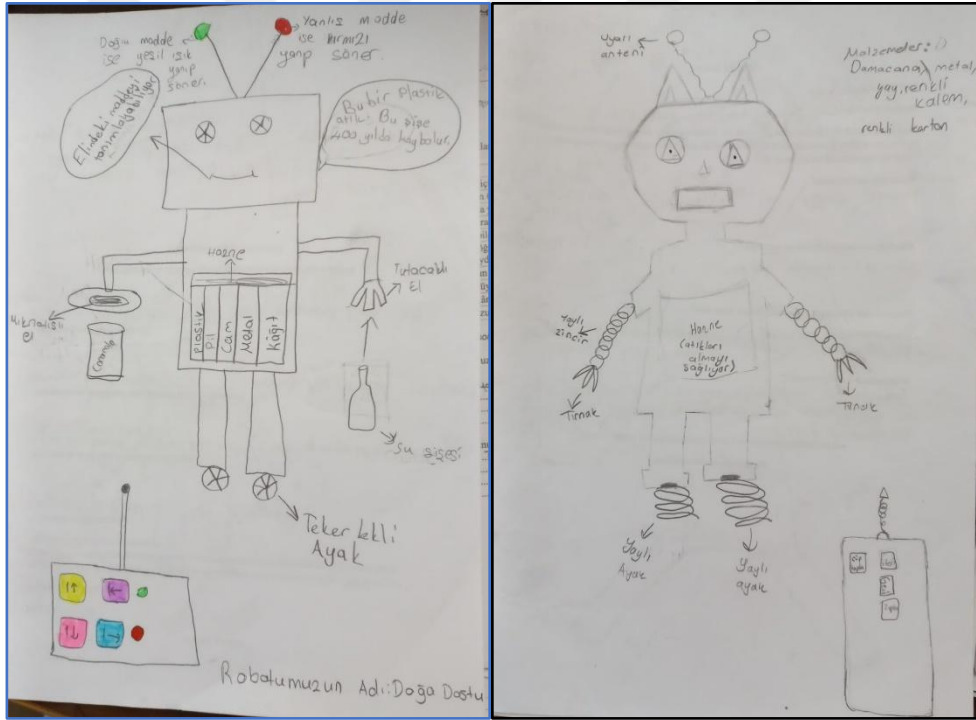
Şekil 3: EdPuzzle Yanıtları

İkinci hafta; ders başlangıcında tahtaya altı adet görsel asılmıştır ve devamlı olarak kullanılacak dört kişilik öğrenci grupları oluşturulmuştur. Öğrenciler tahtaya asılan görselleri incelemiş ve düşüncelerini Padlet uygulaması aracılığıyla yazmışlardır (bkz. Şekil 3). E-atık kavramına değinildikten sonra tüm gruplar konuya ilişkin verilen bir videoyu EdPuzzle aracılığıyla irdelemişlerdir.



Şekil 4: Çöp Olan Materyallere İlişkin Menti.com

Üçüncü hafta; 5E planının keşfetme aşamasında “Her atık çöp müdür?” sorusu sorulmuştur. Ardından öğrencilere dijital kod vererek Mentimeter uygulamasında “çöp olan üç atık ve çöp olmayan üç atık” yazmışlardır (bkz. Şekil 4).



Şekil 5: Robot Tasarımları

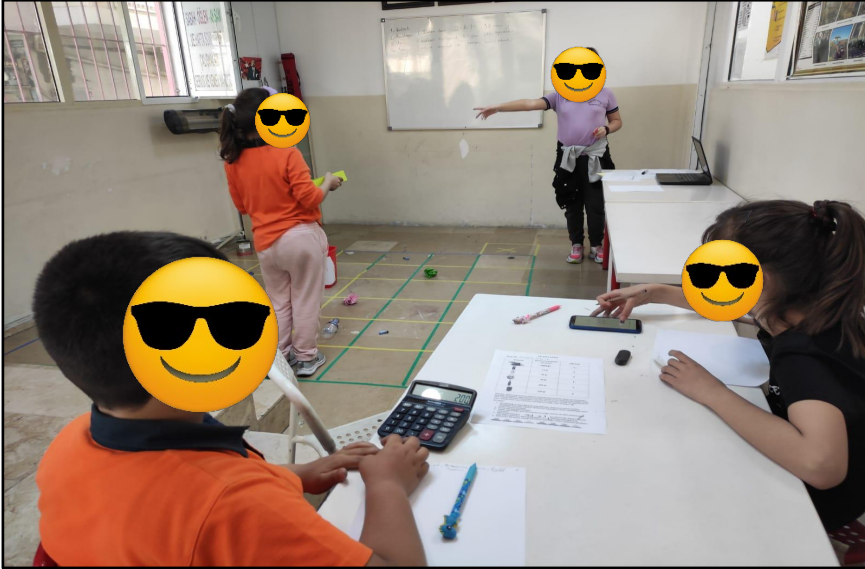
Dersin devamında her gruba bir görev kâğıdı verilmiştir. Düşün-eşleş-paylaş tekniğinin düşün aşamasında öğrencilere atıkların bulunduğu belirli bir alanı temizlemek için atık toplayıcı robot tasarımları istenmiştir. Robotun fiziksel özelliklerini, hareket türünü, atığı nasıl algıladığı, haznenin nerede ve nasıl olacağını detaylıca kâğıda aktarmaları istenmiştir (bkz. Şekil 5). Ardından öğrenciler eşleş aşamasına geçmiş ve grup sözcüsünü beş dakikalık süre içinde sağ tarafında bulunan gruba giderek fikir paylaşımlarında bulunmuşlardır. Süre sonunda

paylaş aşamasına geçilmiş ve kendi grubuna dönerek neleri farklı gördüğünü, kendi tasarımlarını nasıl geliştirdiklerini aktarmışlardır.



Şekil 6: Atık Malzemeler ile Robot Oluşturma

Dördüncü haftada, 5E öğretim modelinin keşfetme aşamasında, öğrenciler geri dönüştürülecek atık malzemeleri kullanarak bir önceki derste kâğıt üzerinde tasarladolşaro robotları hayata geçirmişlerdir (bkz. Şekil 6).

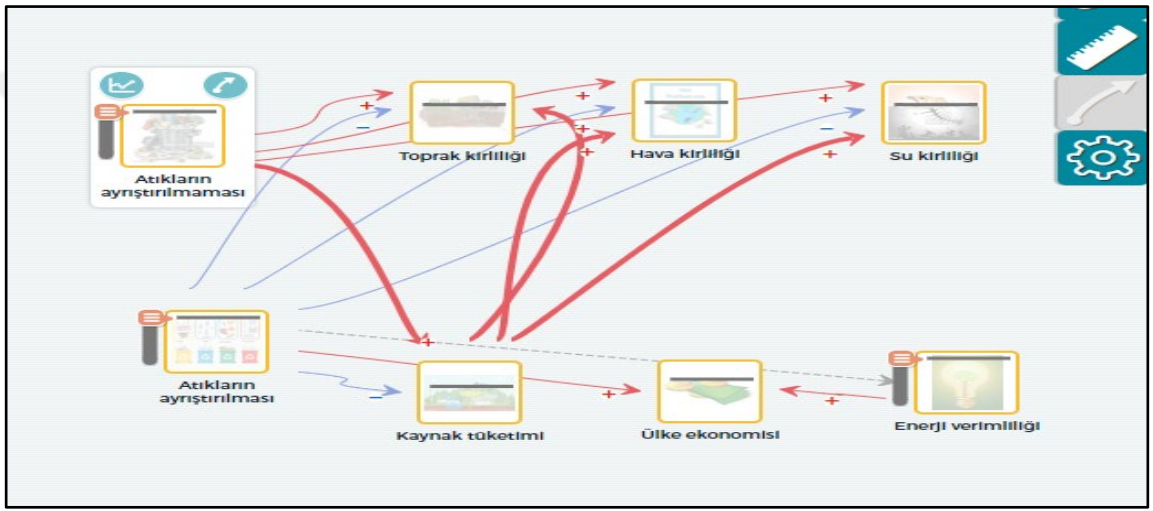


Şekil 7: Algoritmik Atık Toplama Labirenti Oyunu

Beşinci haftada bilgisayar olmadan etkinlik yapılmıştır. Etkinliğin amacı tüm atıkları en kısa sürede, en az adımla toplamaktır. Bu aşamada öğrenciler bilgi işlemsel düşünme becerileri kapsamında algoritmalarını tasarlamış ve algoritmalarını pseudo kodlar halinde yazıya dökmüşlerdir. Bu etkinlikte öğrencilere tasarladıkları robotların yerine kendilerinin geçeceği ve bu robotu yönlendiren kodlayıcı, yazıcı (adım/süre takipçisi) ve uyarıcı görevlerinin olacağını belirtilmiştir. Roller öğrenciler arasında dağıtılmıştır. Zeminde ders öncesinde renkli bantlar yardımıyla 6x6 matrisli 36 karelik kodlama alanı oluşturulmuş ve atık malzemeler çalışma

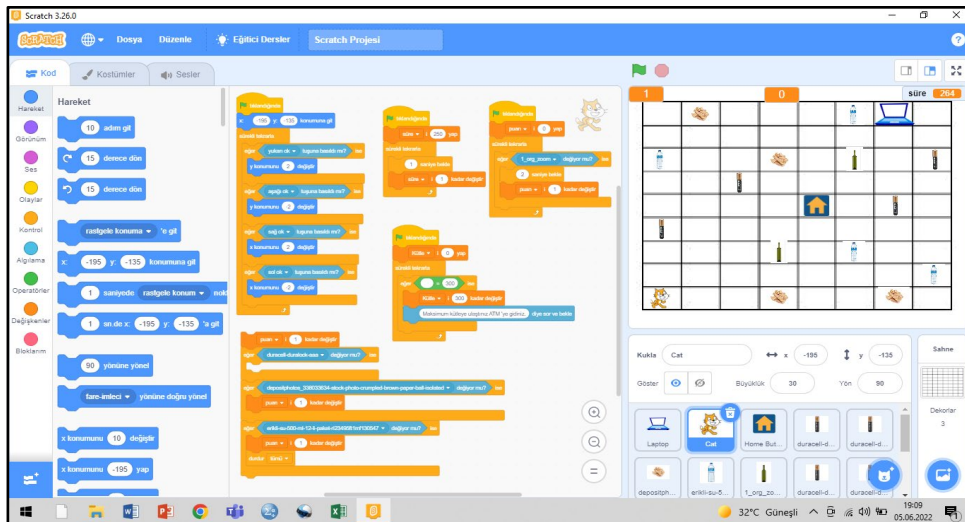
kağıdındaki sayılara uygun yerleştirilmiştir. Robot eline haznesini aldıktan sonra kodlayıcının yönlendirmesine uygun olarak hareket etmiş ve topladığı atıklar maksimum 300 gram olduğunda uyarıcı robotu atık toplama alanına (ATM) gitmesi konusunda uyarmıştır. Yazıcı ise ATM'ye gidip döndüğü adım sayısı dahil hesaplamış ve yazmıştır (bkz. Şekil 7).

Altıncı haftada, 5E öğretim modelinin açıklama aşamasında, her masaya 3 adet kare kod yerleştirilmiş olup kare kodlar içerisinde geri dönüşümle ilgili afişler yerleştirilmiştir. Her grup kare kodda yer alan afişleri inceledikten sonra tartışma aşamasına geçilmiştir ve öğretmen afişleri tahtaya da asmıştır. Atık, çöp, e-atık kavramları üzerine tartışma yapılmıştır. Tartışma sonunda öğretmen, öğrencilerin cevapları doğrultusunda kavramların açıklamalarını yapmıştır.



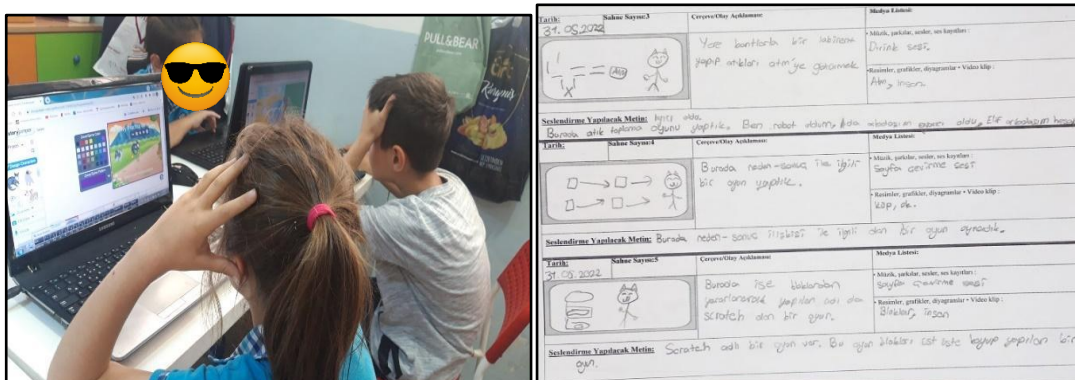
Şekil 8: SageModeler Uygulaması

Yedinci haftada, 5E öğretim modelinin açıklama aşamasında, çevre kirliliğinin nedenleri, oluşturabileceği sonuçları ve geri dönüşümün nasıl yapılacağı hakkında tartışmalar yapılmıştır. Tartışmaların çıktıları doğrultusunda birbiri ile ilişki olan kavramlar tahtaya yazılmıştır. Ardından bu durumun süregelmesinde artma veya azalma olduğu takdirde oluşabilecek sonuçlar tartışılmış ve ilişki kurma soruları ile SageModeler'ın mantığının kavratılması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Öğrencilerden SageModeler yazılımı ile çevre kirliliğinin nedenleri, oluşturabileceği sonuçları ve geri dönüşümün nasıl yapılacağı hakkında bir model geliştirmeleri ve simüle etmeleri istenmiştir (bkz. Şekil 8).



Şekil 9: Scratch Uygulaması

Sekizinci haftada 5E öğretim modelinin derinleştirme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada farklı materyal (çoklu ortam destekli uygulamalar vb.) kullanılması önemli (Saraç ve Bayrak, 2017: 79) olduğundan, keşfetme aşamasında somut olarak oynanan algoritmik robot oyununu öğrencilerin Scratch yazılımı ile blok tabanlı olarak programlamaları istenmiştir (bkz. Şekil 9). Öğrenciler oyunu tasarlarken dekor ve kuklaları belirlemiş, değişkenlerden adımsayar, puan, kütle, süreyi oluşturmuşlardır. Öğrenciler tasarladıkları algoritmalarını kodlarken, robot kuklanın atığın üzerine geldiğinde kaybolması, çalışma kağıdında yer alan atık kütlelerine uygun olarak değişkenlerde artışın sağlanması hususlarını dikkate almışlardır. Robot kukla 300 gramlık atık topladığında programdan “Maksimum kütleye ulaştınız, ATM ‘ye gitmelisiniz!” uyarısını vermesi istenmiştir. Öğrenciler tarafından yapılan çalışmalar esnasında “Robotun atıkları yerken boyutunun büyümesi” fikri ortaya atılmış ve denenmiştir. Scratch uygulamasının yapılmasında bilişim teknolojileri öğretmeninden yardım alınmıştır.



Şekil 10: Dijital Hikâye Oluşturulması

Dokuzuncu haftada ise 5E öğretim modelinin değerlendirme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öğrencilerden tüm ders planı sürecinde öğrendiklerini irdelemeleri ve yaşadıkları

öğrenme sürecini bir dijital hikâye olarak tasarlamaları istenmiştir (bkz. Şekil 10). Dijital hikâye; geleneksel hikâye anlatımı ile çoklu ortam teknolojilerinin sentezlenmesi olarak görülebilmektedir (Yılmaz vd., 2017: 1640). Resim, metin, animasyon, ses ve video benzeri bileşenlerin çeşitli yazılımlar aracılığıyla birleştirilerek çevrimiçi ortamlar ile erişimi sağlanabilmektedir. Dijital hikâye geliştirme süreci; yazmak, senaryolaştırmak, hikâye tahtası oluşturmak, çoklu ortam araçlarını kullanmak, dijital hikâyeyi oluşturmak ve sunum aşamaları içermektedir (Yılmaz vd., 2017: 1640). Onuncu ve son haftada ise genel değerlendirme yapılarak son testler uygulanmıştır.

Araştırmacı süreçte rehberlik görevi yapmış, öğrencilerin karşılaştıkları problemlere kendilerinin çözüm bulmaları konusunda onlara çeşitli sorular sorarak yönlendirmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri ile FeTeMM'e yönelik farkındalık kazanması için verileri doğru şekilde işlemeleri, ulaştığı bilgileri ayrıştırmaları, problem çözümlerine ilişkin algoritmalarını tasarlamaları, örüntüleri oluşturmaları ve prototip üretmeleri sağlanmıştır.

3.3 ARAŞTIRMA GRUBU

Çalışmanın grubunu 2021-2022 Bahar döneminde Özel Karabağlar İlk Çizgi Eğitim Kurumlarında öğrenim gören 4. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Çalışmaya katılan 4. sınıf düzeyindeki 29 öğrencilerinin 11'i erkek, 18'i kızdır. Çalışma esnasında Ö22 kodlu öğrenci devamsızlık sorunu ile çalışmadan çıkarılmıştır ve 28 öğrenci ile uygulama tamamlanmıştır. Araştırma grubu ile ilgili demografik veriler Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2: Araştırma Grubuna Ait Demografik Bilgiler

Değişken	Grup	N	%
Cinsiyet	Kız	17	58,6
	Erkek	11	37,9

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.4 Veri Toplama Araçları

Araştırma 2021-2022 eğitim ve öğretim yılının Bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. 5E öğretim modeline dayalı olarak tasarlanan bir öğrenme ve öğretme sürecinin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları, FeTeMM

motivasyonlarına etkisini incelemek amacıyla üç ölçme aracı uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilere uygulanmıştır. Ölçme araçları şunlardır:

1. Korkmaz vd. (2015) tarafından geliştirilmiş olan “Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği”
2. Güzey vd. (2014) tarafından geliştirilen ve Aydın, Saka ve Güzey (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan “FeTeMM Tutum Ölçeği”
3. Luo vd. (2019) tarafından geliştirilen ve Dönmez (2020) tarafından Türkçeye uyarlanan “FeTeMM Motivasyon Ölçeği”

Nicel veriler uygulama sürecinin başında ve sonunda yüz yüze olacak şekilde, öğrencilere yeterli süre tanınarak toplanmıştır.

3.4.1 Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği

Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği yaratıcılık, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme, işbirliklik ve problem çözme şeklinde beş alt faktörden oluşmaktadır. Ölçek beş dereceli Likert tipinde (1= Bana hiç uygun değil, 2=Bana pek uygun değil 3= Kararsızım, 4=Bana oldukça uygun, 5=Bana tamamen uygun) hazırlanmış olup 22 maddeden oluşmaktadır. Ölçeği geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı ise 0,809 olarak hesaplanmıştır. Faktörlere ilişkin Cronbach Alpha değerlerinin ise 0,640 ile 0,867 arasında değer almıştır.

Ölçeğin orijinal formu ortaokul öğrencilerine yönelik olarak geliştirilmiştir. Bu çalışmanın araştırma grubunu ilkökul öğrencileri oluşturduğu için ölçeğin geçerleme çalışması yapılmıştır. Ölçeğin geçerleme çalışması 3.4.4. Geçerleme Çalışmaları kısmında anlatılmıştır. Ölçek geçerleme çalışması yapıldıktan sonra araştırmada kullanılmıştır.

3.4.2 FeTeMM Tutum Ölçeği

FeTeMM Tutum Ölçeği FeTeMM’ in kişisel ve sosyal uygulamaları, fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme, matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ve teknolojinin kullanımı ve öğrenme olarak dört alt faktörden oluşmaktadır. Ölçekte, birinci faktörde 12 madde, ikinci faktörde on madde, üçüncü faktörde üç madde ve dördüncü faktörde üç madde bulunmaktadır. Beşli Likert tipinde olan ölçek “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde sıralanmaktadır. Ölçekteki alt faktörler için örnek maddeler aşağıda yer almaktadır:

- Kişisel ve sosyal uygulamaları: “*Mühendisliği öğrenmek için matematik ve fen alanında iyi olmam gerekir.*”
- Fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme: “*Fen öğrenmek aynı zamanda, matematik, teknoloji ve mühendisliği öğrenmeme yardımcı olur.*”
- Matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme: “*Matematik ile ilgili daha fazla ders almak isterim.*”
- Teknolojinin kullanımı ve öğrenme: “*Teknoloji kullanımını öğrenmekten hoşlanırım.*”

Ölçeği geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin güvenirlik analizine ilişkin hesaplanan değerler şunlardır. Ölçeğin tamamının güvenirlik katsayısı 0.94, FeTeMM’ in kişisel ve sosyal uygulamaları alt boyutunun güvenirlik katsayısı 0.91 dir. Fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme alt boyutunun güvenirlik katsayısı 0.86, matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme alt boyutunun güvenirlik katsayısı 0.80 ve teknoloji kullanımı ve öğrenme alt boyutunun güvenirlik katsayısı ise 0,79 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda uygun geçerlik ve güvenirlik düzeyine sahip olduğu belirlenen ölçekten alınabilecek en yüksek puan 140, en düşük puan ise 28’dir.

3.4.3 FeTeMM Motivasyon Ölçeği

FeTeMM Motivasyon Ölçeğinde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik olmak üzere dört alt faktörden ve 25 maddeden oluşmaktadır. Ölçeği geliştiren araştırmacılar tarafından ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,84 olarak hesaplanmıştır. Bilim boyutunda güvenirlik katsayısı 0,69 olarak hesaplanmıştır. Teknoloji boyutunda güvenirlik katsayısının 0,75, mühendislik boyutunda güvenirlik katsayısının 0,72, matematik boyutunda güvenirlik katsayısının 0,80 olduğu belirlenmiştir. Tüm boyutlar açısından güvenirlik katsayısının 0.70 ve üzerinde olması ölçeğin güvenirliğinin yeterli düzeyde olduğu ifade edilebilmektedir (Büyüköztürk, 2011: 4). Matematik ve bilim boyutlarında ise güvenirlik katsayısı 0.70’e çok yakın olduğu görülmektedir.

Ölçeğin orijinal formu ortaokul öğrencilerine yönelik olarak geliştirilmiştir. Bu çalışmanın araştırma grubunu ilkökul öğrencileri oluşturduğu için ölçeğin geçerleme çalışması yapılmıştır. Ölçeğin geçerleme çalışması 3.4.4. Geçerleme Çalışmaları kısmında anlatılmıştır. Ölçek geçerleme çalışması yapıldıktan sonra araştırmada kullanılmıştır.

3.4.4. Geçerleme Çalışması

Geçerleme çalışmalarına uzman görüşleri alınarak başlanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi alanı ile temel eğitim alanında uzman ikişer kişiye, yani toplamda dört uzmana incelenmek üzere gönderilmiştir. Uzmanlardan ölçek maddelerinin ilkökul seviyesi göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi istenmiştir. Uzmanlardan gelen görüşler incelenerek ölçek maddelerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. FeTeMM motivasyon ölçeği ise FeTeMM eğitimi alanı ile temel eğitim alanında uzman ikişer kişiye, yani toplamda dört uzmana incelenmek üzere gönderilmiştir. Uzmanlardan ölçek maddelerinin ilkökul seviyesi göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi istenmiştir. Uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda ölçeğin kapsam geçerliliği açısından yeterli olduğu saptanmıştır. Ardından her iki ölçek 275 ilkökul öğrencisine uygulanmıştır.

Öncelikle veri setinin tek değişkenli ve çok değişkenli normallik varsayımlarını karşılayıp karşılamadığı incelenmiştir. Alanyazında açıklayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) için çarpıklık değerleri için ± 3 ; basıklık değerleri için ± 10 kriteri kullanılmaktadır (Kline, 2005: 95). Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği maddelerine ait çarpıklık değerlerinin -2,060 ile 1,075 arasında, basıklık değerlerinin ise -0,573 ile 3,990 arasında değiştiği bulunmuştur. FeTeMM motivasyon ölçeği maddelerine ait çarpıklık değerlerinin -1,230 ile 0,927 arasında, basıklık değerlerinin ise -1,318 ile 0,560 arasında değiştiği bulunmuştur. Buna göre veri setinin tek değişkenli normallik varsayımını sağladığı tespit edilmiştir.

Yanı sıra çok değişkenli normalliğin test edilebilmesi açısından Mardia çok değişkenli Kurtosis testi kullanılmıştır (Mardia, 1970: 525). Mardia çok değişkenli Kurtosis testi bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği için 25,36 olarak, FeTeMM motivasyon ölçeği için 11,84 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan Mardia değerinin, p ölçme aracındaki madde sayısını belirtmek üzere $p*(p+2)$ formülü ile elde edilen değer altında çıkması gerekmektedir (Raykov ve Marcoulides, 2008: 85). Bu formüle göre bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği (22 madde) için elde edilen değer 528, FeTeMM motivasyon ölçeği (25 madde) için elde edilen değer 675'dir. Her iki ölçek için Mardia değerleri bu değerlerin altındadır. Veri seti çok değişkenli normallik varsayımını sağlamıştır.

Harrington (2009: 10)'a göre; "Hem AFA hem de DFA ortak faktör modeline dayalıdır, dolayısıyla matematiksel olarak ilgili prosedürlerdir. AFA, bir ölçeğin geliştirilmesi sırasında keşfedici bir ilk adım olarak kullanılabilir ve ardından DFA, AFA'da tanımlanan yapının yeni bir örnekleme işe yarayıp yaramadığını incelemek için ikinci bir adım olarak kullanılabilir.

Başka bir deyişle, AFA’da tanımlanan faktör yapısını doğrulamak için DFA kullanılabilir. EFA’dan farklı olarak DFA, test edilecek modelin tüm yönlerinin önceden belirlenmesini gerektirir ve veriye dayalı olmaktan çok teoriye dayalıdır. Çok güçlü bir teorik çerçeve ile yeni bir ölçüm geliştiriliyorsa, ilk AFA adımını atlamak ve doğrudan DFA’ya geçmek mümkün olabilir.” Bu nedenlerle ölçeklerin yapı geçerliğini incelemek amacıyla veri seti üzerinde her iki ölçek için ayrı ayrı DFA yapılmıştır.

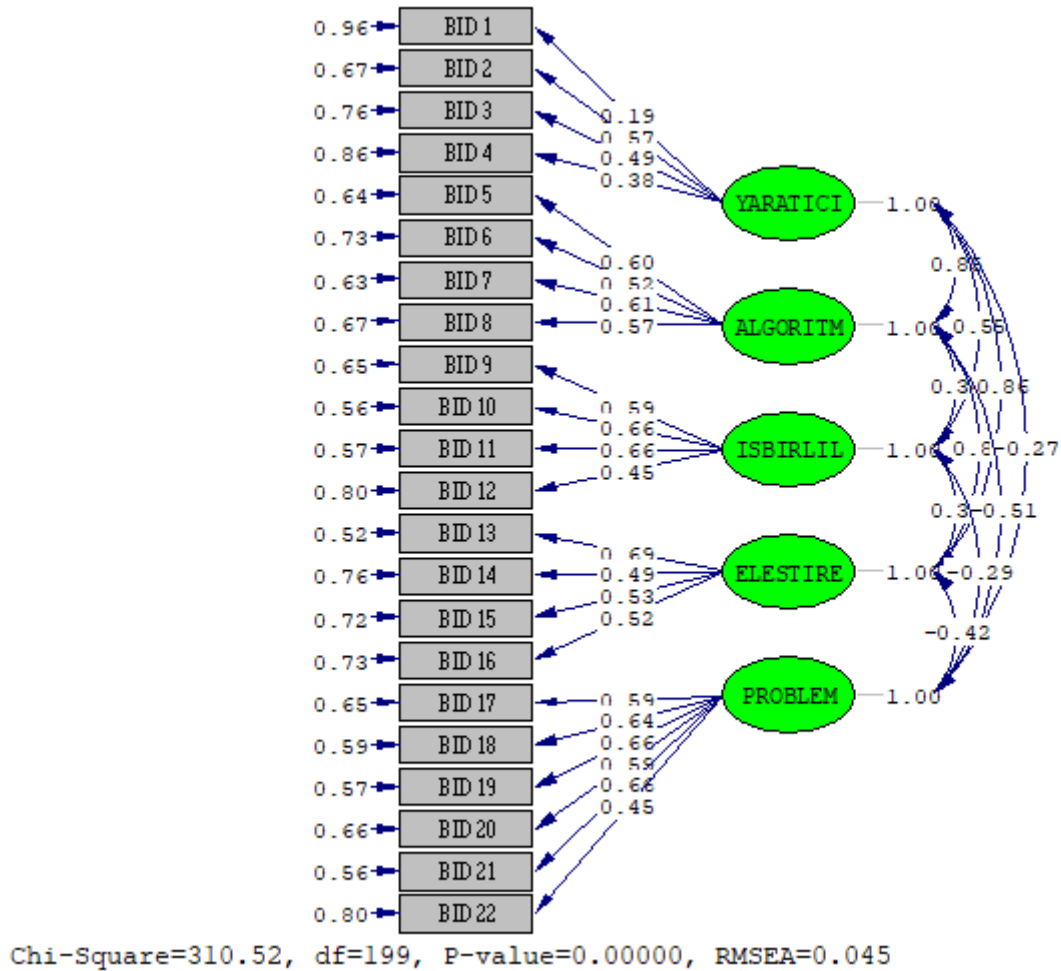
Verilerin DFA’ya uygunluğunu belirlemek için örneklem uygunluk ölçüsü Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve küresellik testi Bartlett’s Test of Sphericity analizleri kullanılmıştır. Buna göre bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği için KMO değeri (0,811) ve Bartlett’s Test of Sphericity (1402,663) değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<.000$). FeTeMM motivasyon ölçeği için KMO değeri (0,836) ve Bartlett’s Test of Sphericity (1932,505) değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<.000$). Her iki ölçek için değerler DFA yapılabileceğinin yapılabileceğinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2007).

DFA için LISREL 8.7 istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. DFA’da modelin verilere uyumunu değerlendirmek için çeşitli uyum indeksleri kullanılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği için 22 madde üzerinden yapılan analiz sonucunda yaklaşımın ortalama karekök hatası (root mean square error of approximation- RMSEA) değeri 0,045 olarak bulunmuştur. FeTeMM motivasyon ölçeği için 25 madde üzerinden yapılan analiz sonucunda RMSEA değeri 0,073 olarak bulunmuştur. Alanyazında RMSEA değerinin .05 olması modelin iyi bir uyum gösterdiğini, .05 ve .08 arasında kabul edilebilir olduğunu ve .08’den yukarısının ise zayıf uyum gösterdiği ifade edilmektedir (Hu ve Bentler, 1999: 85).

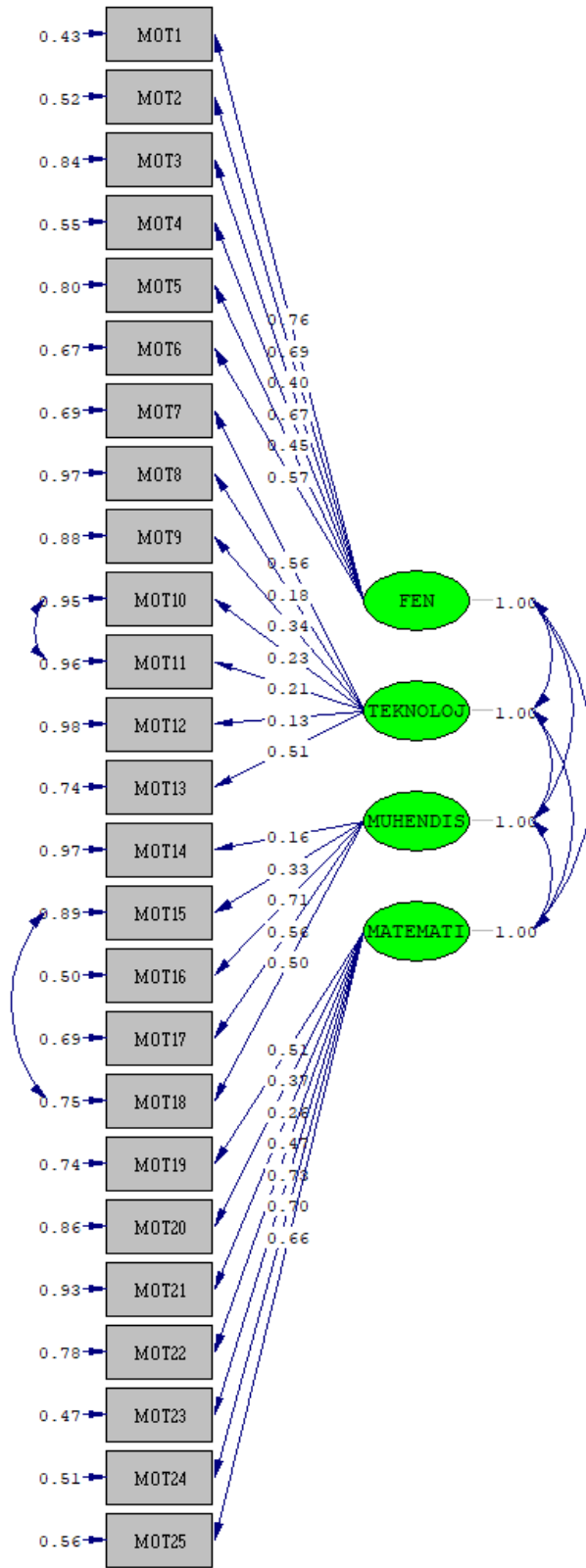
DFA sonunda bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği için elde edilen değerler. [ki-kare uyum iyiliği testi (199, N=275) =310,52 $p<0,00$, RMSEA=0,045, S-RMR=0,054, NFI=0,88, NNFI=0,94, CFI=0,95, GFI=0,91, AGFI=0,88] incelendiğinde uyum indeksleri kabul edilebilir aralıklarda elde edilmiştir. FeTeMM motivasyon ölçeği için elde edilen değerler [ki-kare uyum iyiliği testi (267, N=275) =656,67 $p<0,00$, RMSEA=0,073, S-RMR=0,075, NFI=0,85, NNFI=0,89, CFI=0,91, GFI=0,84, AGFI=0,80] incelendiğinde uyum indeksleri kabul edilebilir aralıklarda elde edilmiştir. Ayrıca ki-kare/sd oranı bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği için 1,56, FeTeMM motivasyon ölçeği için 2,46 olmak üzere 3’ten küçük olarak hesaplanmıştır (Schermelleh-Engel vd., 2003). Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar) Şekil 11’de verilmiştir. FeTeMM motivasyon ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar) Şekil 12’de verilmiştir.

22 maddeden oluşturulan bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,624 olarak hesaplanmıştır. Faktör puanlarına göre Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı yaratıcılık için $\alpha=0,465$, algoritmik düşünme için $\alpha=0,665$, işbirlik için $\alpha=0,677$, eleştirel düşünme için $\alpha=0,641$ ve problem çözme için $\alpha=0,766$ olarak hesaplanmıştır.

25 maddeden oluşan FeTeMM motivasyon ölçeğinin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,850 olarak hesaplanmıştır. Faktör puanlarına göre Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı fen için $\alpha=0,764$, teknoloji için $\alpha=0,482$, mühendislik için $\alpha=0,629$ ve matematik için $\alpha=0,728$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 11: Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar)



Chi-Square=656.67, df=267, P-value=0.00000, RMSEA=0.073

Şekil 12: FeTeMM motivasyon ölçeği birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi bağlantı diyagramı (standart katsayılar)

Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin ilkokul düzeyine geçerlenmiş hali ekte sunulmuştur (Bkz EK 2).

3.5. VERİLERİN TOPLANMASI

Araştırmada öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları, FeTeMM motivasyonlarına yönelik nicel veriler uygulama öncesi ve sonrasında olmak üzere iki kez toplanmıştır.

3.6. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde ön test ve son test ortalamalar arası farkın anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Yapılacak analizin parametrik mi non-parametrik mi olduğuna karar verilebilmek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığı incelenmiştir. Bu amaçla basıklık ve çarpıklık katsayıları incelenmiş ve araştırma grubu 30 kişiden az olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2020: 4). Ölçeklerin ön test ve son test ölçümlerine ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Ön Test ve Son Test Verilerine İlişkin Çarpıklık ve Basıklık Değerleri

Ölçek	Alt Faktör	Test	N	Çarpıklık	Basıklık
Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	Yaratıcılık	Ön Test	28	-0,15	-1,02
		Son Test	28	-0,28	-1,24
	Algoritmik Düşünme	Ön Test	28	-0,44	-0,03
		Son Test	28	-0,79	0,32
	Eleştirel Düşünme	Ön Test	28	-0,58	-0,06
		Son Test	28	-0,91	0,271
	Problem Çözme	Ön Test	28	-0,17	-0,75
		Son Test	28	0,95	1,40
	İşbirliklik	Ön Test	28	-0,53	-1,22
		Son Test	28	-0,99	0,43
	Toplam	Ön Test	28	0,23	-1,25
		Son Test	28	-0,46	-0,63
FeTeMM Tutumu	Kişisel Öğrenme	Ön Test	28	-0,21	0,61
		Son Test	28	-0,59	-0,98
	Fen Öğrenme	Ön Test	28	-0,35	-0,44

Ölçek	Alt Faktör	Test	N	Çarpıklık	Basıklık
FeTeMM Motivasyonu	Matematik	Son Test	28	2,85	1,81
		Ön Test	28	-0,87	0,20
		Son Test	28	-1,00	0,64
		Ön Test	28	-0,71	-0,98
		Son Test	28	-2,74	9,91
	Toplam	Ön Test	28	-0,05	-0,45
		Son Test	28	0,24	2,06
	Bilim	Ön Test	28	-0,39	0,13
		Son Test	28	0,17	-0,46
	Teknoloji	Ön Test	28	-0,27	-0,13
		Son Test	28	-1,12	1,89
	Mühendislik	Ön Test	28	-0,02	-1,05
		Son Test	28	-1,12	1,62
	Matematik	Ön Test	28	-0,15	0,06
		Son Test	28	-0,42	-0,04
	Toplam	Ön Test	28	0,10	-0,22
		Son Test	28	0,30	-1,00

Tablo 3'e göre bilgi işlemsel düşünme becerileri ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde ön teste ait çarpıklık kat sayılarının -0,58 ile -0,15 arasında değiştiği. Basıklık kat sayılarının ise -1,22 ile -0,03 değiştiği; son test incelendiğinde ise çarpıklık kat sayılarının -0,99 ile 0,95 arasında değiştiği; basıklık kat sayılarının ise -1,24 ile 1,40 arasında değiştiği görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme ölçeğinin toplam puanlarına bakıldığında ön test puanlarındaki çarpıklık kat sayısı 0,23; basıklık kat sayısı-1,25 iken son test puanlarına göre çarpıklık kat sayısı -0,46; basıklık kat sayısı -0,63 olduğu görülmüştür.

Tablo 3'te yer alan FeTeMM tutumu ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde ön teste ait çarpıklık kat sayılarının -0,87 ile -0,21 arasında değiştiği. Basıklık kat sayılarının ise -0,98 ile 0,61 değiştiği; son test incelendiğinde ise çarpıklık kat sayılarının -2,74 ile 2,85 arasında değiştiği; basıklık kat sayılarının ise -0,98 ile 9,91 arasında değiştiği görülmektedir. FeTeMM tutum ölçeğinin toplam puanlarına

bakıldığında ön test puanlarındaki çarpıklık kat sayısı -0,05; basıklık kat sayısı -0,45 iken son test puanlarına göre çarpıklık kat sayısı 0,24; basıklık kat sayısı 2,06 olduğu görülmüştür.

Tablo 3'te yer alan FeTeMM motivasyon ölçeğinin alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık kat sayıları incelendiğinde ön teste ait çarpıklık kat sayılarının -0,39 ile -0,02 arasında değiştiği; basıklık kat sayılarının ise -1,05 ile 0,13 arasında değiştiği; son test incelendiğinde ise çarpıklık kat sayılarının -1,12 ile 0,17 arasında değiştiği; basıklık kat sayılarının ise -0,46 ile 1,89 arasında değiştiği görülmektedir. FeTeMM motivasyon ölçeğinin toplam puanlarına bakıldığında ön test puanlarındaki çarpıklık kat sayısı 0,10; basıklık kat sayısı -0,22 iken son test puanlarına göre çarpıklık kat sayısı 0,30; basıklık kat sayısı -1,00 olduğu görülmüştür.

Bu verilere dayanarak bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyi ölçeğinde algoritmik düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme alt boyutlarının; FeTeMM Tutumu ölçeğinde görülmektedir. Matematik öğrenme, kişisel öğrenme alt boyutlarının; FeTeMM Motivasyon ölçeğinde ise bilim ve matematik alt boyutlarının ön test ve son test puanlarının çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1 ile +1 arasında olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra bilgi işlemsel düşünme ölçeğinde yaratıcılık ve problem çözme alt boyutunun son testlerinde; FeTeMM Tutum Ölçeğinde fen öğrenme ve teknoloji alt boyutlarının son testlerinde; FeTeMM Motivasyon Ölçeğinde ise teknoloji kullanımı ve fen öğrenme alt boyutlarının son testlerinde çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1 ile +1 arasında olmadığı saptanmıştır. Ayrıca ön test ve son test puanlarının uygulanan tüm ölçeklerde normal dağılım gösterip göstermediğini analiz etmek için Shapiro-Wilk Testi kullanılmıştır.

Tablo 4: Ön Test ve Son Test Verilerinin Normallik Sonuçlarına ilişkin Shapiro-Wilk Testi Bulguları

		Shapiro-Wilk				
		Alt Faktörler	Testler	İstatistik	sd	p
Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Düzeyi	Yaratıcılık	Ön Test	0,93	28	0,08	
		Son Test	0,90	28	0,01	
	Algoritmik Düşünme	Ön Test	0,96	28	0,26	
		Son Test	0,90	28	0,01	
	İşbirliklik	Ön Test	0,87	28	0,00	
		Son Test	0,88	28	0,00	
	Eleştirel Düşünme	Ön Test	0,95	28	0,18	
		Son Test	0,89	28	0,01	

Shapiro-Wilk					
	Alt Faktörler	Testler	İstatistik	sd	p
FeTeMM Tutumu	Problem	Ön Test	0,95	28	0,20
	Çözme	Son Test	0,92	28	0,04
	Toplam	Ön Test	0,93	28	0,08
		Son Test	0,96	28	0,26
	Kişisel	Ön Test	0,95	28	0,16
	Öğrenme	Son Test	0,88	28	0,06
	Fen	Ön Test	0,96	28	0,32
	Öğrenme	Son Test	0,71	28	0,00
	Matematik	Ön Test	0,88	28	0,00
	Öğrenme	Son Test	0,87	28	0,00
	Teknoloji	Ön Test	0,83	28	0,00
	Kullanımı	Son Test	0,66	28	0,00
	Toplam	Ön Test	0,98	28	0,71
		Son Test	0,92	28	0,04
	Bilim	Ön Test	0,97	28	0,67
		Son Test	0,98	28	0,84
FeTeMM Motivasyonu	Teknoloji	Ön Test	0,96	28	0,71
		Son Test	0,93	28	0,05
	Mühendislik	Ön Test	0,95	28	0,21
		Son Test	0,90	28	0,01
	Matematik	Ön Test	0,98	28	0,84
		Son Test	0,95	28	0,18
	Toplam	Ön Test	0,95	28	0,19
		Son Test	0,98	28	0,89

Tablo 4 incelendiğinde bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyi ölçeği, FeTeMM tutum ölçeği ve FeTeMM Motivasyonu ölçeğinin alt boyutları ile birlikte normal dağılmadığı tespit edilmiş olup non-parametrik testler aracılığıyla veriler analiz edilmiştir.

Verilerin analizinde betimsel istatistikler, Wilcoxon işaretli sıralar testi ve FeTeMM Tutum ve FeTeMM Motivasyon Ölçeklerinden elde edilen ön test ve son test puanları arasındaki ilişkileri saptamak için Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde, verilerin analizinin sonucu ile ortaya çıkan bulgular alt problemlerin sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

4.1. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ NEDİR?

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin; bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeğinden alınan toplam puanlar ve ölçeğin alt faktörlerinden elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistikler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Faktörler	Test	N	Min	Mak	Ortalama	ss
Yaratıcılık	Ön Test	28	12,00	20,00	16,57	2,51
	Son Test		15,00	20,00	17,85	1,71
Algoritmik	Ön Test	28	6,00	20,00	15,00	3,53
	Son Test		12,00	20,00	17,28	2,07
İşbirliklik	Ön Test	28	10,00	20,00	16,35	3,36
	Son Test		12,00	20,00	17,60	2,23
Eleştirel	Ön Test	28	7,00	20,00	14,53	3,47
	Son Test		11,00	20,00	17,46	2,45
Problem	Ön Test	28	10,00	25,00	16,60	4,36
	Son Test		15,00	30,00	25,28	3,43

Faktörler	Test	N	Min	Mak	Ortalama	ss
Toplam Puan	Ön Test	28	64,00	95,00	79,07	9,47
	Son Test	28	76,00	109,00	95,50	8,50

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 5'e göre ilköğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri düzeyleri; yaratıcılık ön testi için ortalama 16,57 ve son test için ortalama 17,85; algoritmik düşünme ön testi için 15,00 ve son test için 17,28; işbirliklik ön testi için 16,35 ve son test için 17,60; eleştirel düşünme ön testi için 14,53 ve son testi için 17,46; problem çözme ön testi için ortalama 16,60 iken son testi ise 25,28'dir. Ölçekten alınan toplam puanlar için ön teste ilişkin ortalama 79,07 ve son teste ilişkin ortalama ise 95,50'dir.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Bilgi İşlemsel Düşünme Beceriler Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	1	5,00	5,00		
Pozitif Sıra	27	14,85	401,00	-4,510	0,000
Eşit Sıra	0				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 6'ya göre uygulamaya katılan ilköğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z=-4,510$, $p<,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilköğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimine etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,61 olarak hesaplanmıştır. Kılıç (2014) Cohen's d etki büyüklüğü değerinin 0,2'den küçük olması durumunda zayıf, 0,5 olması halinde orta ve 0,8'den büyük olması durumunda ise kuvvetli etki büyüklüğü olarak tanımlanabileceğini belirtmektedir. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

İlkokul öğrencilerinde bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin beş alt faktör (1) yaratıcılık, (2) algoritmik düşünme, (3) işbirliklik, (4) eleştirel düşünme ve (5) problem çözme için ilkökul öğrencilerinin ön test ve son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analize ilişkin sonuçlar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

4.1.1. Yaratıcılık

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden yaratıcılık faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin yaratıcılık faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin yaratıcılık faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden yaratıcılık faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Yaratıcılık Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	8	6,69	53,50	-2,386	0,017
Pozitif Sıra	14	14,25	199,50		
Eşit Sıra	7				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 7’ye göre uygulamaya katılan öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z=-2,38$, $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu

görülmektedir. Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden yaratıcılık becerilerinin gelişimine etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,60 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisinde yaratıcılık faktörü üzerinde orta düzey bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.1.2. Algoritmik Düşünme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden algoritmik düşünme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin algoritmik düşünme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin algoritmik düşünme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden algoritmik düşünme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Algoritmik Düşünme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	6	5,58	33,50		
Pozitif Sıra	18	14,81	266,50	-3,348	0,001
Eşit Sıra	4				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 8 'e göre uygulamaya katılan ilkökul öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın çıktığı gözlenmektedir ($z=-3,348$, $p<,05$). Fark puanlarını sıra ortalaması ve toplamaları incelendiğinde, gözlenen bu fark ile pozitif sıralar yani son test puanı

lehinde çıktığı gözlenmektedir. Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden algoritmik düşünme becerilerinin gelişimine etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,78 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisinde algoritmik düşünme faktörü üstünde orta düzey bir etkisinin meydana geldiği söylenebilmektedir (Cohen, 1988, s.82).

4.1.3. İşbirlik

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden işbirlik faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin işbirlik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin işbirlik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden işbirlik faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 9'da verilmiştir

Tablo 9: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin İşbirlik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	8	10,06	80,50		
Pozitif Sıra	14	12,32	172,50	-1,501	0,133
Eşit Sıra	6				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 9'da görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde işbirlik faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı

değişiklik olmadığı görülmektedir ($z=-1,501$, $p>0,05$). Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden işbirlik becerilerinin gelişimine bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

4.1.4. Eleştirel Düşünme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden eleştirel düşünme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin eleştirel düşünme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin eleştirel düşünme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden eleştirel düşünme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Eleştirel Düşünme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	4	6,00	24,00		
Pozitif Sıra	20	13,80	276,00	-3,61	0,00
Eşit Sıra	4				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 10'da görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde eleştirel düşünme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı değişiklik olduğu görülmektedir ($z=-3,61$; $p<0,05$).

Bu doğrultuda bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinde bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki eleştirel düşünme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında

anlamli fark olduğu belirtilebilir. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları incelendiğinde, görülen farkın pozitif olduğu sıralar yani son test puanı yönünde çıktığı gözlenmektedir. Konu bağlamında, tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,97 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisinde eleştirel düşünme faktörü üzerinde yüksek düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.1.5. Problem Çözme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden problem çözme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin problem çözme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ilişkin problem çözme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden problem çözme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11: Uygulama Öncesi ve Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Ölçeğinin Problem Çözme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	2	3,00	6,00		
Pozitif Sıra	26	15,38	400,00	-4,490	0,000
Eşit Sıra	0				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 11'e göre uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki problem çözme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=-4,490$, $p<0,05$). Bu doğrultuda bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinde bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki problem çözme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark olduğu belirtilebilir. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı yönünde çıktığı gözlenmektedir. Bu bağlamda tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden problem çözme becerilerinin gelişimine etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,70 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisinde problem çözme faktörü üzerinde orta düzeyde bir etkisinin olduğu söylenebilmektedir (Cohen, 1988: 82).

Kısaca bilgi işlemsel düşünme beceri ölçeğinde tanımlanan beş alt faktörü (1) yaratıcılık, (2) algoritmik düşünme, (3) işbirlik, (4) eleştirel düşünme ve (5) problem çözme için ilkokul öğrencilerinin ön test ve son test puanları incelendiğinde işbirlik faktörü haricinde anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. İş birliği faktöründe ise ön test ve son test puanlarının farklılaşmadığı belirlenmiştir.

4.2. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN FETEMM TUTUMLARINA ETKİSİ NEDİR?

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

FeTeMM Tutum ölçeğinden alınan toplam puanlar ve ölçeğin alt faktörlerinden elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistikleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12: FeTeMM Tutumu Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Alt Faktörler	Test	N	Min	Mak	Ortalama	Ss
FeTeMM in kişisel ve sosyal uygulamaları	Ön Test	28	31,00	60,00	48,96	6,80
	Son Test		49,00	60,00	56,17	3,42
Fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme	Ön Test	28	26,00	50,00	40,07	6,44
	Son Test		32,00	81,00	45,57	8,25
Matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme	Ön Test	28	4,00	15,00	11,96	3,01
	Son Test		8,00	15,00	13,07	1,92
Teknoloji kullanımı ve öğrenme	Ön Test	28	8,00	15,00	12,64	2,49
	Son Test		5,00	15,00	13,64	2,11
Toplam	Ön Test	28	81,00	140,00	113,64	14,85
	Son Test		101,00	163,00	128,46	11,79

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 12’ye göre ilkökul öğrencilerinin FeTeMM’e yönelik tutumları; kişisel ve sosyal uygulamaları ön testi için ortalama 48,96 ve son test için ortalama ise 56,17’dir. Fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ön testi için 40,07 ve son test için 45,57’dir. Matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ön testi için 11,96 ve son testi için 13,07’dir. Teknoloji kullanımı ve öğrenme ön testi için ortalama 12,64 iken son teste ilişkin ortalama ise 13,64’tür. Ölçekten alınan toplam puanlar için ön teste ilişkin ortalama 113,4 ve son teste ilişkin ortalama ise 128,46’dır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM’e yönelik tutumlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında nasıl bir fark olduğunun incelenmesi amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13: FeTeMM Tutum Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	4	7,50	30,00		
Pozitif Sıra	23	15,13	348,00	-3,821	0,000
Eşit Sıra	1				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 13'e göre uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir değişiklik görülmektedir ($z=-3,821$, $p<0,05$). Fark puanlarını ile sıra ortalaması ve toplamaları incelendiğinde ise, sunulan bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,86 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin FeTeMM tutumunda ön test ve son test puanları üzerinde kuvvetli seviyede bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

İlkokul öğrencilerinde bütünlük FeTeMM'e ilişkin tutumuna dört alt faktörü (1) kişisel ve sosyal uygulamaları, (2) fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme, (3) matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ve (4) teknoloji kullanımı ve öğrenme için ilkokul öğrencilerinin ön test ve son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analize ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2.1. FeTeMM'in Kişisel ve Sosyal Uygulamaları

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarından kişisel ve sosyal uygulamalarına etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin kişisel ve sosyal uygulamaları faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin kişisel ve sosyal uygulamaları faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM tutumlarından kişisel ve sosyal uygulamaları faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Kişisel ve Sosyal Uygulamaları Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	4	3,63	14,50		
Pozitif Sıra	22	15,30	336,50	-4,09	0,00
Eşit Sıra	2				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 14’e göre uygulamaya katılan öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. ($z=-4,09$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin bütünlük FeTeMM eğitimine ilişkin tutumlarından kişisel ve sosyal uygulamalar faktörünün gelişimine etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,96 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin bütünlük FeTeMM eğitimine ilişkin tutumlarından kişisel ve sosyal uygulamalar faktörünün gelişimi üzerinde kuvvetli bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.2.2. Fen ve Mühendisliği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarından fen ve mühendislik öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitimine katılan ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin fen ve mühendislik öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin fen ve mühendislik öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM tutumlarından fen ve mühendislik öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Fen ve Mühendisliği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	6	8,75	52,50		
Pozitif Sıra	19	14,34	272,50	-2,96	0,003
Eşit Sıra	3				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 15’e göre uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. ($z=-2,96$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda işbirlikli grup çalışmalarında bulunan ilkokul öğrencilerinin bütünleşik FeTeMM eğitimine ilişkin tutumların geliştirilmesinde fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörünün etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,51 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin bütünleşik FeTeMM eğitimine ilişkin tutumlarından fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörü üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.2.3. Matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarından matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM tutumlarından matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Matematiği Öğrenme ve FeTeMM ile İlişkilendirme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	7	7,57	53,00		
Pozitif Sıra	15	13,33	200,00	-2,424	0,015
Eşit Sıra	6				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 16’da görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin bütünleşik FeTeMM’e ilişkin tutumlarında matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. ($z=-2,424$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde ise, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarından matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirmenin gelişimine etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,49 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin FeTeMM tutumunda matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme faktörünün üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.2.4. Teknoloji Kullanımı ve Öğrenme

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin teknoloji kullanımı ve öğrenme faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin teknoloji kullanımı ve öğrenme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına ilişkin teknoloji kullanımı ve öğrenme faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM tutumlarından teknoloji kullanımı ve öğrenme faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Tutum Ölçeğinin Teknoloji Kullanımı ve Öğrenme Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	4	7,63	30,50		
Pozitif Sıra	14	10,04	140,50	-2,413	0,016
Eşit Sıra	10				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 17’ye göre uygulamaya katılan ilkökul öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. ($z=-2,413$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tasarlanan eğitimin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumunun teknoloji kullanımı ve öğrenmenin gelişimine etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,49 olarak hesaplanmıştır. Buna tasarlanan eğitimin FeTeMM tutumunda teknoloji kullanımı ve öğrenme faktörünün orta düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988, s.82).

Kısaca bütünsel FeTeMM'e ilişkin tutum ölçeğinde tanımlanan dört alt faktörü (1) kişisel ve sosyal uygulamaları, (2) fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM le ilişkilendirme, (3) matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ve (4) teknoloji kullanımı ve öğrenme faktörleri için ilkökul öğrencilerinin ön test ve son test puanları incelendiğinde anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM'e ilişkin tutumlarının gelişimine etkisi olduğu söylenebilir.

4.3. 5E ÖĞRETİM MODELİNE GÖRE TASARLANMIŞ BÜTÜNLEŞİK FETEMM EĞİTİMİNİN İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN FETEMM MOTİVASYONLARINA ETKİSİ NEDİR?

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin; FeTeMM motivasyonlarına etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H₀: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H₁: 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkökul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

FeTeMM motivasyon ölçeğinden alınan toplam puanlar ve ölçeğin alt faktörlerinden elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistikler Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18: FeTeMM Motivasyonu Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Alt Faktörler	Test	N	Min	Mak	$\bar{x}$	Ss
Bilim	Ön Test	28	9,00	24,00	18,10	3,61
	Son Test		12,00	24,00	17,50	2,93
Teknoloji	Ön Test	28	12,00	27,00	20,60	3,73
	Son Test		16,00	26,00	22,50	2,15
Mühendislik	Ön Test	28	8,00	19,00	13,78	3,29
	Son Test		9,00	18,00	15,07	2,17
Matematik	Ön Test	28	9,00	28,00	19,82	4,51
	Son Test		18,00	28,00	23,46	2,63
Toplam	Ön Test	28	45,00	97,00	72,32	12,53
	Son Test		69,00	92,00	78,53	6,39

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 18'e göre ilkokul öğrencilerinin FeTeMM Motivasyonu; bilim ön testi için ortalama 18,10 ve son test için ortalaması 17,50; teknoloji ön testi için 20,60 ve son test için 22,50; mühendislik ön testi için 13,78 ve son test için 15,07; matematik ön testi için ortalama 19,82 iken son testi ise 23,46'dır. Ölçekten alınan toplam puanlar için ön teste ilişkin ortalama 72,32 ve son teste ilişkin ortalama ise 78,53'tür.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM Motivasyonuna ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19: FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Toplam Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	9	9,06	81,50		
Pozitif Sıra	18	16,47	296,50	-2,584	0,010
Eşit Sıra	1				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 19’da görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonuna ilişkin ön test ve son test toplam puanları arasında anlamlı değişiklik olduğu görülmektedir ($z=-2,584$, $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde ise, sunulan bu farkın pozitif sıralar yani son test lehinde olduğu görülmektedir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,60 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisinde yaratıcılık faktörü üzerinde orta düzey bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

İlkokul öğrencilerinde bütünsel FeTeMM’e ilişkin dört alt faktör (1) bilim, (2) teknoloji, (3) mühendislik ve (4) matematik faktörleri için ilkokul öğrencilerinin ön test ve son test puanları Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analize ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Bilim

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından bilim faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin bilim faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitimine katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin bilim faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM motivasyonlarından bilim faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Bilim Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	16	13,00	208,00		
Pozitif Sıra	10	14,30	143,00	-0,830	0,407
Eşit Sıra	2				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 20’de görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin bütünsel FeTeMM motivasyonlarında ait bilim faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı değişiklik olmadığı görülmektedir ($-0,830, p>,05$). Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonundan bilim faktörünün gelişimine bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

4.3.2. Teknoloji

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından bilim faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin teknoloji faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin teknoloji faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM motivasyonunda teknoloji faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21: Bütünsel FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Teknoloji Faktöründe Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	8	9,75	78,00		
Pozitif Sıra	17	14,53	247,00	-2,28	0,02
Eşit Sıra	3				

Tablo 21’de görüldüğü üzere uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin bütünsel FeTeMM motivasyonlarında teknoloji faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z=-2,28$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından teknoloji faktörünün etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen’s d etki büyüklüğü 0,47 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin FeTeMM motivasyonunda teknoloji faktörü üzerinde orta düzey bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.3.3. Mühendislik

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarında mühendislik faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin mühendislik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin mühendislik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM motivasyonlarından mühendislik faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Mühendislik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
Negatif Sıra	11	10,73	118,00		
Pozitif Sıra	16	16,25	260,00	-1,71	0,04
Eşit Sıra	1				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 22'e göre uygulamaya katılan ilkokul öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z=-1,71$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı incelendiğinde, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tasarlanan eğitimin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından mühendislik faktörünün gelişimine etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,35 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin FeTeMM motivasyonunda mühendislik faktörü üzerinde orta düzey bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

4.3.4. Matematik

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından matematik faktörüne etkisini incelemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Bunun için oluşturulan hipotezler aşağıda verilmiştir.

H_0 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin matematik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark yoktur.

H_1 : 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitime katılan ilkokul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına ilişkin matematik faktöründe ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark vardır.

Araştırma grubuna dahil olan öğrencilerin FeTeMM motivasyonlarından matematik faktörüne ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelemek amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analiz sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23: Uygulama Öncesi ve Sonrası FeTeMM Motivasyon Ölçeğinin Matematik Faktörü Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ölçümler	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	p
----------	---	-----------------	--------------	---	---

Negatif Sıra	4	5,75	23,00		
Pozitif Sıra	20	13,85	277,00	-3,63	0,00
Eşit Sıra	4				

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 23' e göre uygulamaya katılan öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($z=-3,63$; $p<0,05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları incelendiğinde ise, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, tasarlanan eğitimin ilköğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarından matematik faktörüne etkisi olduğu söylenebilir.

Bu analiz için Cohen's d etki büyüklüğü 0,90 olarak hesaplanmıştır. Buna göre tasarlanan eğitimin FeTeMM motivasyonunda matematik faktörü üzerinde yüksek düzeyde bir etkisi olduğu söylenebilir (Cohen, 1988: 82).

Kısaca bütünsel FeTeMM'e ilişkin motivasyon ölçeğinde tanımlanan dört faktörü (1) bilim, (2) teknoloji, (3) mühendislik ve (4) matematik için ilköğrencilerinin ön test ve son test puanları incelendiğinde bilim faktöründe ön test ve son test puanlarının farklılaşmadığı; teknoloji, mühendislik ve matematik faktörlerinin ön test ve son test puanlarının farklılaştığı saptanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, bütünsel FeTeMM eğitiminin ilköğrencilerinin FeTeMM motivasyonları gelişimine etkisi olduğu söylenebilir.

Son olarak FeTeMM Tutum Ölçeği ve FeTeMM Motivasyon Ölçeğinden alınan ön test puanları arasında ve son test puanları arasında bir ilişki olup olmadığını incelemek amacıyla Spearman's rho korelasyon analizi yapılmıştır. Buna göre FeTeMM Tutum Ölçeği ve FeTeMM Motivasyon Ölçeğinden öğrencilerin aldıkları ön test puanları arasındaki ilişkinin katsayısı $r=0,559$, $p<0,002$ olarak hesaplanmıştır. Son tet puanları arasındaki ilişkinin katsayısı ise $r=0,526$, $p<0,004$ olarak hesaplanmıştır. Yapılan analiz bu iki ölçekten elde edilen ön test puanları arasında ve son test puanları arasında pozitif, anlamlı ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir.

TARTIşMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı; 5E öğretim modeline göre tasarlanan bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri, FeTeMM tutumları ve FeTeMM motivasyonlarına etkisinin incelenmesidir.

Bu çalışma, 5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünleşik FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinden işbirlik hariç olmak üzere yaratıcılık, problem çözme, algoritmik düşünme ve eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı bir farklılık meydana gelmiştir. Alanyazın incelendiğinde tasarlanan öğrenme süreçlerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğine dair bulgulara rastlanmaktadır (Alsancak Sırakaya, 2019: 579). Durak, Karaoğlan Yılmaz ve Yılmaz (2018) robotik ve programlama etkinlikleriyle ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiklerini, Çakıcı ve Özdemir (2022) bilgisayarsız programlama etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin algoritmayı kavradıklarını bulmuştur.

Alanyazında; ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerisinin fen ve matematik dersindeki akademik başarı düzeylerini anlamlı derecede etkilediğini gösteren çalışma bulunmaktadır (Sung ve Black, 2020). Ayrıca, Uz (2022) ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerisi artıkça FeTeMM'e karşı olan tutumlarında ve FeTeMM mesleklerine karşı olan ilgilerinde de bir artış olduğu sonucuna ulaşmıştır. Alanyazındaki bu sonuçlar yapılan bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Öte yandan alanyazında, bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirmedini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Atman, Mumcu ve Eğin (2018) tarafından yapılan bir çalışmada blok tabanlı programlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Aynı çalışmada programlama etkinliklerinin öğrencilerin hayal güçlerini geliştirdiği, bilgisayar bilimine yönelik farkındalıklarını artırdığı da görülmüştür. Galiç ve Yıldız (2021) tarafından yapılan bir araştırmada matematik dersindeki farklılaşma çalışmasında merak duvarı kullanımının 6. Sınıf öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelenmiştir. Bu araştırma sonucunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözmeye yönelik olumlu bir fark bulunmuş ancak işbirliği ve algoritmik düşünmeye yönelik herhangi bir fark saptanmamıştır. Bu durum bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında kullanılan öğrenme ve öğretme yaklaşımlarının yanı sıra farklı araçların kullanımının da değişiklikler yarattığı ileri sürülebilir. Ayrıca bu çalışma özelinde

işbirliği hariç diğer tüm faktörlerde anlamlı bir gelişme saptanmış ancak işbirliği faktöründe anlamlı bir değişim görülmemiştir. Bunun olası bir nedeni bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik uygulamalarda işbirlikli öğrenme stratejilerinin yeterli düzeyde kullanılmaması olabilir (Şanlı ve Özerbaş, 2021). Diğer yandan öğrencilerin hali hazırda yıllardır aynı sınıfı ve sınıf iklimini, aynı öğretmen ile birlikte ve farklı bağlamlarda işbirliği içinde çalışmayı deneyimlemeleri gösterilebilir. Ancak bu durumu derinlemesine inceleyecek başkaca veri bu çalışma bağlamında elde edilmemiştir. Nitekim Uzun ve Keleş (2020) öğrencilerin daha erken dönemlerde geç dönemlere göre işbirlikli çalışmaya ve katılmaya yönelik motivasyonlarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla beraber araştırma grubundaki öğrencilerin 10 hafta boyunca yapılan tüm etkinlikleri işbirliği içinde ve başarı ile tamamlamalarının, var olan becerilerini pratik etme olanağı sunduğu söylenebilir.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin diğer alt faktörü olan algoritmik düşünmede ise problemin çözümü için iyi bir algoritma tasarlanması gerekmektedir (Karahan vd., 2021: 16). Alanyazında Scratch uygulamasının öğrencileri algoritma geliştirmeye yönelik güdülediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Bakırcı vd., 2019: 369). Oluk, Korkmaz ve Oluk (2018) tarafından yapılan çalışma, ortaokul öğrencilerinin Scratch kullanımında algoritma tasarladığını ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin anlamlı düzeyde yükseldiğini göstermiştir. Aynı çalışmada ayrıca Scratch programının algoritma geliştirme amaçlı bir öğrenme aracı olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada da uygulama sürecindeki etkinliklerin ilkökul öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini geliştirdiği görülmektedir.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin diğer alt faktörünü olan problem çözme incelendiğinde; Turan (2019) tarafından yapılan çalışmada ortaokul öğrencilerinin hazırladığı robot ve oyun projelerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisini anlamlı düzeyde farklılaştırdığını ve bu yöntemin geleneksel öğrenme yöntemlerine göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada da ilkökul öğrencilerini uygulama esnasında karşılaştığı problemlerin çözümünde son test puanları, ön test puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu, uygulama sürecindeki etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde olumlu yönde bir etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir.

İlkokul öğrencilerinin öğrenim sürecinde yaptıkları robot tasarlama, blok tabanlı programlama, dijital hikâye etkinlikleri ile bilgi işlemsel düşünme becerisinin bir diğer alt faktörü olan yaratıcılık becerilerinin anlamlı düzeyde arttırdığı söylenebilir. Buna göre işbirlikli grup çalışmalarında bulunan ilkökul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde yaratıcılığın etkisi olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Kaya ve diğerleri

(2020) tarafından oyunlaştırılmış eğitsel robot etkinliklerinin, ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme beceri alt faktörlerinden yaratıcılık, algoritmik düşünme ve işbirlikli öğrenme becerilerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında kullanılan öğrenme ve öğretme yaklaşımlarının yanı sıra kullanılan araçlar ve uygulamaların arasında farklılıklar yarattığı düşünülmektedir. Ancak işbirlik faktörünü açısından bu beceriyi kazandırmaya yönelik farklı stratejiler öğrenme ve öğretme sürecine entegre edilebilir.

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte FeTeMM tutum ölçeğinin dört alt faktörü olan (1) kişisel ve sosyal uygulamaları, (2) fen ve mühendisliği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme, (3) matematiği öğrenme ve FeTeMM ile ilişkilendirme ve (4) teknoloji kullanımı ve öğrenme faktörleri için de ilkökul öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı ve son test lehine bir fark bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bütünlük FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM'e ilişkin tutumlarına etkisi olduğu söylenebilir.

Alanyazındaki birçok çalışmada bütünlük FeTeMM eğitime ilişkin çalışmaların öğrencilerin tutumlarını pozitif yönde etkilediğini desteklemektedir (Aydın vd., 2017: 788). Alıcı (2018) tarafından yapılan bir çalışmada probleme dayalı öğrenme sürecinde yapılan etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin FeTeMM' e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Yamak vd. (2014), FeTeMM etkinliklerinin 5. Sınıf öğrencileri tutumlarının gelişimine olumlu yönde katkı sağladığına dikkat çekmiştir. Bununla beraber öğrencilerin tasarım ürünleri oluşturma, ürün elde edilmesinin ardından bilgilerin kullanılabilir olduğunu fark etmeleri ile güdülenmeleri de artmıştır. Aydın ve Taşdemir (2021) fiziksel programlama etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarına olumlu etkisi olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Kavak (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ilkökul 4. Sınıf öğrencilerine uygulanan FeTeMM eğitiminin, öğrencilerin FeTeMM'e karşı tutumlarının olumlu yönde etkilediği ve problem çözme becerilerindeki gelişmesine de etkili olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra FeTeMM'e yönelik bir öğrenme sürecinin kolay ve eğlenceli olduğunu, edinilen bilgilerin kalıcı olduğu sonucuna varmıştır. Karakuş ve Bircan (2021) ilkökul öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğunu, FeTeMM kariyer mesleklerine yönelik de ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır. Yavuz (2019), FeTeMM içerikli uygulamalarla 4. sınıf öğrencilerinin FeTeMM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirildiği belirlenmiştir. Aynı çalışma ilkökul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bütünlük şekilde algıladıklarını, FeTeMM etkinliklerinin

uygulama sürecine entegre edilmesini eğlenceli bulduklarını, öğrencilerin eleştirel düşünme, işbirliği, yaratıcılık gibi becerilerini geliştirdiğini de belirtmiştir. Bu sonuçlar bu çalışma ile paralellik göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin FeTeMM tutumlarının geliştirilmesinde programlama etkinliklerinin, disiplinler arası çalışmaların önemli olduğu görülmektedir.

5E öğretim modeline göre tasarlanmış bütünsel FeTeMM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin FeTeMM motivasyonlarına anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte FeTeMM motivasyon ölçeğinin dört alt faktörü incelendiğinde, bilim faktörü hariç teknoloji, mühendislik ve matematik faktöründe son test lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Bu çalışmada FeTeMM motivasyonunun alt faktörlerinden olan bilim faktöründe anlamlı düzeyde bir farklılık olmamasının nedeni, öğrenme ve öğretme süreci tasarımı fen bilimleri içeriğinin örtük biçimde yer almasından kaynaklı olduğu ileri sürülebilir (Veznedaroğlu,2007). Ders sürecinde doğrudan deney ve gözlem etkinlikleri yapmaktan ziyade sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden temiz su sanitasyonun önemi, sorumlu üretim ve tüketimde zehirli atık ve kirleticileri bertaraf etme biçimi, sudaki ve karadaki yaşamda hayati önem taşıyan temiz hava ve su kaynaklarının önemi, ekosistemin korunmasının gerekliliğine dikkat çekilerek sözlü olarak tartışılmıştır. Alanyazın incelediğinde ise bilim alt faktörü ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunduğundan bu konudaki kısıt ancak tasarımın doğasından kaynaklı olduğu şeklinde tartışılmıştır.

Alanyazındaki birçok çalışmada bütünsel FeTeMM eğitime ilişkin çalışmaların öğrencilerin motivasyonlarını pozitif yönde etkilediğini desteklemektedir. Şen (2018) araştırmasında mühendislik tasarımı ile bütünsel FeTeMM etkinliklerinin üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer çalışma Razali, Manaf, Talib ve Hassan (2020) tarafından yapılan uygulamaların Malezya'daki ilkökul öğrencilerinin öğrenme motivasyonlarını geliştirdiği belirtilmiştir. Bir diğeri çalışmalarında; Julia ve Antoli (2018)'nin çalışmasında FeTeMM tabanlı bir aktif öğrenme dersi uygulamasının ortaokul öğrencilerinin motivasyonu üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Aynı çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin motivasyonlarının uygulamalı öğrenme etkinlikleri sonrasında arttığını, öğrencilerin konuya dair ilgilerini yüksek düzeyde çektiği söylenebilir. Görüldüğü üzere bu çalışmanın sonuçları alanyazındaki araştırmalar ile paralellik göstermektedir.

Nitekim, literatürde ilkökul öğrencilerinin 21. yy. doğrultusunda gelişimlerini belirlemek ve başarısını ölçmek, öğrencilerin çağın gereksinimlerine uygun sahip olması gereken becerilere, kavramlara ve uygulama örneklerine ihtiyaç olduğu öne sürülmektedir (Grover vd, 2018: 28; Weintrop vd., 2016: 129). Bu bilgiler ışığında ise çalışmanın yenilikçi

çağın ihtiyaçları doğrultusunda ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bütünleşik FeTeMM eğitimi bağlamında geliştirilmiş olup bu amaca yönelik öğrenme etkinliklerinin ve öğrenme ortamının tasarlanmasında kullanılan 5E öğretim modelinde FeTeMM' e karşı tutum ve motivasyonlarının artırıldığı sonucuna varılabilir. Alan yazından verilen örnekler araştırma sonucunu destekler niteliktedir.

Bu çalışma ilkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde öğrenme ve öğretme sürecinin tasarımının yanı sıra süreçte kullanılan işbirlikli çalışma stratejilerinin de araçlar ve uygulamaların seçimi kadar sonuçlar üzerinde de farklılıklar yaratabileceğini göstermektedir.

5.1. ARAŞTIRMAYA DÖNÜK ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkılarak araştırmaya dönük olarak aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Bu süreçte öğrencilerin bilişsel süreçlerini ve kazanımlarını derinlemesine incelemek amacıyla süreçte nitel veriler toplanabilir. Özellikle uygulama sürecindeki etkinliklerde video kayıtları alınarak bu kayıtların analizlerinin yapılması ve buna ek olarak öğrencilerin hazırladıkları öğrenme çıktılarının rubrikler, kontrol listeleri veya diğer değerlendirme araçları ile incelenmesi araştırmanın bulgularına önemli katkılar sağlayabilir.
- Gelecek çalışmalarda öğrencilerin FeTeMM'e yönelik özyeterliliklerinde gelişim olup olmadığı ayrıca incelenebilir.
- Bu araştırmada tasarlanan ve uygulanan öğretim tasarımı ilköğretimin farklı düzeylerinde uygulanarak araştırma sonuçları karşılaştırılabilir ve öğretim tasarımı her seviyeye uygun olarak iyileştirilebilir.
- Bilgi işlemsel düşünmenin değerlendirilmesinde özdeğerlendirmeyi içeren anket veya ölçekler yerine öğrencilerin öğrenme çıktıları değerlendirilerek öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimi incelenebilir. Öğrencilerin geliştirdikleri öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi amacıyla kontrol listesi, rubrik gibi ölçme araçları geliştirilebilir, test edilebilir ve kullanılabilir. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşüncelerinin değerlendirilmesine yönelik bazı araçlar da bulunmaktadır. Bunlar, bilgi işlemsel düşünme tanı araçları, bilgi işlemsel düşünmeyi özetleyici araçlar, bilgi işlemsel düşünmeyi biçimlendirici-yinelemeli araçlar, bilgi işlemsel düşünme veri madenciliği

araçları, bilgi işlemsel düşünme beceri aktarım araçları, bilgi işlemsel düşünme algıları-tutum ölçekleridir (Román-González, Moreno-León ve Robles, 2019, s. 81-83). Alanyazında bilgi işlemsel düşünmenin değerlendirilmesine yönelik çalışmalarda çoğunlukla bilgi işlemsel düşünme algıları-tutum ölçekleri kullanılmaktadır. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin nasıl değerlendirileceği ve bu becerileri gerçek yaşam durumlarına uyarlayıp uyarlayamayacaklarının nasıl değerlendirileceğinin tartışılması gerekmektedir (Kalelioğlu vd., 2016).

- Bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalarda öğrencilerin farklı işbirlikli çalışma stratejilerinin etkisi incelenebilir.
- İlkokul öğrencilerinin bütünsel FeTeMM'e yönelik motivasyonlarının geliştirilmesinde bilim bağlamında motivasyonlarını artıracak farklı öğrenme ve öğretme yaklaşımları incelenebilir.
- İlkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ve öğretme sürecine fiziksel programlama etkinlikleri entegre edilebilir ve bulgular araçlar özelinde tartışılabilir.
- Bu çalışma deney ve kontrol grubu kullanılarak yinelenildiğinde bu farklılıkların neden kaynaklandığı derinlemesine incelenebilir.
- İlkokul düzeyinde bütünsel FeTeMM eğitimi tasarımında disiplinlere ilişkin öğelerin örtük ve açık olarak ayrı ayrı tasarlandığı öğrenme ve öğretme süreçlerinin öğrencilerin FeTeMM tutum ve motivasyonlarına etkisi karşılaştırmalı incelenebilir.

5.2. UYGULAMAYA DÖNÜK ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkılarak uygulamaya dönük olarak aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- İlkokul düzeyinde bilgi işlemsel becerilerinin gelişimi için bütünsel FeTeMM eğitiminden yararlanılabilir. Bu sayede öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri geliştirilirken bütünsel FeTeMM'e yönelik motivasyon ve tutumlarının geliştirilmesi de sağlanabilir.
- İlkokul düzeyindeki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirmek için bilgisayarsız programlama etkinliklerinden yararlanılabilir.

- İlkokul öğrencilerinin bütünsel FeTeMM'e yönelik motivasyonlarını ve tutumlarını geliştirmek için 5E öğretim modelinden yararlanılabilir. Disiplinlerarası bir öğrenme ve öğretme sürecinin tasarlanması ilkokul seviyesinde daha kolay gerçekleştirilebilir. Dersler tek öğretmen tarafından yürütüldüğü için bu durumun avantajından yararlanılarak öğrencilerin bütünsel FeTeMM'e yönelik motivasyon ve tutumlarını geliştirecek disiplinlerarası öğrenme ve öğretme süreci planlanabilir ve gerçek yaşam problemleri bu süreçte aktif olarak kullanılabilir.
- İlkokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için bütünsel FeTeMM eğitime yönelik fen, matematik ve sosyal bilgiler ders içeriklerinin bütüleştirildiği öğrenme öğretme süreçleri tasarlanabilir. Bu süreçte öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrencilerin aktif katılım sağlaması için gerçek yaşam problemlerinden yararlanılabilir.

KAYNAKÇA

- Adsay, C., Korkmaz, Ö., Çakır, R., ve Erdoğan, F. U. (2020). Ortaokul öğrencilerinin blok temelli kodlama eğitimine dönük öz-yeterlik algı düzeyleri, STEM ve bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*. 10(2): 469-489.
- Akarsu, M., Akçay, N. O., ve Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*. 37: 155-175.
- Akçay, A. O., Karahan, E., ve S., Türk. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerileri odaklı okul sonrası kodlama sürecinde ilkököl öğrencilerinin deneyimlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*. 4(2): 38-50.
- Akdağ, F. T. ve Güneş, T. (2015). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili fen lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*. 3(5): 1643-1656.
- Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu “Günün modası mı yoksa gereksinim mi?”. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. İstanbul: Scala Basım.
- Aksoy, G. ve Gürbüz, F. (2013). 5E Modeli’nin öğrencilerin akademik başarısına etkisi: “Kuvvet ve Hareket” ünitesi örneği. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 14(2): 1-16.
- Aldağ, H. ve Tekdal, M. (2015). Bilgisayar kullanımı ve programlama öğretiminde cinsiyet farklılıkları. *Proceeding of 1. Uluslararası Çukurova Kadın Çalışmaları Kongresi*. 236-243.
- Alsancak Sırakaya, D. (2019). Programlama Öğretiminin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23 (2), 575-590. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsadergisi/issue/47639/448409>
- Anıl, Ö. ve Küçüközer, H. (2015). Yapılandırmacı kurama dayalı 5E öğretim modeli kullanılarak aynalar konusunun öğretimi için örnek bir öğretim tasarımı. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*. 3(1):1-15.
- Ar, N.A. (2012). Bilgisayar Destekli Eğitimde Logo Programlama DİLİ. In *International Educational Technology Conference* (sy. 197-201).

- Arslanhan, A. ve Artun, H. (2021). Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin fen öğretimine entegrasyonu hakkında öğretmen görüşleri. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 2(2), 108-121.
- Artun, H. ve Özsevgeç, T. (2014). 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 3(2): 259-285.
- Aslan Tutak, F., Akaygün, S., ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 32(4): 794-816.
- Atman Uslu, N., Mumcu, F. ve Eğin, F. (2018). Görsel programlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*. 2 (1): 19-31
- Avcı, A. (2020). 5E Öğrenme Döngüsü Modeline Göre Tasarlanan Müzik Dersi Etkinliği: “Eşleşen Sesler Kart Oyunu”. *Journal of History School*. 45: 970-986.
- Ayaz, M. F. (2015). Turgut Özal Dönemi Eğitim Politikaları Ve Günümüze Yansımaları. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*. (50): 325-338.
- Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S. (2017). 4., 5., 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin STEM (FeTeMM) Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 13(2): 787-802. DOI: 10.17860/mersinefd. (20.05.2023)
- Ayvaci, H., Bakırcı, H. ve Yıldız, M. (2014). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Hizmet İçi Eğitim Uygulamalarına İlişkin Görüşleri ve Beklentileri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 3 (2): 357-383. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/1731/21228> (20.05.2023).
- Bağcı, H. ve Yalın, H. İ. (2018). Harmanlanmış Öğrenme Ortamında Denetim Odağına Göre Uyarlanmış 5E Öğrenme Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 11 (3), 562-585. DOI: 10.30831/akukeg.382522
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H. ve Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (STEM) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735 DOI: 10.17240/aibuefd.2018...-412111 (20.05.2023)

- Bakırcı, H., ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 9(2): 367-389.
- Baki, A. ve Bell, A. (1997). Ortaöğretim Matematik Öğretimi, Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi.
- Bal, N. (2019). *Temel Robotik Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi*, (Yüksek lisans tezi), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay. Sy: 91.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*. 5(2): 60-69.
- Barr, D., Harrison, J., ve Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning ve Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Batı, K., Çalışkan, İ. ve Yetişir, M. (2017). Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 41 (41): 91-103. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/33892/375290> (20.05.2023)
- Bektaş, O. ve Aslan, F. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*. 3(2): 17-50.
- Bıyıklı, C. ve Yağcı, E. (2014). 5E Öğrenme Modeli'ne Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*. 15 (1): 45-79. DOI: 10.12984/eed.59097
- Bilici, O. ve Güler, Ç. (2021). Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri ile Akademik Öz Yeterlikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 18 (1): 107-119.
- Bolat, Y. İ. (2020). *STEM Temelli Matematik Etkinliklerinin Problem Çözme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi İle STEM Alanlarına Olan İlgiye Katkılarının Araştırılması*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). Sosyal Bilimlerde Veri Analizi El Kitabı. *Pegem Yayınevi, Ankara*.

- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Heinemann, 88 Post Road West, PO Box 5007, Westport, CT 06881.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E Instructional model and 21st-century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 24.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*. 329(5995): 996-996.
- Canbazoglu, H. B. ve Tmkaya, S. (2020). İlkokul Dördüncü Sınıf ğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Tutumlarının eşitli Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 11 (1): 188-209.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Sy:82
- akıcı, Y. ve zdemir, S. M. (2022). Bilgisayarsız Kodlama Eğitiminin İlkokul ğrencilerinin Dikkatini Toplama, Problem zme ve Algoritmik Düşünme Becerileri zerine Etkisi. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*. 5 (3): 235-254. DOI: 10.47477/ubed.1193031
- Çetinkaya, H. N. (2019). *Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersindeki Etkinliklerin Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çevik, M. (2017). Ortaöğretim ğretmenlerine yönelik FeTeMM Farkındalık leği (FF) geliştirme alışması. *International Journal of Human Sciences*. 14(3): 2436-2452. Doi: 10.14687/jhs.v14i3.4673
- olakoğlu, M. H., ve Gökben, A. G. (2017). Türkiye’de Eğitim Fakültelerinde FeTeMM (STEM) alışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*. 2(2): 46-69.
- orlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*. 39(171): 74-85.
- oruhlu, T. ř. ve epni, S. (2016). Zenginleştirilmiş 5E Modelinin ğrenci Kavramsal Değişimi zerine Etkisi: Astronomi rneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 24 (4):1785-1802.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., ve Aksoy, G. (2018). An investigation of research trends in the field of STEM education in Turkey. *YYU Journal of Education Faculty*. 15(1): 1161-1183.

- Demir, Ö. ve Seferoğlu, S. S. (2017). Yeni Kavramlar, Farklı Kullanımlar: Bilgi-İşlemsel Düşünmeyle İlgili Bir Değerlendirme. *Eğitim Teknolojileri Okumaları*. 41: 801-830.
- Demirbaş, Ç. (2015). Öğretmen Adaylarının Sürdürülebilir Kalkınma Farkındalık Düzeyleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*. 0 (31): 300-316. DOI: 10.14781/mcd.09811
- Doğan, D., Çınar, M., Bilgiç, H. G., ve Tüzün, H. (2015). Sarmal Eğitsel Oyun Tasarımı Modeline Göre Dijital Oyun Geliştirme Süreci. In *Proceedings of International Play and Toy Congress* (s 442-452).
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., ve Krysinski, D. (2008). Engagement And Achievements: A Case Study Of Design-Based Learning in A Science Context. *Journal of Technology Education*. 19(2): 22-39.
- Dönmez, İ. (2020). STEM motivasyon ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 17(1): 486-510.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In *6th biennial international conference on technology education research* (Cilt. 10).
- Durak, H. Y., Yılmaz, F. G. K., ve Yılmaz, R. (2018). Robot Tasarımı Etkinliklerinin Programlama Öğretiminde Kullanılmasıyla İlgili Ortaokul Öğrencilerinin Görüşlerinin İncelenmesi. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*. 2(2): 32-43.
- Elçiçek, M. (2020). Thematic and Methodological Trends of Computational Thinking Skills-Related Graduate Theses in Turkey. *Sakarya University Journal of Education*. 10(3): 485-506. DOI: 10.19126/suje.720618.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*. 3: 1-8.
- English, L. D. ve King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International journal of stem education*. 2: 1-18.
- Erduran, S. (2013). Fen Bilimlerine Alanlar Arası Bakış ve Eğitimde Uygulamalar. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*. 1(1): 43-49.
- Ergin, İ. (2012). Fen Eğitiminde 5E Öğrenme Modeli ile İlgili Yazılı Kaynaklar Dizini. *Journal Of Research in Education and Teaching*. 1(1): 53-67.

- Ergün, A. ve Balçın, M. D. (2019). Probleme Dayalı FeTeMM Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi. *The Journal of Limitless Education and Research*. 4 (1): 40-63 . DOI: 10.29250/sead.490923
- Eroğlu, S. ve Bektaş, O. (2016). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*. 4(3): 43-67.
- Erümit, A. K., Şahin, G., ve Karal, H. (2020). YAP Programlama Öğretim Modelinin Öğrencilerin Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 28(3): 1529-1540.
- Eslek, S. ve Şahin, M. (2021). FeTeMM Aktivitelerinin Öğrencilerin FeTeMM Kariyer İlgi, Tutum ve Algılarına Etkisinin Araştırılması. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*. 4(3): 217-229.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., ve Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(10): 1081-1110.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. 8th ed. McGraw-Hill ISBN: 978-0-07-809785-0
- Galiç, S., & YILDIZ, B. (2021). Matematik Dersinde Merak Duvarı Kullanımı ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Etkisi.
- Gencer, A. S. (2015). Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*. 5(1): 1-19.
- Gök, M. ve Tufan, E. (2014). 5E Modelinin' Müziksel Algı ve Bilgilenme alanında Akademik Başarı ve Kalıcılığa Etkisi. *Education Sciences*. 9(2): 135-161.
- Grover, S., ve Pea, R. (2018). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. *Computer Science Education: Perspectives On Teaching And Learning In School*. 19(1): 19-38.
- Guzey, S. S., Harwell, M., ve Moore, T. (2014). Development of an Instrument To Assess Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*. 114(6): 271-279. doi: 10.1111/ssm.12077

- Gülbahar, Y., Kert, S. B., ve Kalelioğlu, F. (2019). Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik z Yeterlik Algısı lęeęi: Geçerlik ve Güvenirlik alışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 10(1): 1-29.
- Güldemir, S. ve ınar, S. (2017). Fen Bilimleri ğretmenleri ve Ortaokul ğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. In *ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE*: (280-286).
- Güllü, H. ve Akçay, A. O. (2022). Sınıf ğretmenlerinin 21. Yüzyıl Becerileri ile FeTeMM Farkındalıkları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 15(1): 1-15.
- Gn, S., Odabaşı, H. F., ve Kuzu, A. (2013). 21. Yüzyıl ğrenci özelliklerinin ğretmen Adayları Tarafından Tanımlanması: Bir Twitter Uygulaması. *Eğitimde Kuram Ve Uygulama*. 9(4): 436-455.
- Haladyna, T. M. (1997). Writing Test Items to Evaluate Higher Order Thinking. Allyn ve Bacon, 160 Gould Street, Needham Heights, ss: 2194-2310.
- Hançer, A. H. ve Yalçın, N. (2007). Fen Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşıma Dayalı Bilgisayar Destekli ğrenmenin Bilgisayara Yönelik Tutuma Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 15(2): 549-560.
- Harrington, D. (2009). Confirmatory factor analysis. *Oxford University Press*
- Hebebcı, M. T. (2019). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Uygulamalarının Ortaokul ğrencilerinin Akademik Başarı, Bilimsel Yaratıcılık ve Tutumlarına Yönelik Etkisi. (Doktora Tezi). *Necmettin Erbakan Üniversitesi*.
- Herdem, K. ve nal, İ. (2018). Analysis of Studies About STEM Education: A Meta-synthesis Study. *Marmara University Atatürk Education Faculty Journal of Educational Sciences*. 48(48): 145-163.
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria For Fit Indexes İn Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 6(1): 1-55.
- Israel, M., Maynard, K., ve Williamson, P. (2013). STEM Education. *Teaching Exceptional Children*, 19.

- ISTE. (2015). CT leadership toolkit. Available at <http://www.iste.org/docs/ctdocuments/ct-leadership-toolkit.pdf?sfvrsn=4>
- Johnson, C.C. (2013), Editorial. Sch Sci Math, 113: 367-368. <https://doi.org/10.1111/ssm.12043>
- Julià, C., ve Antoli, J. Ò. (2018). Enhancing spatial ability and mechanical reasoning through a STEM course. *International Journal of Technology and Design Education*. 28(4): 957-983.
- Karahan, E., Canbazoğlu Bilici, S. ve Ünal, A. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (FeTeMM) Eğitimine Medya Tasarım Süreçlerinin Entegrasyonu.
- Karahan, E., Kara, A., ve Akçay, A. O. (2021). Designing and implementing a STEM career maturity program for prospective counselors. *International Journal of STEM Education*. 8: 1-16.
- Karakuş, B. ve Bircan, M.A. (2017). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin STEM Kariyer İlgileri ve STEM'e Yönelik Tutumları. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 1(2): 120-129.
- Karataş, H. (2021). 21. Yy. Becerilerinden Robotik Ve Kodlama Eğitiminin Türkiye ve Dünyadaki Yeri. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 10 (30): 693-729.
- Kaya, M., Korkmaz, Ö. ve Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış Robot Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*. 21 (1): 54-70. DOI: 10.12984/egeefd.588512
- Keleş, Ö. , Uzun, N. ve Uzun, F. V. (2010). Öğretmen Adaylarının Çevre Bilinci, Çevresel Tutum, Düşünce Ve Davranışlarının Doğa Eğitimi Projesine Bağlı Değişimi Ve Kalıcılığının Değerlendirilmesi . *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* , 9 (32) , 384-401
- Kelley, T. R., ve Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework For Integrated STEM Education. *International Journal of STEM education*. 3: 1-11.
- Kılıç, B. ve Ertekin, Ö. (2017). MEB için Fen Teknoloji Mühendislik Matematik- FeTeMM Modeli (STEM) ile Eğitim.
- Kılıç, S. (2014). Etki Büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*. 4(1): 44-60.

- Kocakülah, M. S. , Abacı, B. ve Kocakülah, A. (2021). Bütünleştirilmiş STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi ğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Tutumlarına Etkisi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 7 (2): 223-262.
- Koç, A. ve Büyük, U. (2013). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Teknoloji Tabanlı ğrenme: Robotik Uygulamaları. *Journal of Turkish Science Education*. 10(1): 139-155.
- Korkmaz, ., akır, R., ve zden, M. Y. (2015). Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri leğinin (BDBD) Ortaokul Düzeyine Uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 1(2): 143-162.
- Korkmaz, ., Karaaltı, C., ve akır, R. (2018). Öğrencilerin Programlama Başarılarının Bilgisayarca-Eleştirel Düşünme İle Problem zme Becerileri erevesinde İncelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 7(2): 343-370.
- Luo, T., Wang, J., Liu, X., ve Zhou, J. (2019). Development and application of a scale to measure students' STEM continuing motivation. *International Journal of Science Education*. 41(14): 1885-1904.
- Lyon, J.A., ve Magana, A.J. (2020). Computational thinking in higher education: A review of the literature. *Computer Applications in Engineering Education*. 28: 1174- 1189.
- Mandev, F., ve Yavuz, S.. (2022). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) ile İlgili Araştırmalar zerine Bir İçerik Analizi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*. 10(1): 27-46.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. *Biometrika*. 57: 519-530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>
- MEB, (2016). STEM Eğitim Raporu. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf, (20.05.2023).
- MEB, (2017). Ortaokul matematik dersi ğretim programı ve kılavuzu, MEB Yayınları, Ankara.
- MEB, (2018). “ğretim Programlarını İzleme ve Değerlendirme Sistemi - ğretim Programları”. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>, (20.05.2023).
- Moore, T. J., ve Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 15(1): 5.

- Mumcu, F., Uslu, N. A., ve Yıldız, B. (2023). Teacher Development in Integrated STEM Education: Design Of Lesson Plans Through The Lens Of Computational Thinking. *Education and Information Technologies*. 28(3): 3443-3474. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11342-8>
- Oluk, A., Korkmaz, Ö. ve Oluk, H. A. (2018). Scratch'ın 5. Sınıf Öğrencilerinin Algoritma Geliştirme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 9(1): 54-71.
- Önder, E. (2011). *Fen ve Teknoloji Dersi 'Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme' Ünitesinde Kullanılan Yapılandırmacı 5E Öğrenme Modelinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özçınar, H. (2017). Hesaplamalı Düşünme Araştırmalarının Bibliyometrik Analizi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*. 7(2): 149-171.
- Özdemir, A. U., ve Cappellaro, E. (2020). Sınıf Öğretmenlerinin FeTeMM Farkındalıkları ve FeTeMM Eğitimi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*. 8 (1): 46-75.
- Özdemir, B. ve Balkan, H. (2017). 5E Yapılandırmacı Öğretim Modelinin Dil Bilgisi Öğretiminde Kullanımı. *Okuma Yazma Eğitimi Araştırmaları*. 5 (1): 56-64. <https://dergipark.org.tr/en/pub/oyea/issue/30325/318545>
- Özerbaş, M. A. (2011). Yaratıcı Düşünme Öğrenme Ortamının Akademik Başarı ve Bilgilerin Kalıcılığa Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 31 (3): 675-705. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6737/90564>
- Özkeş, B. (2016). Bilişimsel Düşünme Temelli Ders Etkinliklerinin Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Becerileri ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özmen, N., Adıgüzel, T., ve Serkan, Ö. (2020). FeTeMM Odaklı Olarak Tanımlanan Ders Planları İçin Bir Çerçeve: Bir Meta-Sentez Çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*. 37: 123-154.
- Özsevgeç, T. ve Artun, H. (2014). Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmenlerinin “İnsan ve Çevre” Ünitesine Yönelik Görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 27 (1): 67-84 . DOI: 10.19171/uuefd.93591

- Öztürk Geren, N. ve Dökme, İ. (2015). 5E Öğrenme Modeline Dayalı Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 11(1): 25-36
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/mersinefd/issue/17396/181899>
- Pabuçcu, A. ve Geban, Ö. (2015). 5E Öğrenme Döngüsüne Göre Düzenlenmiş Uygulamaların Asit-Baz Konusundaki Kavram Yanılgılarına Etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 15 (1): 191-206. DOI: 10.17240/aibuefd.2015.15.1-5000128602
- Papert, S. (1980). Teaching Children To Be Mathematicians Us. *Teaching About Mathematics* (No. 249).
- Papert, S. A. (1971). A Computer Laboratory For Elementary Schools.
- Parsazadeh, N., Cheng, P. Y., Wu, T. T., ve Huang, Y. M. (2021). Integrating Computational Thinking Concept Into Digital Storytelling To Improve Learners' Motivation And Performance. *Journal Of Educational Computing Research*. 59(3): 470-495.
- Pirci, H. A., ve Torun, G. (2020). Cebirsel İfadeler Konusunun Öğretiminde 5E Öğrenme Modelinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarısı Üzerine Etkisi. *Kastamonu Education Journal*. 28(1): 494-511. Doi:10.24106/Kefdergi.3688
- Ramazanoğlu, M. (2021). Robotik Kodlama Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Bilgisayara Yönelik Tutumlarına Ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlilik Algılarına Etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 25 (1): 163-174.
- Raykov, T., ve Marcoulides, G. A. (2008). An Introduction To Applied Multivariate Analysis. New York, NY: Taylor and Francis.
- Razali, F., Manaf, U. K. A., Talib, O., ve Hassan, S. A. (2020). Motivation To Learn Science As A Mediator Between Attitude Towards STEM and The Development Of STEM Career Aspiration Among Secondary School Students. *Universal Journal of Educational Research*. 8(1): 138-146.
- Rodríguez-García, J., Moreno-León, J., Román-González, M. ve Robles, G. (2019). Okulda makine öğrenimi ile bilişimsel düşünmenin geliştirilmesi: bir keşif. 2019 Uluslararası Eğitimde Bilgisayar Sempozyumu (SIIE) (s. 49-54). IEEE.

- Saraç, H., ve Bayrak, N. (2017). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı 5E Modelinin Aşamalarını Anlama Düzeyleri. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 34: 70-89.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., ve Müller, H. (2003). Evaluating The Fit Of Structural Equation Models: Tests Of Significance And Descriptive Goodness-Of-Fit Measures. *Methods Of Psychological Research Online*. 8(2): 23-74.
- Semerçi, Ç. (2003). Eleştirel Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 28(127).
- Sung, W., ve Black, J. B. (2020). Factors To Consider When Designing Effective Learning: Infusing Computational Thinking in Mathematics To Support Thinking-Doing. *Journal Of Research On Technology in Education*. 53(4): 404-426.
- Şahin, A., Ayar, M. C., ve Adıgüzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*. 14(1): 309-322.
- Şen, C. (2018). Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Şeremet, Ş., Kızılay, E., ve Öner Armağan, F. (2022). Investigation Of Study On The 5E Instructional Model İn Science Education. *SDU International Journal of Educational Studies*. 9(1): 1-16.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2007). Experimental designs using ANOVA (Cilt. 724). Belmont, CA: Thomson/Brooks/Cole.
- Tadeu, P., ve Brigas, C. (2022). Multiple Intelligence's and Computational Thinking. *Journal of Computer and Education Research*. 10(19): 1-17.
- Tarkın-Çelikkıran, A., ve Aydın-Günbatar, S. (2017). Kimya Öğretmen Adaylarının FeTeMM Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 14(1): 1624-1656.
- Tekdal, M. (2021). Trends and Development in Research on Computational Thinking. *Education And Information Technologies*. 26(5): 6499-6529.
- Tekdal, M., Baz, F. C., ve Catlak, S. (2015). Current MOOC Platforms at Online Education. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 1(2): 144-149.

- Uzun, N., & Keleş, Ö. (2010). Fen öğrenmeye yönelik motivasyonun bazı demografik özelliklere göre değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 561-584.
- Ünsal, İ. (2020). Blok Tabanlı Programlama Etkinliklerinin İlkokul 2. Sınıf Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi ve Etkinlik Algısı Üzerine Etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Veznedaroğlu, R. L. (2007). Okulda ve sınıfta örtük program: bir özel ilköğretim okulu örneği.
- Weintrop, D., Beheshti, E. ve Horn, M. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *J Sci Educ Techno*. 25: 127–147.
- Wing, J. (2011). Research Notebook: Computational Thinking—What and Why. *The Link Magazine*. 6: 20-23.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*. 49(3): 33-35.
- Yalçın, S. (2018). 21. Yüzyıl Becerileri ve Bu Becerilerin Ölçülmesinde Kullanılan Araçlar ve Yaklaşımlar. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*. 51 (1): 183-201. DOI: 10.30964/auebfd.405860
- Yamak, H., Bulut, N., ve DüNDAR, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fenne Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 34(2): 249-265.
- Yang, D., Baek, Y., Ching, Y. H., Swanson, S., Chittoori, B., ve Wang, S. (2021). Infusing Computational Thinking in an Integrated STEM Curriculum: User Reactions and Lessons Learned. *European Journal of STEM Education*. 6(1): 4.
- Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul Fen Bilimleri Dersinin Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (FeTeMM) Etkinlikleri İle İşlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yenilmez, K., ve Balbağ, M. Z. (2016). Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının STEM'e Yönelik Tutumları. *Journal of Research in Education and Teaching*. 5(4): 301-307.
- Yıldırım, B., ve Selvi, M. (2017). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine DeneySEL Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*.
- Yıldırım, E. ve Uluyol, Ç. (2023). Developing Computational Thinking Scale For Primary School Students And Examining Students' Thinking Levels According To Different

Variables. *Journal of Learning And Teaching in Digital Age*. 8 (1): 113-123. DOI: 10.53850/joltida.1176173.

Yıldırım, H., ve Gelmez Burakgazi, S. (2020). Türkiye’de STEM Eğitimi Konusunda Yapılan Çalışmalar Üzerine Bir Araştırma: Meta-Sentez Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. (50): 291-314.

Yıldız, A. R. (2008). Hybrid Taguchi-Harmony Search Algorithm For Solving Engineering Optimization Problems. *International Journal of Industrial Engineering*. 15(3): 286-293.

Yılmaz, Y., Üstündağ, M. T. ve Güneş, E. (2017). Öğretim Materyali Olarak Dijital Hikâye Geliştirme Aşamalarının ve Araçlarının İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 17 (3): 1621-1640. Doi: 10.17240/Aibuefd.2017.17.31178-338851

EK 1 – Uygulanan Ders Planı

Sınıf Düzeyi:	4. Sınıf
Matematik Öğrenme Alanı / Alt Öğrenme Alanı	*M.4.1. Sayılar ve işlemler -M.4.1.1. Doğal Sayılar -M.4.1.2 Doğal Sayılarla Toplama İşlemi *M.4.3. Ölçme -M.4.3.1.Uzunluk Ölçme -M.4.3.4.Zaman Ölçme -M.4.3.5. Tartma *M. 4.4. Veri İşleme
Fen Bilimleri Öğrenme Alanı / Alt Öğrenme Alanı	F.4.6. İnsan ve Çevre F.4.6.1. Bilinçli Tüketici
Bilişim Teknolojileri Öğrenme Alanı / Alt Öğrenme Alanı	BT.1.1. Bilişim Teknolojileri BT.3.1. Araştırma ve İş Birliği BT.4.4. Ürün Oluşturma BT.5.1.Problem Çözme ve Programlama
Sosyal Bilgiler Öğrenme Alanı / Alt Öğrenme Alanı	4.3. İnsanlar, Yerler ve Çevreler 4.4. Bilim, Teknoloji ve Toplum 4.5. Üretim, Dağıtım ve Tüketim
Matematik Kazanım(lar)ı:	M.4.1.1.1. 4, 5 ve 6 basamaklı doğal sayıları okur ve yazar. M.4.1.1.6. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar. M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar. M.4.3.1.2. Uzunluk ölçme birimleri arasındaki ilişkileri açıklar ve birbiri cinsinden yazar. M.4.3.4.1. Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklar. M.4.3.5.4. Ton-kilogram, kilogram-gram, gram-miligram arasındaki ilişkiyi açıklar ve birbirine dönüştürür M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.

Fen Bilimleri Kazanım(lar)ı:	F.4.4.2.1. Farklı maddelerin kütle ve hacimlerini ölçerek karşılaştırır. F.4.6.1.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir. F.4.6.1.2. Yaşam için gerekli olan kaynakların ve geri dönüşümün önemini fark eder.
Bilişim Teknolojileri Kazanım(lar)ı:	BT.1.1.1. Çevresindeki yaygın kullanılan teknolojik araçları tanır. BT.1.1.4 Çoklu ortam kaynaklarını öğrenme amaçlı kullanır. BT.3.4.2. Yaptığı araştırmanın sonuçlarını sınıfta arkadaşlarıyla paylaşır. BT.4.4.1. Dijital içerikleri kullanarak poster hazırlar. BT.5.2.1. Bir problem hakkında veri toplar. BT.5.2.3. Araştırma yapmak için bilişim teknolojisi araçlarını kullanır. BT. 5.2.8. Bir problemin çözümü için algoritma oluşturur. BT.5.2.10. Yazdığı algoritmayı test eder. BT.5.4.12. Kendi oyununu tasarlar. BT.5.4.13. Tasarladığı oyunun programını oluşturur.
Sosyal Bilgiler Kazanım(lar)ı:	SB.4.4.5. Teknolojik ürünleri kendisine, başkalarına ve doğaya zarar vermeden kullanır. SB.4.5.3. Sorumluluk sahibi bir birey olarak bilinçli tüketici davranışları sergiler. SB.4.5.5. Çevresindeki kaynakları israf etmeden kullanır.
İlişkili sürdürülebilirlik kalkınma hedefi:	*6. Temiz Su ve Sanitasyon: Su kıtlığı, dünya genelinde insanların %40'tan fazlasını etkiliyor; iklim değişikliği sonucunda küresel ısınma nedeniyle, zaten kaygı verici düzeyde olan bu oranın daha da yükseleceği tahmin ediliyor. Su kıtlığının hafifletilmesi için, ormanlar, dağlar, sulak alanlar ve nehirler gibi suyla bağlantılı eko-sistemleri korunmalıdır. *12.Sorumlu Üretim ve Tüketim: Ortak doğal kaynaklarımızın verimli yönetimi ve zehirli atık ve kirleticileri bertaraf etme biçimimiz de bu amaca ulaşmada önemli hedeflerdir. Endüstriler, işletmeler ve tüketicileri geri dönüştürme ve atıkları azaltmaya teşvik etmek de, gelişmekte olan ülkelerin 2030 yılına kadar daha sürdürülebilir tüketim örüntülerini benimsemeye teşvik etmekle eşit derecede önemlidir. Daha verimli üretim ve tedarik zincirlerinin yaratılmasında, satıcı ve tüketici düzeyinde küresel kişi başına gıda atığının yarı yarıya azaltılması da çok önemlidir. Bunun yapılması, gıda güvenliğini artırabilir ve kaynakları daha verimli kullanan ekonomiye doğru geçişi sağlayabilir. *14. Sudaki Yaşam: Sahip oldukları sıcaklık, kimya, akıntılar ve yaşam nedeniyle dünyadaki okyanuslar, Yerküre'yi insanlar için yaşanabilir kılan küresel sistemleri yaşatır Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri de deniz ve kıyı eko-

	sistemlerini sürdürülebilir biçimde yönetmeyi, kirlenmeden korumayı ve ayrıca okyanus asitlenmesinin etkilerini ele almayı hedefliyor. Uluslararası hukuk vasıtasıyla korumanın ve okyanus temelli kaynakların sürdürülebilir kullanımının artırılması, okyanuslarımızın karşı karşıya olduğu sorunların bazılarının hafifletilmesine katkıda bulunacaktır.  * 15. Karada Yaşam: Ormanlar, Yerküre'nin yüzeyinin %30'unu kaplıyor; milyonlarca tür için hayati önem taşıyan yaşam alanları ve önemli temiz hava ve su kaynakları sağlıyor ve aynı zamanda iklim değişikliği ile mücadele açısından kritik önem taşıyor. 2020 yılına kadar ormanlar, sulak alanlar, kurak alanlar ve dağlar gibi karasal eko-sistemleri korumayı ve eski haline getirmeyi hedefliyor. Ormansızlaşmanın durdurulması da, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması açısından hayati önem taşıyor.
Kullanılacak Araç-Gereçler:	Giriş: • Bilgisayar/Tablet • Çevre kirliliğine yönelik görsellerin renkli çıktısı • Hoparlör • Çalışma Kağıtları • Teknolojik uygulamalar (Padlet, EdPuzzle) Keşfetme: • Think-Pair-Share tekniği için çalışma kağıdı • Atık malzemelerle robot yapımı için: • Kavanoz kapağı • mıknatıs • ip • pipet • pet şişe kapağı • bant • pet bardak • karton kutu • bakır tel • geri dönüşüm görselleri etiketleri (Cam atık, kağıt atık, plastik atık, elektronik atık, metal atık) • Yapıştırıcı • Pinpon topu • Karton tabaka Açıklama: • Teknolojik uygulamalar (Menti, Scratch, SageModeler, StoryJumper) • Kodlama zemini/ Renkli bantlar ile (36 kareli zemin oluşturma) • Kütleleri belirtilen atıklar (pil, laptop, pet şişe, cam şişe, kağıt parçaları ve metal kutu) • Sepet • Karekod okuyucu uygulaması • Tablet/Telefon/Bilgisayar • Renkli afişler • Matematik problemini çözmek için çalışma kağıdı • Grup Değerlendirme Formu • Akran değerlendirme Formu

	Derinleştirme: • Bilgisayar • Çalışma Kağıdı • Akran Değerlendirme Formu • Teknolojik uygulamalar (Scratch, SageModeler) Değerlendirme: • Değerlendirme Ölçeği • Teknolojik uygulamalar (StoryJumper)
Kullanılması Planlanan Öğrenme ve Öğretme Yöntem ve Teknikleri	
• <i>Beyin Fırtınası, Soru ve Cevap, Anlatım, Yaratıcı Drama, Vızıltı tartışma tekniği, Think-Pair-Share tekniği</i>	
Ön Hazırlık	
• <i>Tablo okuma, oluşturma konusunda güçlük yaşayan öğrencilerdeki kavram yanlışları giderilir.</i> • <i>Öğrencilerin geri dönüşüme dair bilgileri olmalıdır.</i> • <i>Problem çözme becerisi, bilgisayar okur yazarlığı ve temel kodlama bilgisini bilmelidir.</i> • <i>Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.</i> • <i>Öğrencilerde grup veya bireysel olacak şekilde bilgisayar/tablet/cep telefonu bulunmalıdır.</i>	
Öğrenme - Öğretme Etkinlikleri	
<i>Dersin ilk aşamasında görseller incelenerek öğrencilerin dikkatlerini toplayıp, ilerleyen aşamalarda yaratıcı drama sayesinde öğrencilerin ön bilgileri ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Beyin fırtınası ile farklı fikirler ortaya çıkıp öğrencilerin yaratıcı becerilerini kazanmaları hedeflenmektedir. Soru cevap, anlatım yöntemleri ile öğrencilerin eksik bilgileri giderilmesi üzerine çalışılmıştır.</i>	

Öğretmen, sınıfa su kirliliği konulu görseller getirir ve tahtaya asar.





Öğrencilere görsellere baktıklarında ne düşündükleri ve ne anladıkları sorulur. Öğrencilerin verdiği cevapları ders öncesinde getirdikleri tablet/cep telefonu/bilgisayar yardımıyla erişebilecekleri “Padlet” uygulamasında paylaşılan sayfaya yazmaları için 2 dk süre verilir. Belirlenen sürenin ardından vızıltı tekniğini kullanarak fikirlerini paylaşmaları için bir tartışma ortamı oluşturulur.

Ardından öğretmenin ders öncesinde EdPuzzle ile hazırlamış olduğu video izletilir. <https://edpuzzle.com/assignments/62405a2a1435b642felc5eab/watch> Uygulamada 01.13 ‘te”Sizce okyanusun kirliliğinin nedeni nedir?”, 03.32 ‘de ise “Peki, okyanusları nasıl temizleriz?” sorusu sorulur.

Öğrencilerin cevapları EdPuzzle uygulaması tarafından kaydedilir

Ardından bir diğer görsel diğerlerinden daha büyük biçimde tahtaya yansıtılır. (İmkan varsa A3 kağıdına renkli çıktı alınarak tahtaya asılabilir.)



Öğrencilere görseli dikkatle incelemeleri için 1 dk süre verilir ve fotoğraftaki atıkların hangilerinin ayrıştırıldığı sorulur. Görselde yer alan atıkların içerisinde bilgisayar olduğuna dikkat çektikten sonra “Peki, kullanmadığımız ya da bozulan bu eşyalar da birer atık olabilir mi?” sorusu sorulur. Soruların cevaplarının alınmasının ardından öğrenenlere elektronik atık kavramını duyup duymadıkları sorulur. Ardından “Bu atıkların çevreye ve sağlığa zararları var mıdır? Var ise, neler olabilir?” sorusu yöneltilir. (Beklenen cevaplar: Çevreye zararı vardır çünkü atıklar hem kötü görünüme hem de yangına sebep olabilir. Sağlığa zarar verebilir; çünkü atılan atıklar herhangi bi yerimizi kesebilir) Bu cevaplar doğrultusunda öğrencilerin geri dönüşüme yönelik ön bilgileri tespit edilir.

Öğretmen cevapları aldıktan sonra öğrencileri dörder kişilik gruplara ayırır. Grup çalışması yaptırılırken öğrencilerin etkileşimli çalışması desteklenir, gruplar gezilerek gözlemler yapılır ve öğretmen rehber konumunu korur. Öğrencilerin grup çalışmalarında problemi daha derinden keşfetmeleri için “Her atık çöp müdür?” sorusu tekrar sorulur. Tartışmaları için kısa bir süre verilir, fikirlerini not etmeleri ve seçilen sözcü aracılığı ile sunmaları teşvik edilir. Daha sonra, gruplar kendilerine verilen dijital kod ile <https://www.menti.com> adresindeki “Çöp olan 3 atık yazınız.”, “Çöp olmayan 3 atık yazınız.” sorularına sırasıyla cevap vermeleri istenir. Grupların tamamının elde ettikleri cevaplar ekrana yansıtılarak tartışılır.



Öğretmen, öğrencilerden elektronik atıklara örnekler beklemektedir. Beklenen cevap gelmediği takdirde kendi telefonundan örnek vererek “Çocuklar, benim telefonumda son zamanlarda işlevini yitirdi, sürekli bozuluyor. Çöpe genel olarak kullanılmayan, işlevini yitirmiş malzemeleri atıyorsak bu telefonu da atmalı mıyım? Yoksa geri dönüştürülebilir mi?” şeklinde e-atık kavramına yönlendirilir. Ardından “Evimizde kullanmadığımız elektronik cihazlar da atık sayılabilir mi? Varsa sizin elektronik atıklarınız nelerdir? Öğrencilerin cevaplarına doğru veya yanlış yorumları yapılmamaya özen gösterilir.

Öğrenciler bu atıkların çevreden toplanması için bir robot tasarlanmaları konusunda yönlendirilir. Tasarlanacak robotun nasıl yön değiştireceğini, haznesinin nerede ve nasıl olacağını, topladığı atıkların kütlesini hesaplaması gerektiğini, tek seferde maksimum 300 gr taşıyabileceğini ve en az adım sayısı ile en kısa zamanda tüm atıkları toplaması gerektiği konusunda bilgilendirilir, ardından öğrenciler gruplara ayrılır.

Think-pair- share tekniğini uygulamak için ilk olarak bir robot tasarlama çalışma sayfası öğrenci gruplarına dağıtılır ve verilen yönergeler doğrultusunda robotun çizimini yapmaları istenir. 10 dakika sonunda öğretmen, öğrenci gruplarından bir kişiyi diğer gruba gönderir ve kendi grubunun çizimini paylaşırken o grubun

çizimine 10 dakika süresinde katkıda bulunur. Ardından belirlenen süre sonunda kendi grubuna döner ve o grubun neler yaptığından, hangi katkıları sağladığından bahseder ve bilgileri paylaşır. Toplamda 40 dakikalık bir ders saati sonunda çizimlerini tamamlarlar. Öğretmen ise bu tasarlama sürecinde rehber konumdadır ve öğrencileri yönlendirir.

GÖREV KAĞIDI

GRUP ADI:

Gruptaki görevliler:

Merhaba çocuklar. 😊 Çok önemli bir görevimiz var. Atıklarla dolu bir alanı temizlememiz gerekiyor. Bunun için bir robot tasarlamalıyız. Robotunuzun atıkları tanıyarak haznesine toplaması gerekiyor. Haydi herkes robotunu tasarlama başlasın! 😊

1-Robotunuz nasıl çalışıyor?

2-Robotunuzun haznesi nerede ve nasıl olacak? Nasıl ilerleyecek?

3-Robotunuzun özellikleri nedir?

Hayalinizdeki Robotun Çizimi:

(Çiziminizi yazı ile de anlatır mısınız? Çizim için arka sayfayı da kullanabilirsiniz.)

Öğretmen bu aşamada zemine bantlar yardımıyla 6 sütun ve 6 satırdan oluşan bir oyun alanı oluşturur. (Zemin fayanslardan oluşmuş ise karelerini kullanabilir.) Önceden belirlenmiş karelerin içine geri dönüştürülebilecek elektronik atıklar, kâğıt, cam vb. atıkların görselleri yapıştırılır. (Uygulama kısmında gerçek materyaller kullanılmıştır.) Mekanizmada kütleleri önceden belli olan malzemelerin listesi verilir.

Ardından öğrencilerin tasarladıkları robotların yerlerine kendilerinin geçtiklerini düşünmelerini ister ve bir labirent oyunu oynayacaklarını söyler. Ardından öğretmen, bu oyun da tasarlama sürecindeki grupları tekrar oluşturmalarını ve her bir grup üyesine bir görev verileceğini belirtir. Bu görevler ise **robot** (Kodlama halısında ilerleyecek), **kodlayıcı** (grup olarak belirledikleri algoritmik ilerleme haritasına göre yönlendirmeye yardımcı olacak), **uyarıcı** (robotun topladığı atıkların kütleleri kağıda yazarak maksimum seviyeye ulaştığında uyarı verecek), **yazıcı** (zaman ve adım takipçisi- Geçen süreyi takip ederek parkur sonunda kaç dk da bitirdiğini, atık toplama merkezine kaç kere gittiğine not eder) olacaktır.

Öğrencilerden çalışma sayfasında verilen yönergeleri uygulamak için algoritmalar geliştirerek en kısa zamanda en fazla atığı toplama amacına ulaşılmasına yönelik oluşan döngüleri kendi tanımlarıyla açıklamaları istenir.

ÇALIŞMA KAĞIDI

Grup Adı:

ATIKLAR	KÜTLE (1 maddeye ait olan)	MİKTAR
	2500 gr	1
	15 gr	4
	25 gr	4
	10 gr	4
	200 gr	2
	150 gr	2

Merhaba, atölyemizde bulunan kodlama halısında farklı türlerde atıklar yer almaktadır. Aşağıdaki yönergeler uygun olarak en az adımı atarak en kısa zamanda tüm atıkları ATM (Atık Toplama Merkezi) 'ye getirebilir misin? En kısa zamanda ulaşmak için algoritmalarını uygun boşluğa yazar mısın? Çevrenin temizliği sana bağlı, acele et lütfen! ☺

Yönergeler:

- 1- Her seferinde en fazla 300 gram taşıyabilirsiniz. Maksimum taşıma limitine ulaştığında ATM (Atık Toplama Merkezi)'ye topladığınız atıkları boşalttıktan sonra devam etmeniz gerekiyor.
- 2- En kısa zamanda bitirmelisiniz.
- 3- Atıkları alıp kaldığınız yere dönmek için de attığınız adımlar da adım sayısına dahil edilecektir.
- 4- Algoritmayı yazarken     işaretlerini yön olarak kullanınız. Aynı doğru üzerinde 3 adım ilerlemişseniz 3 x  şeklinde belirtilebilirsiniz.
- 5- Maksimum 300 grama ulaştığında ATM'ye topladığınız atıkları boşaltman gerekiyor.



Etkinliğin uygulanışı:

-İlk grubun parkur sorumlusu başlangıç noktasına gelir ve diğer ekip arkadaşlarıyla beraber en kısa zamanda, en az adım sayısı ile atıkların kütlelerine dikkat ederek toplar. Taşıyabileceği maksimum sınır 300 gramdır. Toplarken maksimum sınıra ulaştığında atık toplama merkezine en kısa yoldan giderek tasarlanan düzeneğe boşaltması gerekmektedir. Öğrencilere atık merkezine gidiş ve dönüş adımlarının da sayılacağı bilgisi verilir. Yazıcılara dağıtılan çalışma kağıtlarında uygulayacakları algoritmik yönergeler gerekliliği notlar alınması sağlanır ve parkur sorumlusunu fazla yük almaması için belirlenen kurallara göre yönlendirmeleri gerekmektedir. Amaç en az adımda en çok atık maddeyi toplayıp ayırtırmaktır. Etkinliğin sonunda ise atık toplama merkezindeki tüm ayrıştırılmış atıklar parkurun sonunda yer alan geri dönüşüm fabrikasına ulaştırılır.

Etkinlik: Atıkları ayrıştırma

Öğrencilerden doğanın korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması amacıyla hem elektronik atıkların hem de cam, kağıt, plastik vb. atıkları geri dönüşüme göndermeleri istenecektir. İlk olarak bir önceki etkinlikte oluşturdukları 4 kişilik grup arkadaşlarıyla çalışılacağı belirtilir. Ardından “ Haydi biz de doğanın korunması, çevre kirliliğinin azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması amacımızı gerçekleştirmek için geri dönüşüme katkı sağlayacak atıkları toplayalım. Sonrasında da belirli kütleleri olan elektronik atık, plastik atık, metal atık ve kağıt atıkları maksimum seviyeye ulaştığında atık toplama merkezine götürelim ve haznemizi boşaltıp atıklar bitinceye kadar toplamaya devam edelim.” Her gruba bir görev kağıdı verilir. En sonunda da atık

kutusunu geri dönüşüm fabrikasına götürme görevini en kısa yol ile tamamlayabilir misiniz?” yönergesi verilir.

Etkinlik bitiminde grupların tamamıyla “Hangi grup daha az adım sayısı ile atıkları topladı?”, “Hangi grup daha az sürede daha çok atık topladı?” ve “En başarılı atık ayrıştırma tasarımı hangi gruba aittir?” soruları sorularak süreci değerlendirmeleri istenir. Gruplar içerisinde verilen görevi en az adım ile en kısa sürede tamamlayan grubun çalışması en başarılı olarak seçilebilir. Tasarım açısından ise atıkların ayrışmasını kolaylaştıran sistem en başarılı olarak tercih edilebilir. Etkinlik genel grup tartışmalarından sonra sonlandırılır.

Son olarak öğrenciler, kendi grup arkadaşlarını değerlendirecekleri grup değerlendirme formu ve akran değerlendirme formunu doldururlar.

Adı, Soyadı:.....

Tarih:.....

GRUP DEĞERLENDİRMESİ

Grup

Adı:

Etkinlik

Adı:

Grubunuz Etkinliği Nasıl Yaptı ?

Aşağıdaki soruları okuyunuz ve grubunuzun hak ettiğini düşündüğünüz puanı işaretleyiniz.

	Düşük	Orta	Yüksek
1. Bu etkinlik için plânınız ne kadar yeterliydi ?			
2. Grubunuzun üyeleri birbirlerinin düşüncelerini dinledi mi ?			
3. Grubunuzda yapılacak işleri adil paylaşıldı mı ?			
4. Grubunuz araçları özenle kullandı mı ?			
5. Grubunuz bilgileri doğru olarak kaydetti mi ?			
6. Grubunuz öğretmenin yardımı olmaksızın problemleri çözmede ne kadar yeterliydi ?			
7. Grubunuzun temizlik ve düzeni nasıldı ?			
8. Grubunuz üyeleri ne kadar yardımsever ve saygılıydı ?			
9. Etkinlik plânını uygulamada grubunuzun başarısı nasıldı ?			
10. Grubunuzun ortaya koyduğu düşünceler ne kadar yaratıcıydı ?			

Yukarıdaki sorulara verdiğiniz yanıtları gözden geçirdikten sonra aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

11. Grubunuz en iyi neyi başardı?

.....
.....
.....

12. Grubunuzun daha başarılı olması için neler

yapabilirsiniz?
.....
.....
.....

AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU

Grup adı:

Grup arkadaşlarının isimleri:

Madde	Hiçbir zaman	Bazen	Her zaman
Etkinlikleri isteyerek yaptı.			
Görevleri zamanında yerine getirdi.			
Farklı kaynaklardan bilgi topladı.			
Farklı kaynaklardan bilgi sundu.			
Bizlerin görüşlerine saygılıydı.			
Bizleri uyarırken olumlu bir dil kullandı.			
Bizlerle işbirliği içinde çalıştı.			
Bizlerin görüşlerini aldı.			
Çözümüne ulaşmak için farklı alternatifler sundu.			
Malzemeleri tasarruflu kullandı.			
Algoritma tasarımında aktif rol aldı.			

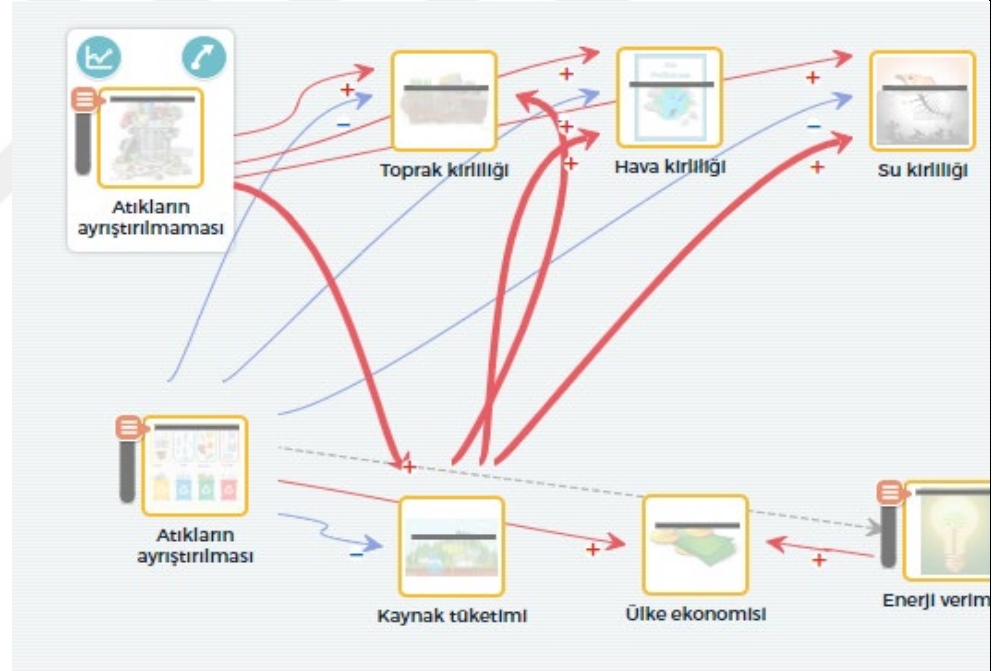
Bir sonraki derste öğretmen, her grubun masasına bir karekod gizler ve tablet/telefon yardımı ile okutarak afişlere ulaşmalarına yardımcı olur. Ardından öğretmen de karekodlar içine gizlenmiş olan bilgilendirme afişlerini tahtaya asar.



Dersin derinleştirme aşamasında öğretmen, ön hazırlık olarak her öğrencinin bilgisayarlarını getirmelerini ister. Ardından öğretmen, öğrencilere Sage Modeler yazılımının nasıl yapıldığı ile ilgili bilgiler verir ve kendi tasarımlarını yapmaları isteyeceğini belirtir. Öğretmen, uygulamada kullanabilecekleri atıkların çevreye etkileri, çevre kirliliği türlerini araştırmaları için gruplara ders kitabı, internet tarayıcılarına ulaşabilecekleri bilgisayar/telefon/tablet kullanabileceklerini belirterek ön bilgi toplamak için gerekli zamanı tanır. Bilgilere ulaşıldıktan sonra Sage Modeler yazılımını kullanarak kendi tasarımlarını yapmaları sağlanır. Öğretmen, rehber konumdadır.

Örnek olarak yapılan atıkların ayrıştırılmasına ilişkin bağlantı linki öğrencilere gösterilir.

<https://sagemodeler.concord.org/app/#shared=https%3A%2F%2Fcfm-shared.concord.org%2Fh77XzQt73W4zblxF17ss%2Ffile.json>



Etkinlik bitiminde öğretmen, neden-sonuç ilişkisi kurabileceği cümleleri oluşturmalarını ister.

Bu aşamada öğrencilerin; atıkların dönüştürülme miktarı arttıkça;

- Elektrik tasarrufu artar.
- Ekonomik kazanç artar.
- Toprak kirliliği azalır.

-Su kirliliği azalır. vb. ilişkilerini fark etmeleri sağlanır.

“Peki bu çevre kirliliğini azaltmak için topladığımız her madde çöp müdür? Sizce atık ve çöp kavramları aynı şey midir? Değilse farkları nelerdir?” sorusu sorulur.

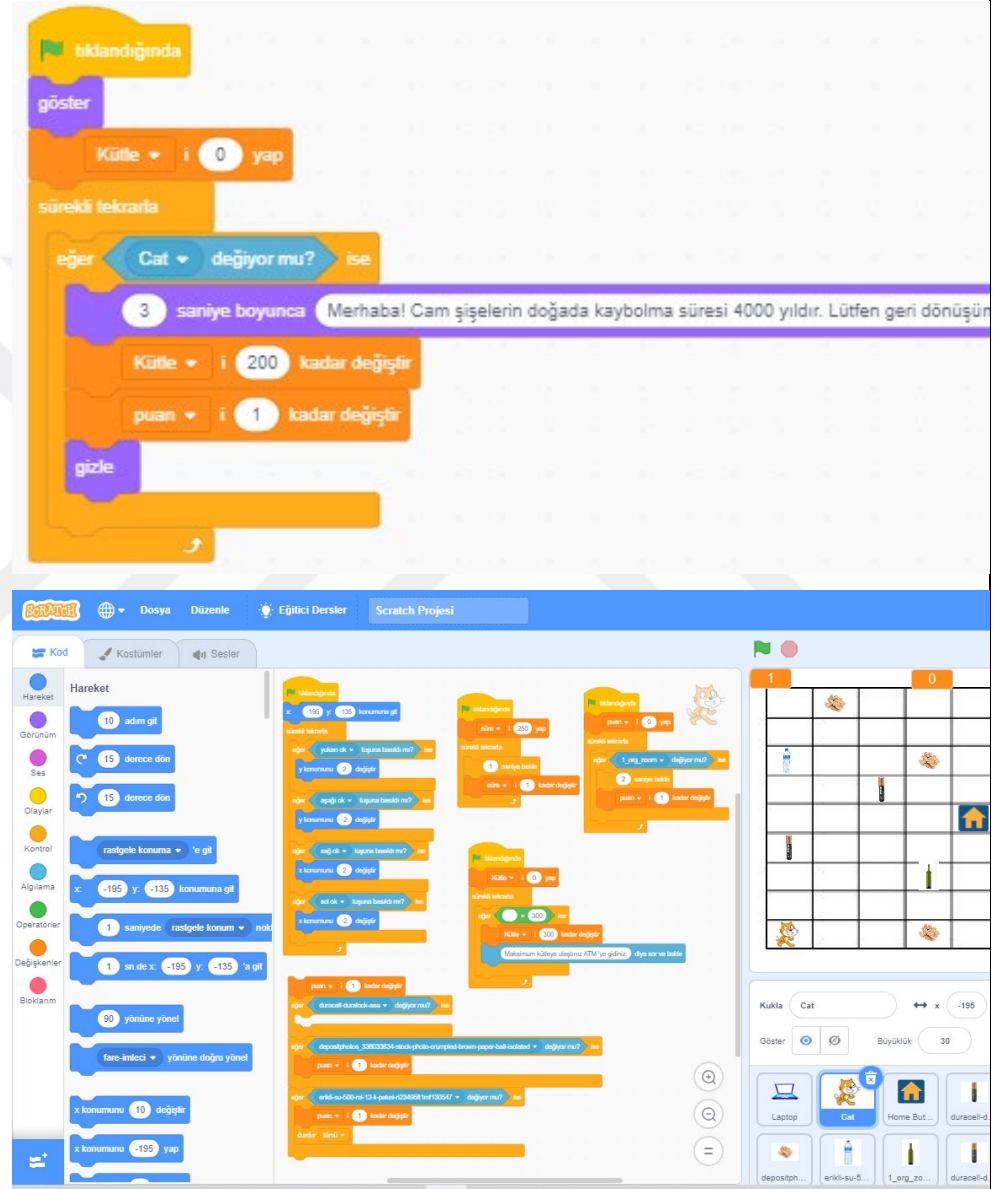
Daha sonra öğretmen öğrencilerin cevapları doğrultusunda ara özet olarak “Çöp, yeniden bir kaynak olarak ya da malzeme olarak kullanılması mümkün olmayan atıklardır. Atıklar ise geri dönüşüm ve geri kazanım sayesinde yeniden kullanılması mümkün olan atıklardır. Bunlar plastik, metal, kağıt, cam olarak bilinmektedir. Çöpler imha edilirken, geri dönüşümü mümkün olan atıklar yeniden kaynak olarak kullanılmak için işlenmektedir. “der.

Etkinlik sonunda öğretmen, öğrenci gruplarının süreç içindeki davranışlarını göz önünde bulundurarak değerlendirme formunu doldurur.

Değerlendirme Ölçeği (Öğretmen)	Doğru	Eksik	Yanlış
Grup üyeleri problem durumunu doğru tanımlamıştır.			
Grup üyeleri tüm olası değişkenleri göz önüne almıştır.			
Grup üyeleri, neden-sonuç ilişkilerini doğru şekilde kurmuştur.			
Grup üyeleri, problemi uygun biçimde modellemişlerdir.			
Takım çalışmaları uyumlu şekilde yapılmıştır.			
Tasarım sürecini gösteren akış şeması oluşturulmuştur.			
Tasarlanan SageModeler hatasız çalışmaktadır.			

Bir sonraki derste öğrenciler bilgisayarlarından Scratch programına giriş yaparlar. Öğretmen, öğrencilerden 10x10 luk bir oyun sahası hazırlamalarını ister. Kimi öğrenci çizim ile yaparken kimi öğrenci arama motorundan görsel indirip düzenlemiştir. Öğrencilerden ATM Kutusunu (Atık Toplama Merkezi Kutusu) oyun sahasının ortalarında bir yere koymaları gerektiği hatırlatılır. Ardından çalışma kağıtlarında yer alan pil, kağıt, metal kutu, cam şişe ve pet şişe görselini

İndirmeleri istenir. İndirilen görselleri sayıya uygun olacak şekilde kopyalamaları ve oyun sahasına rastgele şekilde yerleştirmeleri istenir. Her atığa belirlenen kütle tanımlandıktan sonra oyundaki karakterin taşıyabileceği maksimum kütlenin 300 gram olabileceği, maksimum kütleyle ulaşınca uyarı vermesi gerektiği ve ATM'ye giderek atıkları boşaltması gerekli olduğu belirtilir. Öğrenci değişken olarak süre, adımsayar, ATM'ye gitme sayısını belirtmelidir. Oyunun talimatlarının da yazılması istenir.



Oyun tasarlama sürecinden sonra her grup tasarladığı oyunu diğer gruplara sunar ve fikir paylaşımları, önerileri ile etkinlik sonlanır. Öneriler grup yazıcıları tarafından not edilir. Süreç sonunda isteğe bağlı olarak oyun geliştirilebilir.

DEĞERLENDİRME	Öğretmen, süreç değerlendirmesini yapmak için öğrencilerden ders süreçlerinde yaşananlara ilişkin bir dijital hikaye yazmalarını ister. Hikaye kahramanının kendileri olduğunu belirterek hikayesini bir kağıda el yazıları ile yazmaları istenir. Ardından öğretmenin ders öncesinde hazırladığı hikaye şablonunda sahneleri oluşturmaları istenir. Son olarak sahneleri “Storyjumper” uygulaması ile dijital hikayeye çevirmeleri istenir. Oluşturulan bu hikayelerde başrolü kendisi olarak belirlerken bu ders kapsamındaki tecrübelerini, hislerini, yaşadıklarını içermelidir. Öğrencinin dijital hikayesini yönlendirmek için aşağıdaki sorular tahtaya yazılır: ○ Uygulama süresince neler öğrendin? ○ Uygulamadan memnun kaldın mı? Uygulama sürecine dair nelerin değişmesini ya da farklı olmasını isterdin? ○ Nerelerde zorlandın? Nerelerde eğlendin? ○ Grup çalışması nasıldı? ○ Süreç sonunda bilgisayar bilimine bakışı nasıl değişti? ○ Fen eğitime bakışı nasıl değişti? ○ Matematik eğitime bakışı nasıl değişti? ○ Teknolojinin günlük yaşamımızdaki etkisine ilişkin düşüncelerin nedir? Son olarak da son test olarak “Stem Motivasyon Ölçeği”, “Stem Tutum Ölçeği” ve “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” uygulanır.
---	--

EK 2 – Ders Planında Yer Alan BİD Becerisi Bileşenleri

BİD Bileşeni	Bilişim	Matematik	Fen Bilimleri
Veri işleme ve analiz	Elde ettiği verileri oluşturduğu yazılım sayesinde işler.	Toplanan yıllık atık miktarındaki verilerin ilişkisini bulur ve tabloya işler. Toplanan verileri çizgi grafiğinde gösterir.	Çevre kirliliği nedir, geri dönüşümü nasıl yapıldığı araştırılır. Sunulan afişler ile ilgili fikirler üretir.
Ayrıştırma	Probleme ilişkin nesneleri ve yöntemleri tanımlar, uygulanacak programların ana akışını ve fonksiyonlarını tanımlar.	Zamanlama ve atık miktarının hangi grafik çeşidini kullanarak ifade edebileceğini bilir.	Çöpleri hangi kriterlere göre ayrıştırıldığını araştırılır.
Algoritma Tasarımı	Öğrenciler verileri toplamak için algoritma geliştirir. Ardından hazırlayacakları projelerin akış şemalarını oluşturur. Varsa simülasyonlar ile test eder.	Kodlama labirentinde adımları, gidiş yollarının en kısasını seçme vb. kriterlere dikkat ederek atık görsellerini toplaması için uzamsal ilişkilerden yararlanır.	Ortamdaki atıkların yapılış malzemesine ilişkin ayrıştırmanın algoritma tasarımı yapar.
Örüntü Tanıma	Algoritmayı oluştururken döngüler kullanır.	Atıkların yıllara göre dağılımında sayı örüntüsünü fark eder ve örüntüde eksik kalan kısmını doldurur.	Çevreye gelişigüzel atılan çöplerin doğaya verdiği karbon salınımının farkına varır.
Soyutlama	Koşullu ifadeler ile karar mekanizmaları oluşturur.	Atık miktarının bulunduğu tabloyu doğru biçimde doldurur.	Geri dönüşümün sağlayacağı kazançların farkına varır.
Hata Ayıklama	Hazırladığı projenin çalışmasına engel olan hataların farkına varır (Debugging). Hataları düzeltir.	Veri okuma ve miktar hesaplamasındaki hatalarının farkına varır.	Yapılan tasarımların bir prototipi yapılır ve eksiklik ve hatalar giderilir.

BİD Bileşeni	Bilişim	Matematik	Fen Bilimleri
Modelleme	Problemin çözümünde kullanacağı ürünün prototipini oluşturur.	Problemin çözümünde kullanacağı ürünün prototipini oluşturur.	Çevre kirliliğine neden olan değişkenlerin verdiği zarara yönelik bilinç kazanmak için Scratch programında tasarım becerilerine göre labirent oyununu modeller.

EK 3 – Bilgi İşlemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği Geçerleme Çalışması Sonucu Elde Edilen Form

Orijinal Form	Geçerleme Çalışması Sonucunda Elde Edilen Form
1. Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
2. Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	Ortaya çıkan yeni sorunları çözebileceğime inancım vardır.
3. Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
4. Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
5. Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim.	Bir problemi çözmek için eşitliği hemen kurabilirim.
6. Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
7. Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
8. Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.	Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayılarla ifade edebilirim.
9. Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.	Grup arkadaşlarımla birlikte öğrenmekten hoşlanırım.
10. İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.	Grupla çalışırken daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.
11. İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.	Grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.
12. İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.	Grup çalışmalarında daha çok fikir ortaya çıkıyor.
13. Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
14. Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
15. Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
16. Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>

Orijinal Form	Geçerleme Çalışması Sonucunda Elde Edilen Form
vardır.	
17. Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşıyorum.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
18. Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşıyorum.	Problem çözerken, bilinmeyen ve şekillerle gösterilen ifadeleri nasıl kullanacağım konusunda sıkıntı yaşıyorum.
19. Tasarladığım çözüm yollarını sıra yla aşamalı bir şekilde uygulayamam.	Tasarladığım çözüm yollarını aşamalı bir şekilde uygulayamam.
20. Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretemem.	<i>Madde aynen kullanılmıştır.</i>
21. İşbirlikli öğrenme ortamında kendi düşüncelerimi geliştiremem.	Grup çalışmalarında kendi düşüncelerimi geliştiremem.
22. İşbirlikli öğrenme grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.	Grup çalışmalarında grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.